



Научно-практический журнал

ОТКРЫТОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
№ 3 (98) 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

Г.Н. Зверев

Принципы, базисы, законы фундаментальной информатики..... 4

Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков

К вопросу о контроле элементов дисциплинарных компетенций
в рамках основной образовательной программы (на примере
технических направлений подготовки)..... 12

Т.П. Пушкарева

О реализации дидактических принципов обучения математике
студентов естественнонаучного направления педагогического вуза . 20

УЧЕБНЫЕ РЕСУРСЫ

В.Ф. Очков

Живые кинематические схемы в Mathcad 27

КАЧЕСТВО ЗНАНИЙ

Е.Н. Черемисина, М.А. Белов, М.В. Лишилин

Анализ ключевых активностей жизненного цикла управления
знаниями в вузе и формирование концептуальной модели
архитектуры системы управления знаниями 34

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА

А.А. Ерофеев, О.А. Сычев

Использование параллельных и фасетных заданий в системе
дистанционного обучения Moodle..... 42

А.Б. Кондратенко, Б.А. Кондратенко

Технология обучения в виртуальной образовательной среде
персонализации обучения 47

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

С.А. Горисев, И.В. Ряшенцев, В.А. Стародубцев

Технология вебинара как регистратора событий в жизни вуза 52

О.А. Невзорова, В.Н. Невзоров

Модель онтологической системы с рефлексивным ядром 57

ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

А.Н. Алексеев, Е.Н. Король

Дифференцированное обучение информатике в педагогическом
вузе 63

А.В. Колесников, С.Н. Сиренко

Междисциплинарная интеграция в процессе изучения
веб-технологий и компьютерной графики 68

ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

Ю.Ф. Шамрай

Конкурентная стратегия в области образовательного потенциала 78



Scientific and practical journal

OPEN EDUCATION
№ 3 (98) 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

Gennady N. Zverev

Principles, bases, and laws of Fundamental Informatics 4

Efim L. Kon, Vladimir I. Freyman, Alexander A. Yuzhakov

To the question about the discipline competence elements control at the
basic educational program (on the technical programs example)..... 12

Tatyana P. Pushkaryeva

Implementation of didactic principels in teaching mathematics to
students of natural-science specialism in pedagogical universities 20

EDUCATIONAL RESOURCES

Valery F. Ochkov

Live kinematic models in Mathcad..... 27

QUALITY OF KNOWLEDGE

Eugene N. Tcheremsina, Mikhail A. Belov, Mikhail V. Lishilin

Analysis of the key activities of the life cycle of knowledge
management in the university and development of the conceptual
architecture of the knowledge management system 34

EDUCATIONAL ENVIRONMENT

Anatoly A. Yerofeyev, Oleg A. Sychev

Use of parallel and facet assignments in the system of distant learning
“Moodle” 42

Anatoly B. Kondratenko, Boris A. Kondratenko

Education technology in an e-learning environment of personalisation
of education 47

NEW TECHNOLOGIES

Sergei A. Gorisev, Igor V. Riatshentsev, Viacheslav A. Starodubtsev

Webinar technology as a registrar of the university life events 52

Olga A. Nevzorova, Vladimir N. Nevzorov

Model of ontological system with reflexive core..... 57

DOMESTIC AND FOREIGN EXPERIENCE

Alexander N. Alekseev, Elena N. Korol.....

Differentiated teaching of Informatics at pedagogical higher institution . 63

Andrey V. Kolesnikov, Svetlana N. Sirenko

Interdisciplinary integration in the course of studying Web
Technologies and Computer Graphics 68

PROBLEMS OF EDUCATION

Yuri F. Shamrai

Competitive strategy in the field of educational potential 78

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

Pozdneeve 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»

Принципы, базисы, законы фундаментальной информатики

В данной работе определены цели и задачи фундаментальной информатики, сформулированы основные законы информационного мира, определены конструктивные базисы информационных объектов и процессов. Приведена классификация видов семантики знаний и умений.

Ключевые слова: информатика, системология, семиотика, принципы, законы, базисы, семантика, понятие, знание, умение.

PRINCIPLES, BASES, AND LAWS OF FUNDAMENTAL INFORMATICS

This paper defines the goals and problems of fundamental informatics, formulates principal laws of information universe and constructive bases of information objects and processes. The classification of semantics types of knowledge and skills is presented.

Keywords: informatics, systemology, semiotics, principles, laws, bases, semantic, concept, knowledge, skills.

Введение

В современной жизни в эпоху информатизации всех сфер человеческой деятельности, серьезных изменений повседневного жизненного уклада возрастает роль исследований и разработок в области теоретической и практической информатики, расширяется их использование в науке, сфере образования, промышленном производстве и т.д. Главное предназначение информатики – облегчить умственный труд людей, повысить его эффективность, освободить человека от рутинных, «бумажных» и вычислительных, мыслительных операций, стимулировать творческий подход к своему делу.

Структура информатики и ее место в общем здании науки обсуждаются в работах [1–6]. Теоретическая информатика является научной основой технической и прикладной информатики. Она изучает свойства естественных и искусственных информационных объектов и процессов независимо от их материального воплощения в живой и неживой природе, в технических системах и биологических объектах от генетического уровня до мышления и эмоций, процессов в социально-экономических и политических системах, в глобаль-

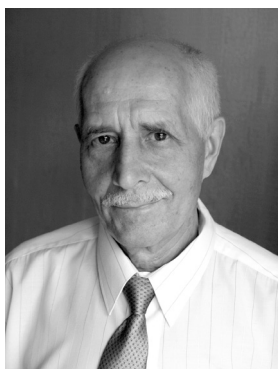
ных сетях информационно-материального мира. Понятия, методы и средства информатики используются практически во всех научных дисциплинах. Подобная широта охвата и унификация накопленных знаний в информационных системах предметных областей выдвигает высокие требования к теоретическим основам информатики, которые влияют на многие разделы современной науки. Математика, логика, физика и другие науки – это тоже информационные системы, функционирующие по известным и еще не открытым законам информационного мира знаков, их смыслов, знаковых процессов и процессоров.

В структуре теоретической информатики выделяется фундаментальная составляющая [3, 4], которая называется *фундаментальная информатика*, или более точный термин – *метаинформатика* [7]. Она относится к метатеориям, таким как метаматематика, металогика, метаязыки и метамодели науки, которые исследуют основания математики, логики, лингвистики и т.д. В статье определяются цели и задачи метаинформатики, законы, которые управляют информационным миром, существенно отличающиеся от законов материального

мира, их изучают физика, химия, технические науки. Предложены конструктивные средства формализации семантики человеческих и машинных понятий.

В данной работе *информация* или *информационный объект* *Inobj* – антипод материальному объекту – это *синтаксическая* знаковая структура, составленная из знаков определенного языка, которая наделяется внешними субъектами некоторыми смыслами, *семантикой* *Inobj*. Информация играет роль сообщения и выполняет функции *заменителя* в определенном аспекте проблемного объекта *proobj*, которого она характеризует в информационных процессах наблюдения, вычисления, рассуждения, эмоционального переживания, либо функции *заменителя образа* *proobj*, знаковой модели прообраза в памяти субъекта при исследовании, моделировании реальности, коммуникации и других действиях субъектов или любой живой материи.

Информация имеет материальный носитель и характеризуется объемом носителя, полезностью при достижении поставленных целей, типами источников, приемников, преобразователей информации. Следует различать «живые»



Геннадий Никифорович Зверев,
д.т.н., проф. каф. компьютерной

математики

Тел.: 8 (347) 228-66-20

Эл. почта: gnzv@mail.ru

Уфимский государственный

авиационный технический

университет

http://www.ugatu.ac.ru/EC_INF/

Gennady N. Zverev,

Doctor of Engineering Science,

Professor of chair of computer

mathematics

Tel.: 8 (347) 228-6620

E-mail: gnzv@mail.ru

Ufa State aviation technical university

http://www.ugatu.ac.ru/EC_INF/

(living, life) информационные объекты в живых организмах – *Lnobj*, которые порождает и использует живая природа: люди, животные, растения, бактерии для поддержания жизни, и «технические» информационные объекты – *Tlnobj*, порожденные физическими средствами измерения, наблюдения, коммуникации, преобразования информации, которые созданы живыми существами из неживой материи для своих собственных целей.

1. Задачи и принципы метайнформатики

В современной науке наиболее общий взгляд на окружающий нас мир представлен в *системологии* – общей теории систем (системном анализе и синтезе, системном подходе), а предельно общий взгляд на информационные явления – в *теоретической семиотике-лингвистике* [4]. Понятия, модели и постулаты этих наук конкретизируются в многочисленных информационных теориях, поэтому основные принципы информационного подхода к действительности следует разделить на *системологические, семиотические и информационные*.

Основания фундаментальной информатики выражают в объективированной форме наиболее общие научные принципы и законы мира, живой и неживой материи. Разделение мира на живую и неживую природу соответствует современной, наиболее распространенной научной парадигме: Вселенная имеет возраст более 14 млрд лет от Большого взрыва и изменяется согласно физическим законам и принципу причинно-следственных связей материальных явлений, а живая материя возникла на Земле около 4 млрд лет назад и подчиняется не только физическим законам, но и принципу индивидуальной и коллективной целесообразности, сохранения жизни и живых существ. Некоторые ученые отрицают факт Большого взрыва и земные источники зарождения живой материи из неживой. Тем не менее живые существа, в отличие от вещества, целесообразно взаимодействуют между собой и с неживой материей, используя свои знания и накоп-

ленную информацию о живой и неживой природе.

Помимо принципов (постулатов, аксиом, законов, гипотез, обоснованных требований и критериев), которые определяют концептуальную, логическую структуру соответствующего раздела науки, представленного в *дескриптивной* (описательной, декларативной) семантике, в основаниях любой науки определяют также сопряженную ей *конструктивную* (процедурную, функциональную) семантику предметной области в виде базисов и правил преобразования и конструирования из базисных элементов составных объектов, систем, процессов и их функциональных моделей в структуре знаний данной дисциплины.

Базис – это множество элементов, необходимых и достаточных для анализа и синтеза определенного класса объектов предметной области: синтез произвольной системы или процесса начинается с базисных элементов, анализ системы завершается в базисах научной дисциплины. Таким образом, исходные положения или основания любого раздела науки – это принципы и базисы, которые обеспечивают полноту описания и конструктивной реализации дескриптивной и конструктивной семантики предметной области.

Итак, фундаментальная информатика – метайнформатика исследует общие свойства информационных теорий, их оснований и категорий, строит и оптимизирует базисы информационных наук, обеспечивает полноту описания информационной семантики предметных областей, расширяет и объективирует формализованную абстрактную семантику логико-математического языка [8].

Основные проблемы метайнформатики:

- создание межпредметного языка теоретической информатики, однозначное определение его категорий в естественном языке и в искусственной среде информационных технологий;
- обобщение информационных теорий предметных областей, поиск и формализация основа-

ний теоретической информатики, законов информационного мира, отражающих единство и различия вещества, энергии, информации;

- построение фундаментальных критериев информационной деятельности субъектов материально-информационного мира;
- построение и реализация в компьютерной среде моделей и механизмов биологического и машинного мышления и эмоций, создание информационной теории интеллекта.

Ниже дается решение некоторых из этих проблем, см. также [4].

2. Системологические постулаты фундаментальной информатики

Начала системологии – *Systemological Principles*, *SysP* – представим с позиций информационного подхода в виде пяти постулатов, которые контролируют исходную системную семантику проблемных ситуаций.

SysP1 – постулат системной иерархии: Мир состоит из взаимосвязанных и взаимодействующих систем, системы состоят из взаимосвязанных объектов, которые также есть системы подобъектов более низкого иерархического уровня и содержат компоненты, элементы и т.п., образуя в целом иерархию Мира, иерархию принадлежности $\in$ объектов определенной системе $\{\dots \in object \in system \in \dots\}$. Иерархия погружена во *вместилище*, представленное в системе научных знаний *моделью пространства*, в динамическом описании – *пространством-временем*.

SysP2 – принцип структурно-параметрического описания Мира: всякий элемент, объект, система обладают *свойствами*, признаками, атрибутами, характеристиками, *состояниями*, внутренней *структурой* и внешними *связями* с другими объектами, системами.

SysP3 – принцип функционально-динамического описания Мира: состав, структура, свойства и связи объекта могут быть неизменными в пространстве и времени либо изменяться в силу известных или неизвестных причин и законов, образуя *процессы* произвольной природы в

пространстве-времени. Неизменные свойства объектов и вместилища составляют фундаментальные *константы* теорий предметных областей, переменные свойства и состояния определяют *фазовые параметрические пространства* теорий. Фазовые переменные разделяются на *независимые* и *зависимые* параметры объектов и процессов. Константы теории не зависят от других констант и фазовых переменных.

SysP4 – принцип иерархии классов объектов и процессов: системы и процессы в них по свойствам и связям разделяются на классы, которые определяют соответствующие разделы науки и ее предметные области. Классы образуют *иерархию включения* $\subset$ классов в другие классы $\{\dots \subset class X \subset class Y \subset \dots\}$, а также иерархии частичного включения, пересечения, разбиения, покрытия, накрытия классов в *универсуме объектов* предметной области $U = \{obj\}$. Разделение объектов Мира на классы позволяет создавать эффективные средства их изучения, анализа-синтеза, преобразования и управления их свойствами. Основной системологический признак деления явлений Мира на классы состоит в различном подходе к живой и неживой природе.

SysP5 – постулат живой и неживой материи: живые объекты – активные *субъекты* Мира владеют некоторой информацией о среде обитания и имеют *целевую ориентацию* своих действий и информационных процессов для сохранения жизни и улучшения условий существования. Неживые объекты – *несубъекты* подчиняются физическим законам взаимодействия, сохранения материи (энергии, заряда, количества движения и т.д.) и изменяются согласно *причинно-следственной ориентации* материальных процессов. Живые существа – активные системы Мира, используя накопленные знания, создают для своих целей искусственные объекты неживой материи, которые наделяются субъектами некоторыми свойствами живых существ и очевидно сохраняют свойства неживых материальных объектов.

3. Семиотические постулаты фундаментальной информатики

Начала семиотики – *Semiotical Principles*, *SemP* – представим пятью принципами, которые определяют условия результативности знаковых процессов в живой материи.

SemP1 – сенсорный принцип наблюдений, измерений, или *принцип сенсорики*: субъекты живой природы – активные и целеориентированные системы Мира вооружены средствами его изучения – *сенсорами* (рецепторами), источниками информации о внешнем и внутреннем мире субъектов, которые преобразуют свойства и состояния живой и неживой материи в информацию, в знаковые структуры и сохраняют их во внутренней и внешней *памяти* субъектов.

SemP2 – реформный (или мыслительный) принцип рассуждений, вычислений, знаковых преобразований, или *принцип реформики*: субъекты вооружены *реформами*, знаковыми процессорами – средствами реформирования информационного Мира, преобразования знаков, информации в *знания*, накопленные знания – в *умения* (алгоритмы, процедуры, технологии) постановки и решения *проблем* и *задач* в соответствии с целевой ориентацией субъектов, а также средствами сохранения новых знаний и умений в *памяти* субъектов.

SemP3 – эффекторный принцип реализации знаний в целевых действиях, или *принцип моторики*: субъекты в своей структуре и во внешнем окружении имеют исполнительные подсистемы – *эффекторы*, которые преобразуют знаки знаний и умений в материальные действия, целевые изделия и управляемые материально-информационные процессы.

SemP4 – принцип языковой деятельности субъектов: для выполнения целевых действий и реализации *сенсорных*, *реформных*, *эффекторных* процессов субъекты должны представить информацию, знания и умения в одном либо нескольких языках своей деятельности, при этом язык – *языковая система* определяется как: 1) *языковая среда* – множество субъектов –

носителей языка и их знаковых процессоров – это сенсоры, рефоторы, эффекторы, меморы (память), а также множество информационных (коммуникационных) каналов связей между субъектами и связей с процессорами субъектов и неживой природой; 2) *парадигма языка* – это *алфавит, лексика, синтаксис, семантика* языка; 3) *прагма языка* – совокупность *знаковых процессов* в языковой среде при решении проблем и совокупность получаемых *результатов*. Прагма организована и функционирует в соответствии с правилами и моделями проблемологии [4]. Целесообразные действия вне языковой системы не выполнимы.

SemP5 – постулат живой материи: отличительные признаки существа от вещества, живой материи от неживой определяются наличием в живых объектах знаков, информации и знаковых процессоров – источников, преобразователей, приемников информации – сенсоров, рефоторов, эффекторов, меморов – вместилищ знаков (это необходимые условия, а достаточные условия существования, воспроизводства и целевой ориентации живой материи определяются в биологии, общественных и гуманитарных науках). В неживой материи нет целеориентированных знаковых процессоров, а есть взаимодействующие в соответствии с физическими законами материальные структуры из элементарных физических частиц в вакууме – материальном вместилище.

4. Фундаментальные законы информатики

Последующая детализация принципов теоретической семиотики выполняется в теории знаковых процессов – в *сенсформике* = сенсорики + рефорики + моторики в виде *фундаментальных законов информатики*. Законы материального Мира – неживой природы описывают свойства и взаимодействия объектов в физическом пространстве-времени в виде фундаментальных принципов и моделей физики и химии. С законами информационного Мира ситуация сложнее. Информационная деятельность субъектов

осуществляется не только в *физическом* пространстве-времени S_R в полном соответствии с открытыми и неизвестными законами неживой материи, но и в *информационном* (знаковом) пространстве-времени S_I информационных процессов, во внутренней и внешней памяти субъектов и их процессоров, а также в *модельном* (виртуальном, семантическом, воображаемом) пространстве-времени S_M .

Информационное пространство знаков S_I выражает *синтаксический* уровень накопленной субъектами информации, модельное пространство S_M представляет *семантический* уровень знаний о решаемых проблемах и их неопределенностях, возможных искажениях, ошибках и неполноте описания реальной и виртуальной реальности. В этом воображаемом мире решаемая субъектом проблема представляется семантическими моделями *исследования* проблемных объектов, *целеполагания*, *планирования* действий, *проектирования* средств достижения целей и целевых объектов, *управления* воплощением планов и проектов как в виртуальном, гипотетическом мире S_M , так и в реальном мире S_R и S_I . Соответственно, законы информатики принимают разные формы и смыслы в пространствах – вместилищах S_R , S_I , S_M материальных, знаковых и виртуальных объектов и процессов решаемой проблемы.

Изучая окружающий мир, человек открывает законы – ограничители разнообразия природных, искусственных, общественных явлений, своего внутреннего устройства, процессов мышления и эмоций, познания и творчества. Его цель – открыть эти законы, представить в виде моделей с наибольшей полнотой и точностью, использовать в своей деятельности. Явления материального мира ограничиваются законами сохранения вещества и энергии, принципами причинности, близкодействия, необратимости. Информационные процессы дополнительно подчиняются законам целесообразности и ограничениям знаковых явлений, свойств источников, преобразователей, накопителей, потребителей

информации, а материальные носители информации и знаний подчиняются законам неживой природы.

Поиск объективных законов информатики приводит к наиболее общим формулировкам ее принципов и постулатов, базисных критериев полезности, простоты и сложности решений проблем, средств их формализации и интерпретации. Очевидно, законы информатики имеют более разнообразную семантику, чем законы неживой природы. Выделим три смысловые формы информационных законов: А – аксиома, Т – требование, конвенция, условие правильного функционирования знаковой системы и применимости ее результатов, Г – гипотеза, предположение, при котором результат будет правильным и обоснованным, это условие интерпретируемости получаемого субъектом результата в пространстве S_M .

Закон-аксиома по смыслу совпадает с законом природы, его не могут нарушить субъекты ни при каких условиях. *Закон-требование* субъект может нарушить, расторгнуть конвенцию, но при этом есть риск в потере эффективности знаковых процессов, эта форма законов подобна законам юриспруденции, их можно нарушать, но последствия этих нарушений будут оценивать субъекты языковой среды либо сам нарушитель. *Закон-гипотеза* есть метазакон, определяющий условия применимости законов и средств информатики, математики, логики и других предметик, в том числе и условия применимости постулатов и принципов, аксиом и требований. В самом деле, все знания и умения, все законы всегда условны и в строгом представлении должны содержать описания предположений, при которых они выполняют свое назначение. В разных информационных ситуациях один и тот же закон, возможно с несколько измененной формулировкой, может быть аксиомой А, требованием Т или гипотезой Г решаемой проблемы в пространствах S_R , S_I , S_M .

Выделим основные постулаты информационной деятельности – *Information Principles, InfP*, кото-

рые обеспечивают ее результативность и согласованы с постулатами системологии и семиотики.

InfP1 – постулат существования проблемных объектов: информационные процессы и результаты исследования, проектирования, управления имеют смысл, если доказано реальное или потенциальное, достижимое существование проблемных объектов в пространствах S_R, S_I, S_M .

Этот постулат устанавливает границу между наукой и квазинаукой.

InfP2 – постулат однозначной определенности знаний о проблеме, привлекаемых при ее решении: поставленная проблема имеет решение, если исходные данные имеют однозначную форму представления в пространстве S_I , а их семантика однозначно определена в пространстве S_M . Неполные, искаженные, размытые знания должны быть идеализированы и выражены *дефинициями* или *индефинициями* – однозначными моделями детерминированных и случайных неопределенностей явлений материально-информационного Мира и знаний о них.

Этот постулат устанавливает границу между полезным знанием и бесполезным субъективным псевдознанием. Информационная задача не может быть решена, если неопределенности не формализованы.

InfP3 – конструктивный критерий познания: материальное явление (скажем, шаровая молния в S_R) или информационное явление (мышление, естественный язык в S_I и S_M) познано, если оно воспроизводится в искусственной контролируемой среде с необходимой полнотой, точностью и достоверностью.

InfP4 – закон целесообразных действий: информационная деятельность субъекта в пространствах S_R, S_I, S_M будет успешной при необходимом условии *обоснованного выбора целей, критериев оптимальности их достижения и согласования действий* с принятой целевой ориентацией.

Нарушение субъектом этого закона ведет к дополнительным потерям материально-информационных ресурсов при решении стоящих проблем.

InfP5 – аксиома недостижимости предельной полноты, достоверности, точности знаний и ограниченности умений: информационные ресурсы сенсорных, рефторных, эффекторных подсистем любых субъектов ограничены по точности, скорости, памяти, объему обрабатываемой информации, при выполнении физических действий в пространствах S_R, S_I, S_M .

Из этой аксиомы – *принципа ограниченности* достижимых результатов информационно-материальной деятельности субъектов в познании и преобразении реального мира S_R, S_I следуют остальные принципы.

InfP6 – принцип вынуждения: субъект вынужден действовать и принимать определенные решения в искаженном и неопределенном информационном мире S_I, S_M .

InfP7 – принцип идеализации знаний – необходимость замены в информационном процессе истины ее подходящей оценкой, замена неопределенного вполне определенным знанием в пространствах S_I, S_M .

InfP8 – принцип последовательных приближений или *целесообразных аппроксимаций знаний и умений:* возможность повышения эффективности действий субъектов путем последовательной замены в пространствах S_I, S_M неточных информационных объектов проблемной ситуации их упрощенными *приближениями* – аппроксимациями в пределах допустимых потерь достоверности получаемых решений.

InfP9 – постулат существования разрешимых, условно разрешимых и принципиально неразрешимых корректно сформулированных проблем, решения которых недостижимы в реальном мире S_R, S_I .

Согласно информационному закону целесообразности *InfP4* цели и критерии решаемой проблемы должны учесть принцип ограниченности и следствия из него, установить уровни требуемой (приемлемой) полноты описания проблемной ситуации, точности исходных и получаемых результатов, оперативности процесса решения. Во многих задачах вполне допустимо при избыточной точности отождествить абсолютную и

относительную истину, пренебречь возможными искажениями информации в синтаксическом пространстве S_I и знаний в семантическом пространстве S_M . В других задачах отождествление недопустимо, и необходимо отделить достоверное знание от ошибочного, однозначное от неопределенного знания, информацию от дезинформации;

InfP10 – принцип обоснования адекватности знаний и решений: каждый информационный объект решаемой проблемы должен быть представлен в пространствах S_I и S_M в двух формах – *идеальной* x и *реальной* форме x^* , которые порождаются, соответственно, идеальным информационным процессом – *идеальным*, по определению, *источником знаний и информации* $G_x \rightarrow x$, и реальным информационным процессом – *реальным источником информации* $G_x^* \rightarrow x^*$, который подвержен возможным искажающим влияниям.

Для каждого вида информационного объекта строятся меры *точности, полноты, адекватности* или меры *ошибок, неопределенности, погрешности* $\Delta(x^*, x)$ реального источника, реальной формы информационного объекта. При идеализации реальных знаний, полагая их истинными, $\Delta = 0$, достаточно одной формы представления информационного объекта $x = x^*$. При отсутствии идеального источника знаний и идеального информационного объекта x , скажем, для предельно точных измерений, у которых нет эталона сравнения, мера ошибки заменяется мерой *вариативности, воспроизводимости* информационного объекта x^* , который выступает в качестве собственного эталона в однородном классе информационных ситуаций.

InfP11 – информационный принцип относительности знаний и действий: доступны наблюдениям, измерениям, вычислениям, рассуждениям, формализации, реализации в пространствах S_R, S_I, S_M лишь *сравнительные, относительные* характеристики свойств, состояний, связей, преобразований проблемных объектов в заданных базах теории предметной области, ее

понятий и выбранных эталонов (объектов сравнения) в этих пространствах, а сами источники информации и процессоры субъекта реализуют точно или приближенно эти базисы в сенсорных, реформных, эффекторных процессах и процедурах.

Поскольку выбор базисов никак не предопределен и в общем случае произволен, то возникают различные формализации одного и того же проблемного объекта и выполняется *принцип существования эквивалентных форм знаний и действий – принцип инвариантности форм – InfP12*. Из этого принципа следует необходимость в информационной деятельности соглашений между субъектами в определенной языковой среде при выборе наиболее приемлемых и эффективных форм знаний, умений, действий – *принцип А. Пуанкаре конвенциональности любых знаний – InfP13* [4].

InfP14 – аксиома открытости материально-информационных систем: идеальная изоляция проблемных объектов и процессов от неконтролируемых воздействий в пространствах S_R, S_I недостижима.

InfP15 – принцип полной информационной модели: для успешного решения корректно поставленной проблемы в пространстве S_M должны быть построены информационные модели источников, приемников, преобразователей, потребителей информации и знаний, принятия решений, а также модель последствий их реализации. Модель проблемной ситуации замкнута, а проблема имеет однозначное (определенное либо размытое) решение, если при идеализации знаний в S_M пренебрегают влиянием неконтролируемых воздействий и при переносе полученного модельного решения в пространства S_R, S_I выполняется гипотеза замкнутости решаемой проблемы в этих пространствах. Если гипотеза замкнутости оказывается ложной, то информационная задача не имеет решений.

5. Базисы метаинформатики

Проблема расширения границ применимости строгих подходов и объективированных методов информатики решается не только

формализацией ее дескриптивных принципов и законов, но и явным введением в теории предметных областей пяти базисов конструктивной формализации проблемных ситуаций [4]:

1) *семиотический базис* ПИ-КАД, в котором представляется формализованная терминсистема, онтологии, понятийные знания предметики в виде сети взаимосвязанных понятий – метазнаков П и их ИКАД-компонентов, здесь И – имя понятия, обозначение метазнака, КАД – семантика понятия, смысловое значение знака И, Д – дент (денотат), прообраз понятия, прямой смысл знака, К – конт (концепт, коннотат), образ понятия П – модель прообраза понятия в памяти субъекта, косвенный смысл знака, А – ссылочная семантика метазнака П, *семиотический адрес* понятия, связующий в пространствах S_R, S_I, S_M все смысловые компоненты понятия и обозначение И;

2) *полюсный*, структурообразующий базис РОСКИРТ системологии, определяющий описание состава, структуры произвольной системы, объекта, процесса при их анализе и синтезе (смысл компонентов, входящих в базисы системологии и информатики, определяется ниже);

3) *ролевой FSR-базис* системологии выражает функциональные, статусные и реляционные роли объектов в статике или динамике системы, в модельном описании состояний, преобразований, связей объектов и процессов системы;

4) *проблемологический базис* сенсформики $Prob = FABCDEF GS$ формального описания целевой ориентации деятельности субъекта, его средств (процессоров) и информационных критериев;

5) *базис SI информационных параметрических пространств* семантических схем сенсформики и проблемологии УУХХНАЗ.

Базисы информатики определяют различные аспекты и выделенные семантики модельного описания решаемых проблем. В семиотическом базисе уточняется семантика используемых понятий, устраняется полисемия расщеплением и формализацией смыслов

исходных описаний, человеческих и машинных понятий. В *структурно-полюсном базисе РОСКИРТ* каждое понятие и его системные прообразы – денты представляются:

- *полюсниками* – полюсными объектами РО, имеющими изолирующие оболочки C , а также полюсы, которые определяют внешние связи объектов;
- *узлами К* – местом соединения полюсов и взаимодействия полюсников;
- *идеальными связями IR* – узлами, по которым движутся и накапливаются потоковые объекты – материальные и информационные транзакты T .

В этом базисе определяется структурное описание произвольных систем и процессов в них в виде иерархий вложенных полюсников, узлов, транзактов, а также параметрическое представление их свойств и состояний. В материальных системах взаимодействие объектов в узлах определяется обобщенными законами Кирхгофа, в информационных системах связи объектов по информации и управлению определяются типовыми узловыми соотношениями [4]. Упрощенное абстрактное представление сети полюсников сводится к математической сети, гипермультиграфу, оргграфу или обыкновенному графу – простейшей структурной модели системы или процесса.

Структурное описание с учетом причинных и целевых ориентаций компонентов проблемы пополняется функционально-реляционным описанием в *ролевом FSR-базисе*. Он обеспечивает переход от предметных (содержательных) моделей к информационным и математическим моделям материальных или знаковых явлений, которые традиционно выражаются в *функциональном F-базисе* преобразований, *статусном S-базисе* параметров, свойств, состояний и *реляционном R-базисе* связей, условий и ограничений.

В *проблемологическом базисе Prob* формализуются постановки решаемых проблем заданием информационно-материальных процессоров – источников и преобразователей информации, критериев

и их моделей: сенсоров A , рефоров B , целевых операторов C (идеальных сенсоров, прецизионных систем), адекваторов и аксиоров D , оценивающих точность и полезность решений, эффекторов – исполнительных механизмов E , материальных процессоров F , накопителей материи и информации G , моделей генерации материально-информационных объектов и проблемных ситуаций – геноров H , операторов связывания вариаций и неопределенностей S .

Для построения моделей этих операторов и однозначной формализации их семантики вводится *SI-базис информационных пространств*: U – пространство причин, всех существенных влияющих факторов на проблемную и решающую системы; Y – пространство наблюдений, множество шкал сенсоров; X – пространство искомых объектов, множество шкал целевых операторов; $\hat{X}$ – пространство решений, множество шкал окончательных рефоров; H – пространство характеристик, показателей качества процесса решения проблемы и полученных результатов; A – пространство критериальных оценок решений многокритериальных задач, противоречивых требований и компромиссов; Z – пространство управлений, информационных и материальных управляющих воздействий, множество шкал управлений рефоров и эффекторов.

Углубление и детализация этих базисов информатики выполняется построением семантического базиса объективированного субъекта $obsbj$ и его искусственного интеллекта, унифицированного набора его дентообразующих и контообразующих сем – элементарных квантов смысла [4]. Подобно тому, как окончательной (базисной) семантикой анализа смыслов компонентов произвольного алгоритма и реализующей его программы служат аппаратные средства вычислительной машины, так и базисы искусственного интеллекта объективированного субъекта – системы $obsbj$ служат моделью интуиции и внутренних механизмов естественного интеллекта. Следующий важный шаг в повышении адек-

ватности описания информационных и мыслительных процессов, который призван учесть реальные искажения и неполноту всех наших знаний, состоит в переходе к размытым моделям знаний и умений, в которых каждому параметру, функции, реляции сопоставляется вероятностное распределение или генератор G , описывающие характер случайной либо детерминированной неопределенности соответствующего компонента знаний и действий субъекта.

В заключение приведем классификацию основных видов семантики фундаментальной информатики, которые выражают различные аспекты представления и моделирования информационных ситуаций, выполняя смысловые срезы, расщепление общей семантики и декомпозицию проблемы, выраженную в естественном и искусственном интеллекте. Прежде всего, смысловые структуры следует различать по степени их адекватности реальному состоянию проблемных и решающих систем. По этому признаку выделяют объективную (научную) и субъективную семантику, первая подтверждается общепринятыми средствами оценки точности и достоверности знаний, вторая представляет набор личных мнений, верований и пристрастий естественных и искусственных субъектов, сплетённых с научно обоснованными смысловыми структурами.

Будем также различать материальную семантику, которая соотносит знания с физической реальностью и адресует объекты материального универсума R_m , и семантику модельного, знакового универсума M_s , создаваемого в памяти субъектов и в пространствах S_I , S_M , в общем случае называемой информационной семантикой, выделяя в ней семиотическую, системологическую, сенсформную, проблемологическую и лингвистическую семантики и соответствующие аспекты представления мира знаний и умений в универсуме M_s . В семиотическом аспекте различают денотовую (денотатную), контовую (коннотатную) и адресно-ссылочную семантики. Дентовая семанти-

ка соотносит знания с проблемными объектами непосредственно в памяти субъекта либо адресацией вне ее, контовая семантика выражает модельное представление дентов в интеллектуальном процессе, адресно-ссылочная семантика связывает все компоненты метазнаков в пространствах S_R , S_I , S_M , заменяя адресами в знаковом процессе имена, денты или конты понятий.

В системологическом аспекте известные семантики делятся на структурные и ролевые. Структурная семантика порождает иерархические родовидовые и объектно-системные семантики отношений «часть – целое», соответственно, включения (подкласс $\subset$ класс) и принадлежности (элемент $\in$ множество). При абстрагировании иерархические структуры полюсников, узлов и их классов преобразуются в структуры математической семантики, представленные графами и математическими сетями. Ролевая семантика описывает роли объектов в интеллектуальном процессе и в проблемной системе, она разделяется по аспектам на конструктивно-процедурную (функционально-алгоритмическую, генетическую, порожденную конструктивными процессами генерации объектов, их преобразования, анализа-синтеза), дескриптивно-декларативную (реляционную, сенсформную, семическую) и атрибутивно-статусную (параметрическую) семантики.

В лингвистическом аспекте семантика проблемных ситуаций разделяется на семантику прагмы и семантику парадигмы языка предметики, при этом алфавит, лексика и синтаксис языка обладают своей внутренней семантикой, отличной от внешней семантики предметики, но обслуживают задачи ее прагмы и парадигмы. В семантику парадигмы, очевидно, включаются общие модели языковой среды предметики, а семантика прагмы содержит модели языковой среды конкретных информационных ситуаций и языковых процессов в них.

В разнообразных подходах к успешным решениям реальных проблем используется рациональные сочетания структурной и параметри-

ческой, конструктивной и дескриптивной семантики формализованных моделей объектов и процессов проблемных ситуаций. Адекватное описание семантики языков предметных областей является актуальной проблемой информационных теорий и информатики в целом.

Выводы

Фундаментальная информатика (альтернативный термин – ме-

таинформатика) призвана создать унифицированный язык науки – предельно объективного описания явлений живой и неживой природы, расширить поиск и формализацию оснований информатики, законов информационного мира и их отличий от законов неживой материи, разработать информационную теорию интеллекта.

Принципы и базисы метаинформатики охватывают системоло-

гические и семиотические аксиомы и постулаты, а также конструктивные средства информационных теорий. В данной работе определены цели и задачи фундаментальной информатики, сформулированы основные законы информационного мира, определены конструктивные базисы информационных объектов и процессов. Приведена классификация видов семантики знаний и умений.

Литература

1. *Колин К.К.* Природа информации и философские основы информатики // Открытое образование. 2005. № 2 (49). – С. 43–51.
2. Computational Science: Ensuring America's Competitiveness / President's Information Technology Advisory Committee. May 27, 2005.
3. *Колин К.К.* Становление информатики как фундаментальной науки и комплексной научной проблемы // Системы и средства информатики. – М.: Институт проблем информатики, 2006. С. 7–58.
4. *Зверев Г.Н.* Теоретическая информатика и ее основания: в двух томах. – М.: Физматлит, Т. 1, 2007. – 592 с.; Т. 2, 2009. – 576 с.
5. *Колин К.К.* Теоретические проблемы информатики. Т. 1: Актуальные философские проблемы информатики / под общ. ред. К.И. Курбакова. – М.: КОС•ИНФ, 2009. – 222 с.
6. *Зверев Г.Н.* О термине «информация» и месте теоретической информатики в структуре современной науки // Открытое образование. 2010. № 2 (79). – С. 48–62.
7. *Зверев Г.Н.* Метаинформатика, искусственный интеллект и основания языка науки // Интеллектуальные системы управления / под ред. акад. РАН С.Н. Васильева. – М.: Машиностроение, 2010. – С. 7–16.
8. *Зверев Г.Н.* Теоретическая информатика в основаниях математики и логики // Вестник УГАТУ. 2004. Т. 5, № 1 (9). – С. 141–153.

К вопросу о контроле элементов дисциплинарных компетенций в рамках основной образовательной программы (на примере технических направлений подготовки)

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. Сформулирован подход к формированию иерархической модели построения тестовых заданий проверки элементов компетенций, приведены иллюстрирующие примеры. Показано применение предлагаемого интегродифференциального критерия оценки элементов компетенций для повышения эффективности управления учебным процессом. 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: компонентная структура компетенции, элементы дисциплинарной компетенции, объекты контроля, тестовое задание, критерии оценки.

TO THE QUESTION ABOUT THE DISCIPLINE COMPETENCE ELEMENTS CONTROL AT THE BASIC EDUCATIONAL PROGRAM (ON THE TECHNICAL PROGRAMS EXAMPLE)

In this article we suggest approaches to the solutions of the 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 approach to the competence elements control tests creation hierarchical model forming is formulated, illustrating examples are given. The suggested approaches are in 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: component competence structure, discipline competence elements, objects of control, test, marking criteria.

1. Актуальность проблемы. Постановка задачи

В связи с переходом на Федеральные государственные образовательные стандарты нового (третьего) поколения (ФГОС-3) произошло обращение к «компетентностной» парадигме Высшего профессионального образования (ВПО). Объектом, который должен быть сформирован, а по завершении обучения оценен, является компетенция, а точнее, их определенным образом сгруппированная совокупность. Каждая компетенция раскрывает способность (готовность) выпускника к конкретному фрагменту его профессиональной деятельности, с учетом социаль-

ных и личностных сопутствующих свойств [1]. Компетенция формируется по частям (дисциплинарным компетенциям – ДК) в процессе изучения студентом определенного набора учебных дисциплин.

Проблема формирования компетенций решается через реализацию у студента, с использованием обоснованно и осознанно выбранных видов аудиторной и самостоятельной работы, соответствующей компонентной структуры (знаний, умений, владений), а также навыков и опыта их практического применения. Каждый компонент, в свою очередь, состоит из набора элементов (будем называть их в дальнейшем «элементами ДК», под-

разумевая по умолчанию их принадлежность компоненту). При их формировании применимы традиционные образовательные технологии, например, лекции, семинары, лабораторные практикумы, курсовое проектирование, выполнение выпускной квалификационной работы, различные виды практик на рабочих местах базовых производственных предприятий и т.п. Однако при переходе к ФГОС-3 повышается роль новых образовательных технологий, таких как интерактивные формы проведения аудиторных занятий, дистанционное образование, методически эффективно организованная самостоятельная работа, самопроверка, тестовое



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 Automatic and telemechanics»
department
Tel.: 8 (342) 239-18-16
E-mail: kel@at.pstu.ru
The Perm national research
polytechnical university
<http://at.pstu.ru>

диагностирование и т.д. Основная задача заключается в подборе для формирования элементов ДК таких видов работы студентов, чтобы обеспечить требуемый (с учетом системы ограничений и допущений) уровень освоения.

Переход к организации учебного процесса на основе компетентностной парадигмы требует решения ряда проблем. Одной из таких проблем, недостаточно освещенных в отечественных публикациях, является сложная задача оценки уровня освоения компетенций. Очевидно, что указанная задача является многокритериальной, многопараметрической, поэтому слабоформализуемой и не имеющей единого общего решения.

В связи с изложенным целью настоящей статьи заявляется решение ряда частных задач, связанных с контролем и оценкой сформированных у выпускника компетенций и их составляющих (дисциплинарных компетенций и их элементов), а именно:

1. Рассмотреть подход к оценке уровня освоения компетенций через оценки их составных элементов (дисциплинарных компетенций и их элементов).
2. Определить формы и средства контроля элементов компетенций.
3. Предложить подход к построению тестовых заданий с учетом иерархической модели формирования элементов компетенций.
4. Предложить применение шкал оценивания для решения задачи многоконтурного управления качественными показателями учебного процесса.

В качестве условий реализации предложенного подхода к решению указанных частных задач выбрана учебная дисциплина, как наиболее типовая структурная единица основной образовательной программы. Результаты применения предложенного подхода используются 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. Иерархический подход к формированию, контролю и оценке уровня освоения элементов дисциплинарных компетенций

Для оценки уровня освоения компетенций необходимо выбрать средства и методы контроля элементов компетенций. Данная задача связана с формами контроля, при помощи которых можно проверить, сформировались ли в процессе работы студентов (аудиторной или самостоятельной) закреплённые за ними элементы и как именно. Это необходимо для проведения текущей аттестации, а также для управления качеством учебного процесса (выявление слабых мест в подготовке, сложных для понимания вопросов, недостаточно четкого и доступного методического обеспечения, соотношения трудоемкости и номенклатуры аудиторной и самостоятельной работы и т.д.).

Контроль проводится с целью установления уровня компетенций студентов путем оценивания их составляющих – частей и элементов. Для этого авторами предложена методика применения интегро-дифференциального критерия (ИДК) [2], реализующего иерархический подход к вычислению оценок. ИДК позволяет получить дифференциальные оценки каждого уровня, а затем «свернуть» («склеить») их в интегральную оценку с учетом «важности» («вклада», «веса») соответствующих компонентов. Для единообразия в оценивании должна быть выбрана фиксированная для всех уровней иерархии нормализованная шкала, например $[0 \div 1]$.

Для дисциплины на соответствующем уровне иерархии необходимо сформировать оценки закреплённых за ней частей компетенций (дисциплинарных компетенций), которые в дальнейшем позволят рассчитать оценку для каждой компетенции. Оценка части компетенции проводится через линейную свертку оценок составляющих ее элементов (ЗУВ).



Владимир Исаакович Фрейман,
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
The Perm national research
polytechnical university
http://at.pstu.ru



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

Для единообразия представления все формы контроля элементов дисциплинарных компетенций (знаний, умений и владений) могут быть представлены как результаты выполнения тестовых заданий. Например, для контроля знаний используется тест закрытого типа (выбор одного или нескольких правильных вариантов из предложенного перечня). Контроль умений может быть организован через самостоятельно выполняемые домашние задания, например, в виде расчетно-графических работ, результаты которых тоже можно представить как результаты теста открытого типа (с вписываемыми студентами ответами), либо через оценку педагога.

Лабораторная работа, как один из наиболее сложных и важных компонентов учебного процесса (особенно для технических направлений подготовки), должна, с нашей точки зрения, быть организована с учетом системного подхода, а именно:

1. Имеет сквозной и/или междисциплинарный характер; при этом отдельные части комплексного технического задания могут быть представлены как самостоятельные лабораторные работы.
2. Выдается индивидуальное учебное техническое задание каждому студенту.
3. Сопровождается эффективным методическим обеспечением, позволяющим самостоятельно изучить, например, инструментальную среду.
4. Организуется тест допуска.
5. Проводится с возможностью свободного доступа к ресурсам

(например, серверу) для ее завершения (выполнения расчетов, формирования выводов, представления результатов, оформления и т.д.).

6. Осуществляются консультации, в том числе дистанционно.

7. Проводится отдельно защита каждой лабораторной работы (частей комплексного технического задания), а по завершении всего цикла – всей работы.

Защита лабораторной работы тоже может быть представлена как комплексное тестовое задание, в рамках которого оценивается выполнение каждого этапа (защита теории, описание лабораторного оборудования, пояснение методики выполнения, обоснование результатов, демонстрация практической части и т.п.).

Из вышесказанного следует, что можно условно обозначать соответствующие задания как, например, тест знаний (ТЗ), тест умений (ТУ), тест владений (ТВ).

Примем, что компонентная структура построена по иерархическому принципу: знания (З) участвуют в формировании умений (У), а умения – в формировании владений (В). Указанная структура отвечает компонентному подходу, ориентированному на приоритет «деятельностной» составляющей подготовки студентов. С формальной точки зрения это означает, что знания входят в состав умений, а умения – в состав владений.

Компонентная структура дисциплинарной компетенции, а также средства формирования и контроля элементов компетенции, с учетом иерархического принципа построения принятой модели, приведены

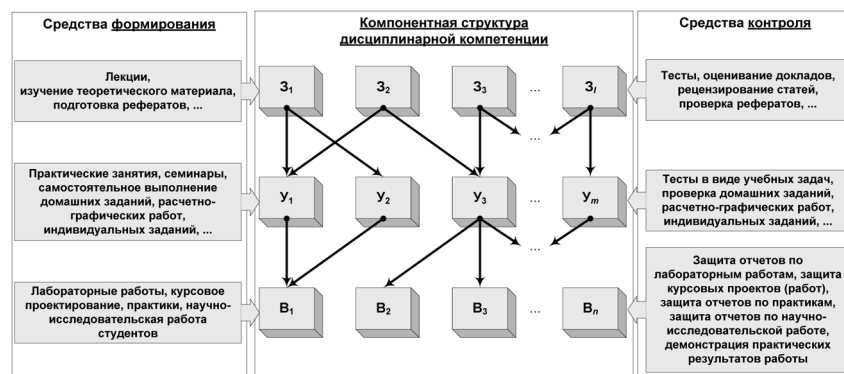


Рис. 1. Модель формирования и контроля компонентной структуры дисциплинарной компетенции

на рис. 1. Для большинства компетенций логичным, на наш взгляд, является следующее соотношение: $l > m > n$. Объектами контроля являются элементы ЗУВ, а средствами – тестовые задания в соответствующей форме. В предлагаемой трехуровневой модели количество связей каждого уровня ограничено для уменьшения размерности и регуляризации структуры исходной модели.

При реализации примеров средств формирования присутствуют определенные допущения. Например, лабораторные работы включены как средство формирования владений. Но можно выделить два вида лабораторных работ: «учебные», построенные на физических или виртуальных лабораторных стендах, и «реальные», построенные на промышленном оборудовании. Поэтому первая группа лабораторных работ может быть отнесена и к элементу «Умения», так же как и соответствующие ей средства контроля (допуск, проверка отчета и защита лабораторной работы). Те же соображения могут быть применены к курсовому проектированию по виду технического задания: учебное или приближенное к реальному профилю. Для того чтобы курсовое проектирование, практики, выполнение выпускной квалификационной работы могли быть полноценно отнесены к формированию и контролю элемента «Владение», необходимо согласовать их тематику с потенциальными работодателями [3].

Иерархическая структура компетенции влияет на методику проектирования тестовых (контрольных) заданий. Это проявляется в том, что тестовое задание для элемента более высокого уровня иерархии включает в себя фрагменты тестового задания для элемента более низкого уровня иерархии. Такая вложенность позволяет спроектировать функционально-полный базис (ФПБ) элементарных проверок для формирования тестовых заданий следующего уровня сложности. Причем очевидно, что объем и уровень сложности тестового задания должен соответствовать уровню элемента компетенции.

Данная задача, таким образом, сводится к составлению совокупности тестовых заданий (дополняемых при необходимости) для контроля уровня освоения компетенций по оценке элементов составляющих их дисциплинарных компетенций. Научный и практический интерес представляют безусловные и условные алгоритмы построения тестов, в которых уменьшается размер тестовой совокупности при сохранении точности (полноты покрытия), что требует построения адекватной диагностической модели. При этом становится возможным использовать в тестовых заданиях текущего уровня фрагменты тестовых заданий предшествующего уровня. Отметим, что вопросы синтеза элементарных тестов и комплексных тестовых заданий, а также безусловных и условных процедур по проверке уровня освоения элементов компетенций с использованием автоматизированных систем контроля, в научно-методической литературе недостаточно освещены и требуют дальнейших исследований.

Вся процедура тестового диагностирования может быть построена через проверку элементов каждого уровня иерархии учебного процесса с выделением и анализом промежуточных результатов проверки элементов нижележащих уровней. Это позволит сделать тест системным. При этом подробная детализация оценок для всех элементов, охваченных тестовым заданием, даст возможность выявить наиболее «слабые» звенья учебного процесса с точки зрения освоения, что позволит сформировать список необходимых корректирующих мероприятий (методических материалов, консультаций, пересдач, дополнительной отработки и т.д.).

Проиллюстрируем изложенные в данном разделе рекомендации по формированию иерархии тестовых заданий проверки элементов одной дисциплинарной компетенции, используя иерархическую модель представления дисциплинарной компетенции. Сделаем это на примере формирования тестовых заданий для элементов дисциплинарной компетенции, закрепленной за

профильной дисциплиной «Общая теория связи» учебного плана направления подготовки 210700 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (бакалавриат) [4].

Компетенция 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.

Дисциплинарная компетенция ПК-18-1: способен обосновать и применить способы обеспечения требуемых вероятностных характеристик достоверности передачи данных в инфокоммуникационных сетях.

Элементы дисциплинарной компетенции:

Знать:

Z_1 – способы оценки вероятностно-временных характеристик достоверности систем передачи с заданной статистикой ошибок;

Z_2 – основные соотношения для расчета параметров систем передачи, использующих различные способы повышения помехоустойчивости;

Z_3 – структурные методы повышения помехоустойчивости;

Z_4 – подходы к реализации кодирующих и декодирующих устройств помехоустойчивых кодов в заданном аппаратно-программном базисе.

Уметь:

U_1 – рассчитать параметры и вероятностно-временные характеристики систем передачи, использующих помехоустойчивое кодирование;

U_2 – построить и промоделировать работу кодирующих и декодирующих устройств помехоустойчивых кодов.

Владеть:

V_1 – навыками проектирования систем передачи с требуемыми показателями достоверности в заданном аппаратно-программном базисе.

На рис. 2 показана модель иерархической структуры формирования элементов дисциплинарной компетенции для рассматриваемого примера. Также возможен вариант

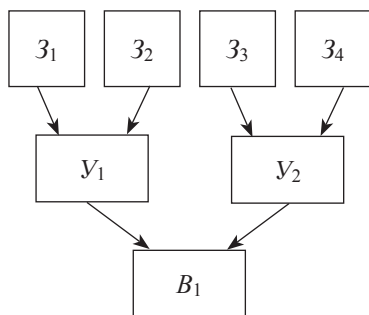


Рис. 2. Граф модели формирования элементов дисциплинарной компетенции

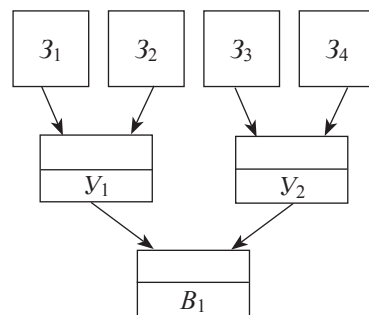


Рис. 3. Граф модели формирования системных тестовых заданий для контроля элементов дисциплинарной компетенции

структуры, когда имеют места разветвления (один элемент участвует в формировании нескольких элементов следующего уровня иерархии). Очевидно, что формулировки элементов могут быть подобраны для реализации обеих топологий. Первая структура представляется более удобной для формирования тестовых заданий, однако вторая позволит уменьшить количество элементов (укрупнить формулировки), что приведет к соответствующему уменьшению количества тестов. Выбор модели структуры выполняет разработчик рабочей программы дисциплины.

В соответствии с рассматриваемым примером и рис. 2. проиллюстрируем модель формирования тестовых заданий для контроля элементов дисциплинарной компетенции (рис. 3). Отметим, что модели, приведенные на рис. 2 и 3, могут быть дополнены за счет добавления новых связей между первым и вторым, вторым и третьим уровнями.

Таким образом, при формировании тестовых заданий для умений и владений, кроме составляющих их из предыдущего уровня иерархии слоя элементов, используются элементы собственно данного уровня. Очевидно, что умения требуют не только знаний, но и их правильного использования для решения учебных задач (например, выбрать нужную формулу, методику, критерий, выполнить расчет, сравнить результаты и т.п.). Владения предусматривают применение знаний и умений при решении сформулированных в предметной области практических задач, с элементами внедрения

и реализации (например, выбрать базис реализации, разработать схему, написать программу, провести моделирование, обосновать выбор и т.п.). Следовательно, процедура построения тестовых заданий является итеративной. В ней нулевая итерация строится с использованием упрощенных строго структурированных моделей, типа представленных на рис. 2, 3.

Для построения тестовых заданий для каждого объекта контроля необходимо выделить параметры, которые подвергаются проверке, а также разработать критерии их количественной оценки.

Далее приведем примеры содержания тестовых заданий:

1) тестовые задания для проверки элементов Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 представляют собой проверку знания определений, теорем, параметров, характеристик, формул и т.д.;

2) тестовое задание для проверки элемента Y_1 :

– определить вероятностно-временные характеристики системы передачи с заданными параметрами (используются знания из Z_1 плюс числовые исходные данные),

– рассчитать параметры заданного способа повышения помехоустойчивости (используются знания из Z_2 плюс числовые исходные данные);

3) тестовое задание для проверки элемента Y_2 :

– сравнить результаты применения различных структурных методов повышения помехоустойчивости (используются знания из Z_3 плюс числовые исходные данные),

– построить, промоделировать и оценить сложность аппаратно-прог-

рамной реализации кодирующих и декодирующих устройств помехоустойчивых кодов (используются знания из Z_4 плюс числовые исходные данные);

4) тестовое задание для проверки элемента B_1 :

– обосновать выбор метода повышения помехоустойчивости по техническим, временным и вероятностным критериям, удовлетворяющим заданные требования (используются знания и умения предшествующих уровней, в частности, Y_1 плюс числовые исходные данные плюс критерии сравнения),

– спроектировать и реализовать структурную и функциональную схемы системы передачи, реализующие выбранный метод обеспечения помехоустойчивости, и их основные компоненты в заданном элементном базисе реализации, а также промоделировать их работу (используются знания и умения предшествующих уровней, в частности, Y_2 плюс числовые исходные данные плюс умения применить заданный элементный базис).

Из рассмотренного примера видно, что в содержание каждого тестового задания входят фрагменты тестовых заданий составляющих его элементов. Это облегчает формирование тестового задания, увеличивает количество вариантов заданий, позволяет оценить каждый компонент.

Каждый элемент части компетенции представляет собой линейную свертку результатов проверки его составляющих, распределенных по способам формирования и средствам контроля. Например, знания могут быть проверены и оценены по результатам реализации теста знаний (ТЗ), умения – по выполненным домашним заданиям (ТУ), владения – по демонстрации выполнения лабораторных работ или курсового проектирования (ТВ). Для этого в каждом элементе должны быть выделены объекты контроля (проверки) и оценки: структуры, протоколы, алгоритмы, методы, инструментарий и т.п. Порядок оценивания должен быть специально определен, например, в рамках отдельного документа с

названием типа «Методические указания по применению средств контроля и оценивания дисциплинарных компетенций и их элементов» в составе учебно-методического комплекса дисциплины. Этот документ подготавливается разработчиком рабочей программы дисциплины с учетом ее содержания, места в учебном процессе, форм аудиторной и самостоятельной работы студентов и т.д. и предназначен как для преподавателя (например, для разработки базы тестовых заданий), так и для студента (основные объекты изучения в данной дисциплине).

Пример структуры соответствия элементов компонентной структуры одной дисциплинарной компетенции и сопутствующих форм и средств контроля представлен в табл. Таблица построена для рассматриваемой в качестве примера учебной дисциплины в предположении, что знания контролируются тестами (например, по темам лекций, количеством N_T), умения – проверкой домашних заданий количеством $N_{ДЗ}$, владения – защитой лабораторных работ количеством $N_{ЛР}$ и курсовым проектированием.

В простейшем случае, когда каждый элемент одной компоненты дисциплинарной компетенции проверяется только одним контролирующим заданием, количество тестовых заданий равно количеству элементов дисциплинарной компетенции (ЗУВ). В случае если один тест покрывает несколько элементов компетенции, в таблицу могут заноситься оценки для каждого элемента. Они формируются элементарными проверками (ЭП), каждая из которых предназначена

для проверки и оценивания только одного элемента. Для теста, например, это может быть группа тестовых вопросов, контролирующих конкретный элемент, для домашнего задания – фрагменты, в которых решаются частные задачи проверки и оценивания конкретного элемента и т.д. Тогда в интегральную оценку соответствующего элемента (по горизонтали таблицы) будут входить дифференциальные оценки элементарных проверок, что сделает результат более объективным и адекватным. Таким образом, в табл. каждая ячейка заполняется как результат элементарной проверки, покрывающей только один элемент компетенции. Это – диагностический тест с максимальной глубиной локализации (до элемента ДК).

Количество, содержание и структура тестов может быть переменной в зависимости от конкретной задачи проверки. Например, при формировании тестов, каждый из которых охватывает несколько элементов, снижается общее количество тестов, но ухудшается глубина локализации неувоенных студентом вопросов (тем, разделов и т.п.). Такой подход эффективно применять при рубежной аттестации (зачет, экзамен по модулю, разделу или дисциплине), где важен только результат. В процессе текущей аттестации (или при самоконтроле) нужно постараться дать студенту информацию для коррекции пробелов с максимальной глубиной локализации.

Для оценки результатов освоения компетенций в рамках конкретного вида работы составляется интегральная оценка по соответствующим элементам компонентов

дисциплинарных компетенций (по вертикали табл.). Для некоторых видов работы оценка может быть получена непосредственно из первоначальной таблицы (например, можно сформировать оценку за домашнее задание, лабораторную работу, курсовой проект и т.д.). В противном случае, например, для тестирования знаний, можно в соответствии с приведенной выше методикой разбить тест на элементарные проверки (группы вопросов) по тематике конкретной лекции (или конкретной темы). Тогда каждый элементарный тест оценит закрепленные за ним элементы. В документе «Методические указания по применению средств контроля и оценивания закрепленных дисциплинарных компетенций и их элементов» должно быть приведено развернутое представление табл., где наряду с элементами компонентов дисциплинарных компетенций для них должны быть указаны объекты контроля и способы их оценивания [5]. Допустимы различные варианты свертки, отличающиеся сложностью вычисления, полнотой покрытия, глубиной (точностью) локализации и т.д.

После выделения объектов контроля и проверяемых параметров необходимо разработать методику оценки результатов тестового диагностирования. Далее рассматриваются предлагаемые подходы к решению данной частной задачи.

3. Оценка результатов проверки элементов компетенций

Как было сказано выше, для формирования оценки предлагается применить интегро-дифференциальный критерий [2]. При этом подходе оценка элемента дисциплинарной компетенции складывается из оценок совокупности соответствующих ему элементарных проверок:

$$O(\mathcal{E}L_k) = \sum_{i=1}^r \tilde{O}(\Phi K_i^{\mathcal{E}L_k}), \quad (1)$$

где $O(\mathcal{E}L_k)$ – интегральная оценка результатов тестирования уровня освоения проверяемого элемента компетенции; $\mathcal{E}L_k$ – оцениваемый элемент компонента дисциплинарной компетенции (З, У или В); $\tilde{O}(\Phi K_i^{\mathcal{E}L_k})$ – взвешен-

Таблица 1

ФСК	ЗУВ	Формы и средства контроля (ФСК)											
		ТЗ				ТУ				ТВ			
		T ₁	T ₂	...	N _T	1	2	...	N _{ДЗ}	1	2	...	N _{ЛР} КП
ИК-1.ИД	З ₁	+	+	...				...				...	
	З _i		+	...	+			...				...	
	У ₁			...		+		...					
	У _m			...				...	+			...	
	В ₁			...				...		+		...	+
	В _n			...				...				...	+
				...				...				...	+

ная дифференциальная оценка результатов контроля проверяемого элемента ЭЛ_k с использованием i -й формы контроля $\Phi K_i^{\text{ЭЛ}_k}$, т.е. оценка, нормализованная в выбранном диапазоне [0, 1], умноженная на весовой коэффициент (показатель важности); $\Phi K_i^{\text{ЭЛ}_k}$ – i -я форма контроля проверяемого элемента ЭЛ_k; r – количество форм контроля (элементарных проверок) для проверяемого элемента ЭЛ_k.

Для всех весовых коэффициентов (показателей важности) выполняется условие нормирования: сумма всех коэффициентов при дифференциальных оценках форм контроля равна 1. Весовые коэффициенты определяются экспертами. Для оценок используются шкалы одинаковой размерности, принятой в диапазоне [0 ÷ 1].

Полученное множество интегральных оценок элементов можно использовать в качестве дифференциальных для следующего уровня иерархии. Далее можно рассчитать оценки сформированных в рамках данной дисциплины или раздела частей компетенций (дисциплинарных компетенций). Затем можно оценить уровень освоения каждой компетенции с учетом оценок частей, сформированных в разных дисциплинах (например, в конце теоретического обучения). При необходимости в конце обучения на основании оценок всех компетенций и с учетом результатов итоговой государственной аттестации можно оценить уровень освоения студентом всей основной образовательной программы.

При решении задачи повышения качества образования важным представляется проверить и оценить не только элементы компетенций, но и эффективность формирующих компонентов (видов работы), а также адекватность средств контроля. Применение методики такой оценки позволит:

- детализировать слабые места в осваиваемых элементах компетенций;
- выявить слабо методически организованные виды аудиторной или самостоятельной работы;
- определить эффективность и недостатки (корректность контролируемых заданий, соот-

ветствие сложности задания отводимым для его решения временным рамкам, полноту охвата материала и т.п.) алгоритмического, информационного и программного обеспечения диагностических средств контроля в составе автоматизированной системы тестового диагностирования компетенций (АСТДК); – повысить полноту и локализирующую способность диагностических тестов и других составляющих учебного процесса, формирующих и контролируемых компетенций.

Согласно применяемому интегро-дифференциальному критерию интегральная оценка дисциплинарной компетенции $O(ДК)$, а впоследствии и всей компетенции, формируется как линейная свертка дифференциальных оценок входящих в ее состав элементов $O(3_i)$, $O(Y_i)$, $O(B_i)$:

$$\begin{aligned} O(ДК) &= \alpha \cdot \sum_{i=1}^l \alpha_i \cdot O(3_i) + \\ &+ \beta \cdot \sum_{i=1}^m \beta_i \cdot O(Y_i) + \gamma \cdot \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot O(B_i) = \\ &= \alpha \cdot \sum_{i=1}^l \alpha_i \cdot \sum_{j=1}^{r_i} \alpha_{ij} \cdot O(\Phi K_j^{3_i}) + (2) \\ &+ \beta \cdot \sum_{i=1}^m \beta_i \cdot \sum_{j=1}^{s_i} \beta_{ij} \cdot O(\Phi K_j^{Y_i}) + \\ &+ \gamma \cdot \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot \sum_{j=1}^{t_i} \gamma_{ij} \cdot O(\Phi K_j^{B_i}), \end{aligned}$$

где α, β, γ – экспертные весовые коэффициенты соответствующих компонентов компетенций; $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$ – экспертные весовые коэффициенты соответствующих элементов компетенций; $\alpha_{ij}, \beta_{ij}, \gamma_{ij}$ – экспертные весовые коэффициенты определяющих дифференциальные оценки форм контроля ДК; r_i, s_i, t_i – количество форм контроля, участвующих в формировании дифференциальной оценки i -го элемента компетенции. Весовые коэффициенты и шкалы оценок удовлетворяют требованиям, предъявленным в пояснениях к формуле (1).

Интегро-дифференциальный критерий можно применять и для решения других задач, например, для оценки формы контроля с целью проверки адекватности уровня сложности и способов формирования соответствующих элементов компетенций. Это можно сделать,

например, путем расчета усредненной оценки по группе студентов для конкретного средства контроля (теста, домашнего задания, лабораторной работы, курсового проекта и т.п.).

С использованием предложенного подхода к выбору адекватных (с точки зрения сложности реализации и корректности) средств контроля и оценке элементов дисциплинарных компетенций можно определить уровень освоения компетенций, что является одной из основных задач при переходе системы высшего профессионального образования на Федеральные образовательные стандарты третьего поколения. Предложенные виды контроля можно использовать при организации обратной связи на различных этапах образовательного процесса. Студенту предоставляется возможность выявить и скорректировать показатели уровня освоения элементов ДК в рамках предлагаемых ему дополнительных образовательных возможностей с учетом ограниченности временных, педагогических и материально-технических ресурсов.

Предлагаемые в статье решения поставленных частных задач находятся на этапе частичной 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 подходы и результаты решения поставленных частных задач контроля и оценки уровня освоения элементов компонентов дисциплинарных компетенций в рамках учебной дисциплины в составе основной образовательной программы:

1. Сформулирован иерархический подход к построению моделей формирования и системных тестовых заданий для проверки уровня освоения элементов компонентов ДК, приведены примеры. Предложенный подход даст возможность обеспечить строгую взаимосвязь между средствами формирования и

контроля элементов ДК для организации эффективной многоконтурной системы управления учебным процессом.

2. Предложена методика построения матрицы соответствия форм контроля и элементов компонентов дисциплинарных компетенций, с учетом иерархического представления компонентной структуры дисциплинарной компетенции. Это

позволит формализовать и оптимизировать итеративную процедуру создания тестовых заданий для заданной глубины локализации, уровня сложности и покрывающей способности тестов.

3. Показано применение интегро-дифференциального критерия для количественной оценки элементов и дисциплинарных компетенций.

4. Показано, что в полном объеме поставленные частные переборные задачи эффективно решать с использованием современных методических, алгоритмических и программно-аппаратных ресурсов автоматизированной системы АС-ТДК.

5. Указаны место и условия апробации полученных результатов.

Литература

1. 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.
2. Кон Е.Л., Фрейман В.И., Южаков А.А. Оценка качества формирования компетенций студентов технических вузов при двухуровневой системе обучения // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития '2012: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф., 2–12 октября 2012 г. – Одесса: КУПРИЕНКО, 2012. – Т. 9. – С. 39–41.
3. 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.
4. Фрейман В.И. Разработка учебно-методического комплекса дисциплины в соответствии с ФГОС нового поколения // Вестник Пермского государственного технического университета. Электроника, информационные технологии, системы управления. – 2009. – № 3. – С. 47–50.
5. 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.

О реализации дидактических принципов обучения математике студентов естественнонаучного направления педагогического вуза

В работе описаны способы реализации дидактических принципов современной математической подготовки студентов педвузов. Построены модель интеграции школы и педвуза, вертикальная модель непрерывной математической деятельности студентов, структурная модель математической подготовки, информационно-образовательная предметная среда по математике системы «школа – педвуз».

Ключевые слова: математическая подготовка в педвузе, принципы обучения студентов математике, информационно-образовательная предметная среда.

IMPLEMENTATION OF DIDACTIC PRINCIPLES IN TEACHING MATHEMATICS TO STUDENTS OF NATURAL-SCIENCE SPECIALISM IN PEDAGOGICAL UNIVERSITIES

The current work presents description of implementation of didactic principles in teaching Mathematics to students of natural-science specialism in pedagogical universities. The model of school and pedagogical university integration, the vertical model of continuous mathematical activity of students, the structural model of mathematical training, the information and educational subject environment on mathematics of school - pedagogical university system are constructed.

Keywords: mathematical preparation in pedagogical university, the principles of training of students to mathematics, the information and educational subject environment.

Введение

Анализ состояния математической подготовки студентов педагогического вуза показал, что она не в полной мере соответствует новым тенденциям совершенствования и развития современного математического образования, отраженным в Национальной образовательной доктрине Российской Федерации (до 2025 г.), проекте «Концепции математического образования в 12-летней школе», в Национальной образовательной инициативе «Наша новая школа» (2008 г.).

Многие выпускники педвуза недостаточно владеют той частью математического содержания, которая обеспечивает уверенность в решении нестандартных задач профильных дисциплин и обучении школьников поиску подходов к решению таких задач; не имеют должного опыта применения метода математического моделирования

в профильных областях; не способны продуктивно работать в условиях новых информационно-образовательных технологий.

Существующие методические системы обучения математике учащихся и студентов педвузов не соответствуют новым требованиям информационного общества и государственных образовательных документов. В условиях информатизации общества, последних открытий в области психологии, ИКТ, искусственного интеллекта, исследований разума особенно остро ощущается необходимость определить дидактические принципы непрерывной математической подготовки в системе «школа – педвуз» и условия их реализации.

Особенно важным этот вопрос представляется для естественнонаучного образования. Необходимо внести изменения в традиционные методические системы математи-

ческой подготовки будущих учителей естественно-научных дисциплин.

На современном информационном этапе развития общества, с нашей точки зрения, целесообразно формировать дидактические принципы обучения математике с позиций информационного подхода.

Под **информационным подходом** в обучении мы понимаем совокупность положений и принципов, определяющих информационные процессы восприятия, запоминания и обработки обучающей информации [1, 2]. Подход позволяет рассмотреть процесс обучения в целом, и обучение математике в частности, на основе информационной пространственно-временной модели мышления [3]. Предложенная модель мышления позволила уточнить основные принципы обучения студентов нематематического профиля. В условиях информатизации,



Татьяна Павловна Пушкарёва,
канд. физ.-мат. наук, доцент
Тел.: 8 (913) 197-06-86
Эл. почта: a_tatianka@mail.ru
Красноярский государственный
педагогический университет
им. В.П. Астафьева
www.kspu.ru

Tatyana P. Pushkaryeva,
Associate professor
Тел.: 8 (913) 197-06-86
E-mail: a_tatianka@mail.ru
Krasnoyarsk state
pedagogical university
of V.P. Astafyev
www.kspu.ru

информационно-образовательных предметных сред возникает возможность реализовать эти уточненные принципы. Однако в настоящее время отсутствует механизм их реализации. В данной работе предлагаются способы реализации обновленных дидактических принципов обучения математике студентов естественно-научного направления педвуза.

1. Дидактические принципы математической подготовки

Как было показано в [3], в современных условиях к основным дидактическим принципам обучения математике студентов естественно-научного направления педвуза следует отнести следующие принципы.

1. *Иерархическая непрерывность обучения математике в пространстве и во времени.*

Удовлетворения этого принципа можно достичь при выполнении следующих условий:

- единство системы целей и содержания математического образования – предполагает построение единой системы целей и содержания образования на всем протяжении обучения математике от начальных классов в школе до вузовского, а затем послевузовского обучения;
- единая образовательная среда – предполагает объединение информационных, материальных, технических и интеллектуальных ресурсов школы и вуза, создание единой учебной информационной предметной среды, обеспечивающей преемственность школьных и вузовских учебников по математике; связь с научными институтами; универсальность контроля и диагностики знаний школьника и студента, организацию непрерывной исследовательской деятельности обучающихся;
- концентричность отбора содержания – предполагает ступенчатое, многоуровневое построение содержания математики, начиная с понятийного, «интуитивного» уровня с последующим углублением изучения дисциплины (базовый, про-

граммный, творческий уровень и т.д.).

2. *Профильная интегрированность и прикладная направленность содержания матподготовки.*

Для удовлетворения этого принципа необходимы:

- междисциплинарность содержания – раскрывает логико-содержательные связи математики с другими дисциплинами (например, химией);
- интегрированные с математикой профильные курсы, основанные на методе математического моделирования, – обеспечат усиление внутренней и внешней мотивации к освоению математических знаний, самостоятельность, активность, реализацию личностно ориентированных дидактических принципов.

3. *Образность восприятия математической информации и знаний в пространстве и во времени.*

Удовлетворение данного принципа возможно при условии:

- использования методов динамической визуализации математической информации и знаний (концептуальные карты, анимации, электронные учебные материалы и т.п.);
- использовании новых информационных технологий.

4. *Доминантность развития интуитивного мышления.*

Для выполнения этого принципа необходимо использование метода системной динамики в содержании и средствах обучения (подбор специальных заданий, задач, имитационное и математическое моделирование).

2. Способы реализации обновленных дидактических принципов

Существующие модели образовательного процесса в педагогических вузах имеют «горизонтальный формат» построения учебного процесса, слабо связаны с научно-исследовательской деятельностью студентов и с будущими работодателями – школами. Мотивацией к совместной деятельности школы и вуза являются их цели и проблемы.

Нами предложена модель интеграции школы и педагогического

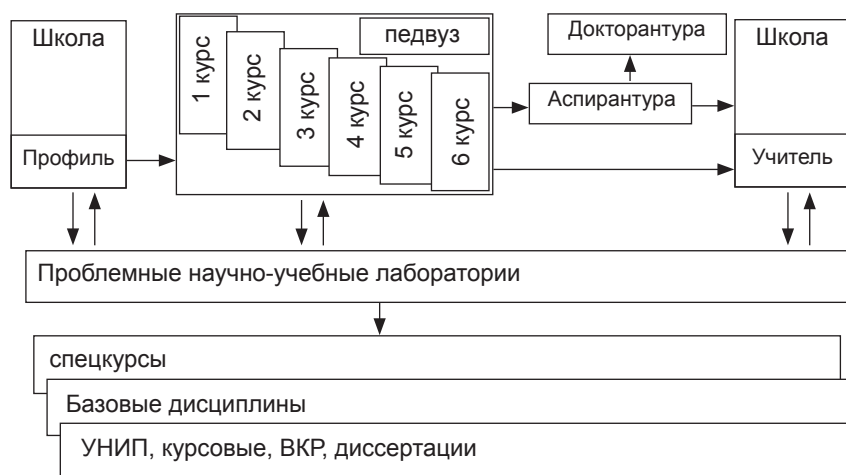


Рис. 1. Модель интеграции школы и педвуза

вуза. Основным механизмом вовлечения школьников и студентов в непрерывную учебную и научную исследовательскую деятельность являются учебные научно-исследовательские проекты.

Под учебным научно-исследовательским проектом (УНИП) мы понимаем научную, проектную или инновационную разработку, связанную с содержанием учебного модуля. В соответствии с определением Е.Г. Одноколовой и Н.И. Пака, УНИП – это «ограниченное во времени целенаправленное изменение отдельной системы с установленными требованиями к качеству результатов, возможными рамками расхода средств и ресурсов и специфической организацией»[4].

Проектно-исследовательская деятельность осуществляется по определенной схеме, начиная с выбора темы проекта и заканчивая представлением результатов исследования в виде докладов, презентаций, веб-сайтов и т.п. во время специально выделенного занятия. Темы проектов школьники и студенты выбирают из предложенного списка в зависимости от их заинтересованности в какой-то области знаний, связанной с профильной направленностью. По направленности УНИПы разделяются:

- на проекты, направленные на обновление или углубление основного материала математического курса;
- проекты, результаты которых представляют собой методические разработки для организации «вертикальных» исследований

(задания для младших курсов и школьников, планы на курсовые и дипломные работы);

- проекты междисциплинарного характера.

Представляются УНИПы в виде презентаций, просмотр которых осуществляется на специально выделенном для этого учебном занятии.

Предложенная модель интеграции позволяет сформировать новую методологию подготовки будущих учителей на базе интеграции научной, учебно-методической и воспитательной работы педагогического вуза и реальной практики школы, а также закономерностей информационной природы познания и эволюционного процесса формирования тезауруса специалиста. Интеграция школы и педвуза обеспечивает единую систему целей и содержания математического образования школьников и студентов естественно-научного направления в системе «школа – педвуз».



Рис. 2. Вертикальная модель непрерывной математической деятельности учащихся и студентов естественно-научного направления (на примере интеграции с химией)

В соответствии с этой моделью в Красноярском государственном педагогическом университете им. В.П. Астафьева создана межвузовская научно-образовательная лаборатория «Моделирование восприятия математической информации», возглавляемая автором, в рамках которой осуществляется работа временных творческих коллективов из числа школьников, студентов, аспирантов, учителей школ и педагогов вуза. В работе лаборатории принимают участие студенты и аспиранты различных направлений (математики, информатики, психологи, химики, биологи). Темы проектов достаточно разнообразны: от особенностей восприятия математической информации до моделирования химических процессов.

Для организации непрерывного обучения математике за основу следует брать не отбор содержания на разных ступенях, а математическую деятельность, поскольку именно она может быть вертикальной и непрерывной.

В связи с этим построена модель непрерывной математической деятельности студентов естественно-научного направления педвуза с учетом государственных образовательных документов (рис. 2).

Под деятельностью обычно понимают форму активности человека, направленную на окружающий его мир. Как показал обзор литературы, на сегодняшний день в педагогической науке нет единого определения понятия математическая деятельность.

В нашем исследовании под **математической деятельностью** учащихся и студентов мы понимаем учебную деятельность, направленную на формирование математического тезауруса, математических знаний, математического мышления и математической интуиции.

В качестве основных видов математической деятельности нами выделены познавательная, проектно-исследовательская, самостоятельная деятельность.

Познавательная математическая деятельность обучаемых имеет своей целью усвоение новых зна-

ний и умений при изучении математики. Учебно-познавательная деятельность отличается от обычной учебной деятельности. Она носит поисковый характер, в ходе ее решается несколько познавательных задач, ее результат – решение проблемных ситуаций.

Говоря о проектно-исследовательской деятельности учащихся и студентов, мы имеем в виду способ достижения дидактической цели через детальную разработку реальной проблемы, которая должна завершиться определенным практическим результатом, оформленным тем или иным способом с использованием ИКТ.

Вертикальность непрерывной математической подготовки реализуется непосредственно за счет проектно-исследовательской деятельности, так как она «снизу» опирается на уже имеющиеся знания математики и других дисциплин и направлена «вверх» на дальнейшую предметную подготовку.

Самостоятельная работа студентов при изучении математики основана на активном использовании компьютерных технологий, контекстного подхода и проектно-

исследовательской деятельности и состоит из нескольких этапов [5].

Первый этап нацелен на самостоятельное изучение тех разделов математики, которые не рассматриваются на занятиях, но обязательны для изучения.

Студентам предлагается познакомиться с новым материалом с помощью удобного электронного учебника. Он включает в себя справочный материал, примеры решений задач и задачи для самостоятельного решения. Учебник не навязывает жесткой структуры и методики изучения учебного материала. К нему прилагается визуализированная электронная энциклопедия.

На втором этапе студентам, разделенным на группы, предлагается провести исследование реальных проблем, решение которых предполагает более глубокое изучение рассматриваемого раздела математики.

При организации самостоятельной работы важно использовать информационные технологии разного уровня и направленности, которые развивают такие умения, как синтез, анализ, аналогия и моделирование. На этой основе формируется активность студентов при поиске,

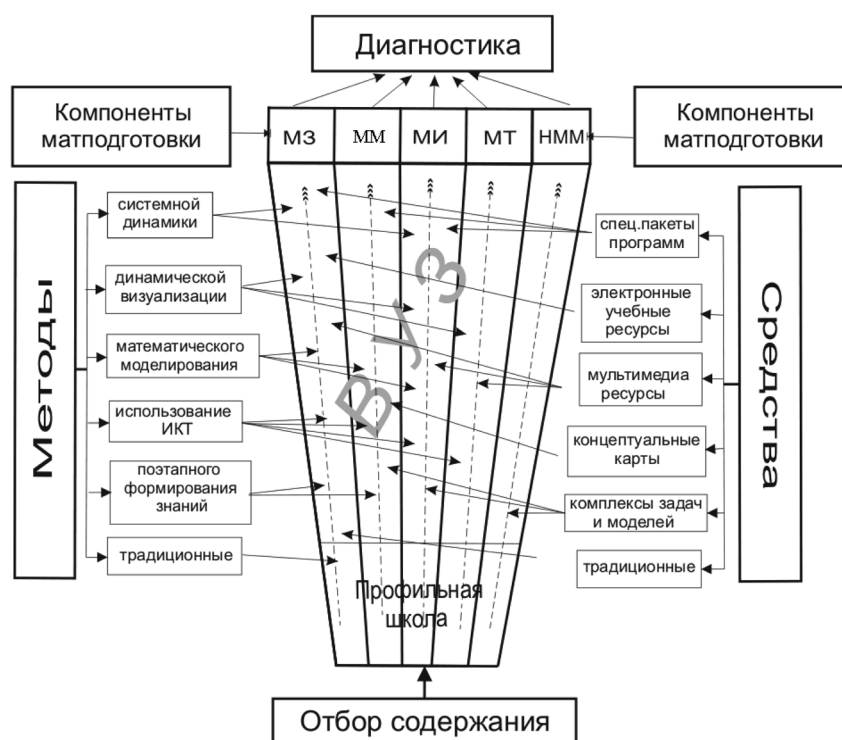


Рис. 3. Структурно-логическая модель непрерывного обучения математике: МЗ – математические знания, ММ – математическое мышление, МИ – математическая интуиция, МТ – математический тезаурус, НММ – навыки математического моделирования

отборе и структурировании информации.

Построенная вертикальная модель математической деятельности студентов естественно-научного направления педвуза послужила основой для разработки структуры непрерывной математической подготовки обучаемых выделенной категории (рис. 3).

На основе структурно-логической модели непрерывного обучения математике и результатов исследований Л.И. Гурье, В.М. Монахова, А.М. Пышкало, Г.И. Саранцева и др., посвященных проектированию методических систем, разработана структура МСНОМ студентов естественно-научного направления, содержащая следующие блоки: внешняя среда, целевой, содержательный, технологический и результативный.

Внешняя среда методической системы – это совокупность факторов, влияющих на ее функционирование, среди которых выделены требования современного общества, науки и государственных образовательных стандартов, субъективные составляющие (студент и преподаватель), результаты исследований в психологии, дидактике, информатике и математике.

Целевой блок, кроме традиционных целей обучения математике студентов естественно-научного направления педагогического вуза, содержит цели, связанные с организацией обучения в течение всей жизни, формированием выделенных компонентов математической подготовки, изучением методов математического моделирования, применением графических, математических и интегрированных (математико-профильных) пакетов программ, непрерывным использованием ИКТ.

Построенная структура интегрированного тезауруса (рис. 1б) обусловила выделение в **содержательном блоке** двух частей: инвариантной, включающей общий курс высшей математики в соответствии с ФГОС ВПО третьего поколения, и вариативной, включающей элементы математического моделирования профильных объектов и процессов.

Содержание математического курса сформировано на базе модели непрерывной математической деятельности студентов. Для отбора содержания использован сравнительно-тезаурусный подход. Это позволило выделить группы основных понятий математики, необходимых при изучении профильных дисциплин. Структура содержания имеет иерархически-концентрическую форму.

Вариативная часть содержания блока состоит из системы интегрированных математико-профильных курсов «Математические методы в химии» на основе проектно-исследовательской деятельности. Система интегрированных курсов включает в себя: предпрофильный элективный курс «Введение в математическую химию», в котором даются общие представления об использовании математики при решении химических задач; профильный элективный курс «Введение в математическое моделирование химических процессов»; факультативный курс «Математика. Подготовка к ЕГЭ»; курс по выбору для студентов «Математическое моделирование химических процессов», которые способствуют развитию осознания ключевых понятий математики и химии, предусматривают формирование знаний и умений применять методы математического моделирования химических процессов в решении профильных задач.

Изучение метода математического моделирования происходит поэтапно и непрерывно с использованием реальных профильных задач и ИКТ.

В **технологическом компоненте**, предложенной МСНОМ, выбраны методы и соответствующие им формы и средства обучения.

Наряду с традиционными **методами обучения**, в исследовании определены метод системной динамики, методы динамической визуализации информации и знаний, математическое моделирование, метод поэтапного формирования умственных действий, проектно-исследовательский метод, непрерывное использование ИКТ.

Суть **метода системной динамики** в обучении заключается в создании в сознании человека интуитивных картин поведения объектов или систем реального мира. Применение данного метода способствует развитию чувственной памяти и математической интуиции. Основным средством метода системной динамики является визуализация.

Технология визуализации учебной информации – это система, включающая в себя следующие слагаемые: комплекс учебной информации, визуальные способы ее предъявления, визуально-технические средства передачи информации, набор психологических приемов использования и развития визуального мышления в процессе обучения. Для визуализации математической информации наиболее эффективными, с позиций информационного подхода, являются построение концептуальных карт и использование анимаций. Визуализация учебного материала позволяет сформировать образы абстрактных математических понятий, повысить степень запоминания на интуитивном уровне, представить целостную картину применения математических методов в профильной деятельности.

Математическое моделирование используется для обеспечения профильной интегрированности и прикладной направленности процесса обучения математике, снижения уровня математических абстракций. Введение метода математического моделирования способствует развитию системного стиля мышлений и математической интуиции. Основные средства данного метода – программы для компьютерного моделирования объектов и явлений.

Теория **поэтапного формирования умственных действий** П.Я. Гальперина на первое место ставит анализ усвоения действий, рассматривая знания как образования, производные от действий и их усвоения. Этот метод способствует формированию у студентов системных знаний и начальных навыков системного мышления.

В зависимости от цели занятия и формы организации в учебном

процессе непрерывно используются программы для построения концептуальных карт, специализированные математические и профильно-математические пакеты программ, электронные таблицы, электронные обучающие программы и учебники, интернет-технологии.

К особенностям используемых **форм обучения** относятся: лекции по линейной алгебре (представлены в виде концептуальных карт и оформлены в виде презентаций); на семинарах и лекциях используются видеоролики, созданные в программе Macromedia Flash и прикрепленные в виде гиперссылок к понятиям на концептуальных картах; концептуальные карты непрерывно дополняются изученным материалом; самостоятельная работа организована с использованием контекстного подхода, проектно-исследовательской деятельности и непрерывного использования ИКТ.

Традиционные **средства обучения** дополняются электронными мультимедиа-ресурсами, концептуальными картами, тренажерами и интерактивными тестами. В качестве основных средств обучения математике используются система интегрированных курсов «Математические методы в химии» в бумажном и электронном виде, электронный учебник по линейной и векторной алгебрам, электронная энциклопедия по линейной и векторной алгебре, учебное пособие по линейной и векторной алгебре, набор электронных тестов по линейной и векторной алгебре и математическому моделированию.

Результаты проведенного анализа существующих форм представления учебной информации показали, что необходимо строить электронные учебные материалы с использованием визуализации математических понятий, динамических образов для формул и вычислений, многоуровневых подсказок, концептуальных карт.

Результативный блок включает критерии и показатели уровня математической подготовки учащихся. Для оценки уровня математической подготовки при итоговом контроле выделены три уровня:

1) базовый – соответствует тому, что у студента сформирован математический тезаурус;

2) компетентностный – студент обладает математическими знаниями;

3) творческий – у студента сформировано математическое мышление, развита математическая интуиция, сформированы навыки математического моделирования.

Уровень обучения математике определяется исходя из суммы баллов, полученных при прохождении тестов, выявляющих уровни сформированности выделенных компонентов математической подготовки.

Для реализации МСНОМ спроектирована информационно-образовательная предметная среда математической подготовки в системе «школа – педвуз» (рис. 4).

Под **информационно-образовательной предметной средой** (ИОПС) по математике будем подразумевать совокупность педагогических, информационно-коммуникационных и материально-технических условий, необходимых для организации учебного информационного взаимодействия между обучаемым(и), преподавателями и ИКТ, а также для формирования

знаний, умений и навыков применения математических методов при решении профессиональных задач.

Так как ИОПС по математике является составной частью педагогической системы педвуза, ее цели и содержание определяются требованиями современного общества и государственными образовательными документами.

В соответствии с целями и содержанием ИОПС математической подготовки студентов естественнонаучного направления в системе «школа-педвуз» в ней выделены информационно-коммуникационный, ресурсный и технологический компоненты.

Информационно-коммуникационный компонент определяет взаимоотношения между участниками образовательного процесса. Согласно И.В. Роберт, данные взаимоотношения предполагают взаимодействия обучающихся с преподавателем, между собой и ресурсами с помощью ИКТ [6]. Такая организация взаимоотношений обеспечивает активность студентов в учебном процессе и осуществление влияния каждого из компонентов ИОПС и ИКТ на другие компоненты.

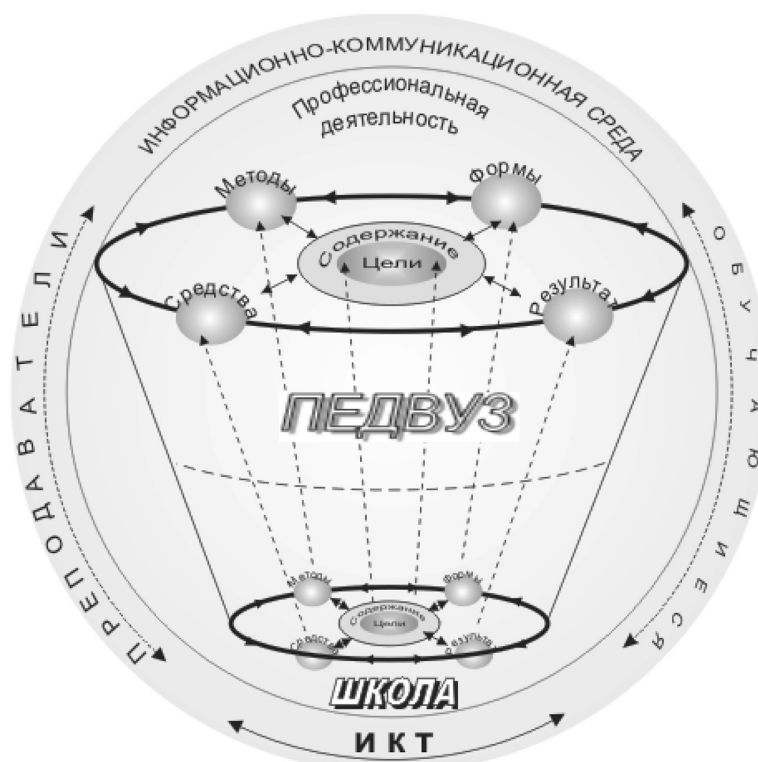


Рис. 4. Информационно-образовательная предметная среда по математике

Ресурсный компонент включает: а) систему интегрированных курсов «Математические методы в химии» в бумажном и электронном виде; б) электронный учебно-методический комплекс по линейной алгебре для студентов факультета естественных педагогических вузов, содержащий электронный учебник по линейной алгебре, основанный на трехмерном тексте и использующий уровневые подсказки; электронную энциклопедию по линейной и векторной алгебрам, состоящую из видеороликов, позволяющих визуализировать математическую информацию, включая понятия и вычисления; компьютерные тесты по линейной, векторной алгебре и математическому моделированию, основанные на тезаурусном подходе; построенные концептуальные карты по математике, химии и интегрированные карты «математика – химия», показывающие связь математики с профильными дисциплинами, в частности химией, и осуществляющие динамическую визуализацию интегрированного тезауруса.

Ресурсный компонент включает также материальное обеспечение учебного процесса.

Технологический компонент объединяет методы, средства и фор-

мы обучения математике студентов естественнонаучного направления в системе «школа – педвуз».

К основным методам обучения относятся: методы визуализации для создания образов математических понятий, метод системной динамики для повышения уровня запоминания математических вычислений, динамическая визуализация формирования интегрированного тезауруса, формы «сжатия» информации для повышения уровня запоминания и охвата целостности всего объема учебного материала, интеграция математики с химией для снижения уровня абстрактности математических понятий и формирования интегрированного тезауруса.

В качестве основных методов визуализации и сжатия информации, а также представления учебного материала как единого интегрированного контента используются концептуальные карты и Flash-анимации.

Выводы

Создание специальной информационно-образовательной предметной среды обеспечивает возможность реализовать обновленные дидактические принципы

обучения математике студентов естественно-научного направления педагогического вуза.

А именно:

- вертикальная интеграция школы и педвуза, единая информационно-образовательная предметная среда по математике, концентричность отбора содержания обеспечивают реализацию принципа преемственности и иерархической непрерывности обучения математике в пространстве и во времени;
- междисциплинарность содержания и интегрированные математико-профильные курсы обеспечивают удовлетворение принципа профильной интегрированности и прикладной направленности;
- использование методов динамической визуализации и знаний и ИКТ приводят к удовлетворению принципа образности восприятия математической информации и знаний в пространстве и во времени;
- применение метода системной динамики в содержании и средствах обучения обеспечивают реализацию принципа доминантности развития математической интуиции.

Литература

1. Колин К.К. Информационный подход в методологии познания [Электронный ресурс] / К.К. Колин // Философский портал. – Режим доступа: <http://www.philosophy.ru/scm/TEZ/25.doc>
2. Пак Н.И. О концепции информационного подхода в обучении // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2011 (1). – С. 91–98.
3. Пак Н.И., Пушкарева Т.П. Принципы математической подготовки студентов с позиций информационной модели мышления // Открытое образование. – 2012. – № 5(94). – С. 4–11.
4. Одноколова Е.Г., Пак Н.И. Организация проектно-исследовательской деятельности студентов в курсе «Теоретические основы информатики» // Педагогическая информатика. – 2008. – № 6.
5. Пушкарева Т.П. Использование информационных технологий в организации внеаудиторной самостоятельной работы студентов // Вестник РУДН «Информатизация образования». – 2009. – № 3. – С. 87–95.
6. Роберт И.В. О понятийном аппарате информатизации образования // Информатика и образование. – 2003. – № 1. – С. 8–15.

Живые кинематические схемы в Mathcad

Рассмотрены возможности математического пакета Mathcad в плане создания анимаций различных кинематических устройств (паровая машина, стеклоочистители («дворники») автомобиля, стопоходящие машины и др.). Описаны математические инструменты пакета Mathcad, позволяющие решать алгебраические уравнения и их системы.

Ключевые слова: Mathcad, кинематика, анимация, решение алгебраических уравнений и систем.

LIVE KINEMATIC MODELS IN MATHCAD

The paper considers creating animation of different kinematical devices in mathematical package Mathcad (steam engine, windscreen wipers, walking machine). Mathematical tools for solving algebraic equations and their systems are described.

Keywords: Mathcad, kinematic, animation, solving of system of algebraic equations.

Английский кузнец Томас Ньюкомен в 1705 г. построил паровую машину, которая использовалась для откачки воды из шахт. С этой машиной связана одна легенда. Мальчик Хэмфри Поттер в 1712 г. устроился учеником оператора такого насоса. Для осуществления рабочего цикла машины он должен был открывать клапан подачи пара в нижнем положении поршня, а клапан подачи воды – при полном поднятии поршня. Хэмфри Поттер придумал, как избавить себя от монотонной работы. Он с помощью палочек и веревочки соединил ручки кранов и шток паровой машины. Получилось некое подобие кулисного механизма. Теперь кранами управлял сам поршень, а мальчик мог играть с товарищами во дворе. Так был изобретен золотник паровой машины – устройство автоматического парораспределения.

Паровую машину «в железе» сейчас можно увидеть только в музее. В интернете размещено много анимаций паровой машины самой по себе или установленной на паровозе или пароходе. Создать анимацию паровой машины вполне реально с помощью математичес-

Простейшая паровая машина

Геометрия паровой машины (см. ниже)

$R := 1500\text{mm}$ $r := 700\text{mm}$ $l_1 := 2300\text{mm}$ $l_2 := 1600\text{mm}$ $D := 500\text{mm}$

Угол, на который повернулся маховик $\theta := \text{FRAME}^\circ$ $\theta := 40^\circ$

☒ Решение

Точка 0 $y_0 := 0\text{m}$ $x_0 := 0\text{m}$

Точка 1 $y_1 := r \sin(\theta)$ $x_1 := r \cos(\theta)$

Точка 2 $y_2 := 0\text{m}$

$l_1 := l_1$ $y_1 := y_1$ $x_1 := x_1$ $y_2 := y_2$

$$l_1^2 = (x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 \text{ solve, } x_2 \rightarrow \begin{pmatrix} x_1 + \sqrt{l_1 + y_1 - y_2} \sqrt{l_1 - y_1 + y_2} \\ x_1 - \sqrt{l_1 + y_1 - y_2} \sqrt{l_1 - y_1 + y_2} \end{pmatrix}$$

$$x_2 := x_1 + \sqrt{l_1 + y_1 - y_2} \sqrt{l_1 - y_1 + y_2}$$

Точка 3: $y_3 := 0\text{m}$

$$x_3 := x_2 + l_2$$

$$\text{Паровой цилиндр } \Delta := 50\text{mm} \quad x_c := \begin{pmatrix} r + l_1 + l_2 + \Delta \\ r + l_1 + l_2 + \Delta \\ -r + l_1 + l_2 - \Delta \\ -r + l_1 + l_2 - \Delta \\ r + l_1 + l_2 + \Delta \end{pmatrix}$$

$$y_c := \begin{pmatrix} \frac{D}{2} + \Delta \\ -\frac{D}{2} - \Delta \\ -\frac{D}{2} - \Delta \\ \frac{D}{2} + \Delta \\ \frac{D}{2} + \Delta \end{pmatrix}$$

☒ Решение

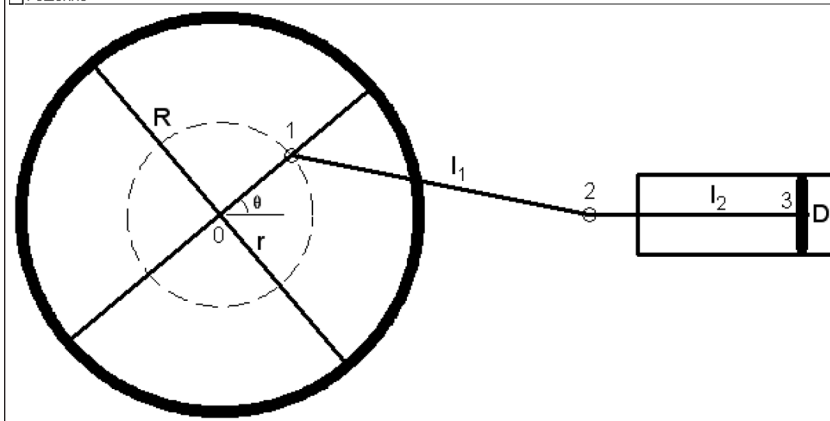


Рис. 1. Mathcad-документ, рисующий паровую машину



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

кой программы Mathcad [1]. Об этом пойдет речь в данной статье.

На рис. 1 показан Mathcad-документ, рисующий, а затем анимирующий горизонтальную паровую машину, вернее, ее центральную часть, состоящую (см. слева направо) из маховика, шатуна, штока, цилиндра и поршня.

В начале расчета с помощью оператора присваивания ($:=$) задаются исходные данные: радиус маховика R , радиус окружности r , по которой будет вращаться левый конец шатуна, длина шатуна l_1 , длина штока l_2 и диаметр поршня D . После этого устанавливается угол поворота маховика θ . На рис. 1 эта величина задается двумя операторами $\theta := \text{FRAME}^\circ$ и $\theta := 40^\circ$. При отладке программы будет работать второй оператор, который позволит вручную изменить угол поворота маховика в диапазоне от 0° до 360° и видеть, как меняется взаиморасположение частей паровой машины. При создании анимации (об этом будет подробно сказано ниже) оператор $\theta := 40^\circ$ нужно будет отключить или стереть совсем, чтобы заработал первый оператор $\theta := \text{FRAME}^\circ$. Отключается оператор с помощью специального переключателя, появляющегося после нажатия правой кнопки мыши, когда курсор находится на данном операторе. У выключенного из расчета оператора справа появляется метка – черный квадратик с правой стороны. Системная переменная FRAME по умолчанию равна нулю, следовательно, угол θ будет иметь нулевое значение. Но при создании анимации пакет Mathcad будет сам менять значение переменной FRAME (см. ниже), устанавливая разный угол поворота маховика: 0° , 1° , 2° и т.д. до 360° .

У нашей паровой машины четыре узловые точки, которые мы пронумеровали числами 0, 1, 2 и 3, первая из которых неподвижна. В эту точку мы поместим начало координат: $y_0 := 0m$ $x_0 := 0m$. Переменные y_0 и x_0 – это не нулевые значения векторов y и x , а переменные с нижним индексом – переменные с именами y_0 и x_0 , где нули (индексы) опущены чуть вниз. В среде Mathcad нижние индексы

переменных вводятся с помощью точки в имени переменной – $y.0$ и $x.0$. При уходе курсора от такого имени переменной точка пропадает, а индекс смещается вниз. Система координат у нас будет декартова. Но некоторые другие механические схемы (модель колебания маятника, например [2]) лучше «помещать» в полярную систему координат, которая также поддерживается в среде Mathcad. Правильный выбор начала и системы координат может существенно упростить решение задачи. Также очень важно определить узловые точки кинематической схемы и их нумерацию. Наша задача плоская, но в среде Mathcad есть и трехмерная графика, что позволяет реализовывать и объемные кинематические схемы с третьей координатой z .

Чтобы получить изображение паровой машины, нужно рассчитать координаты точек 1, 2 и 3 в зависимости от значения угла θ . Это делается в области Mathcad-документа (см. рис. 1) с именем «Решение». Решение задачи заключено в область для того, чтобы ее можно было сворачивать и видеть рисунок паровой машины сразу после операторов задания угла поворота маховика θ . Это упрощает процесс отладки программы: не нужно будет менять значение θ , а потом прокручивать экран дисплея по вертикали, чтобы увидеть рисунок. Свертывается область командой из списка, выпадающего при нажатии правой кнопки мыши. Вставляется область в расчет командой из меню Вставка. Область можно также защитить (с паролем или без пароля) от редактирования.

Более-менее сложный расчет потребует провести при определении ординаты точки 2 – значения переменной x_2 : аналитически (символьно) решается уравнение длины шатуна. Это нелинейное уравнение, вытекающее из теоремы Пифагора, имеет два решения (корня) – шатун с заданными длиной l_1 и координатами точки крепления на маховике (x_1 и y_1) может находиться слева или справа от маховика. Оператор символьной математики solve , x_2 возвращает два решения в виде вектора. Первый элемент этого век-

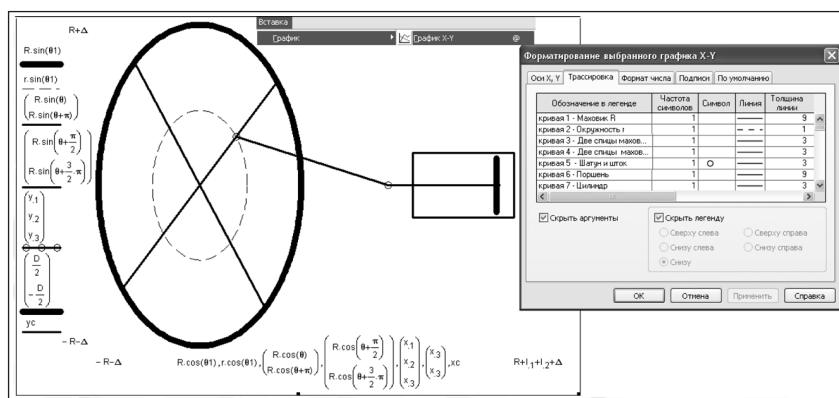


Рис. 2. Форматирование графика – схемы паровой машины

тора мы возьмем в качестве решения нашей задачи – координаты x_2 . Операторы $l_1 := l_1$, $y_1 := y_1$, $x_1 := x_1$ и $y_2 := y_2$, записанные перед оператором **solve**, x_2 , «глушат» численные значения переменных l_1 , y_1 , x_1 и y_2 для того, чтобы оператор **solve**, x_2 вернул выражения, а не численные значения выражений. Операторы символьной математики (на рис. 1 они прописаны на сером фоне) после их использования можно убрать из расчета. Но мы их оставили, чтобы пояснить его ход. По правде говоря, уравнение положения штока можно решить и в уме без привлечения компьютерной математики аналитических (символьных) преобразований. Но мы эти инструменты задействовали для того, чтобы показать, как символьная математика помогает решать задачи в среде пакета Mathcad.

Паровой цилиндр – это прямоугольник (замкнутая линия, состоящая из четырех отрезков прямых линий), который мы будем рисовать по его четырем вершинам. Векторы x_s и y_s будут хранить координаты этих вершин. Переменная Δ – это значение «зазора» для цилиндра: на величину Δ цилиндр будет больше крайних точек хода поршня, а диаметр цилиндра будет больше диаметра поршня на величину 2Δ .

На рис. 2 зафиксирован процесс вставки, заполнения и форматирования декартового графика, с помощью которого рисуется паровая машина. У графика семь кривых (а всего их может быть шестнадцать), описание которых (семь пар выражений) представлено на осях графика и перечислено в окне форматирования графика:

- Кривая 1. Окружность маховика паровой машины рисуется так. Задается переменная θ_1 , хранящая не скалярное значение, а дискретные значения угла от 0° до 360° с шагом 1° (см. оператор в нижней части области Решение на рис. 1). На графике (рис. 2) строится так называемая параметрическая кривая с выражениями $R \cdot \sin(\theta_1)$ на оси Y и $R \cdot \cos(\theta_1)$ на оси X, что и позволяет нарисовать окружность с радиусом R . Если переменная θ_1 будет хранить дискретные данные не по всей окружности, а только по ее части ($\theta_1 := 40^\circ, 41^\circ \dots 90^\circ$, например), то будет нарисована не вся окружность, а только ее часть – дуга. Такие пунктирные дуги можно видеть на рис. 5 ниже.

- Кривая 2. Окружность движения точки крепления шатуна на маховике (точка 1) строится так же, как и окружность маховика, с той лишь разницей, что эта окружность меньшего размера и прорисована не сплошной толстой линией, а тонким пунктиром. Центры наших двух окружностей с радиусами R и r находятся в начале координат. Но если к выражениям $R \cdot \sin(\theta_1)$ и $R \cdot \cos(\theta_1)$ прибавить константы, то окружность будет рисоваться со смещением относительно начала координат. Если же к выражениям $R \cdot \sin(\theta_1)$ и $R \cdot \cos(\theta_1)$ прибавлять не константы, а величины, зависящие от переменной θ (переменная анимации), то окружность будет двигаться. Так, например, можно анимировать катящееся колесо.

- Кривые 3–7. Спицы маховика паровой машины рисуются для того, чтобы «закрепить» шатун на маховике и показать вращение

маховика при анимации. Мы ограничились четырьмя спицами (двумя диаметрами), но спиц можно нарисовать и больше. Спицы, как и другие отрезки прямых и ломаные линии, состоящие из отрезков прямых, рисуются заданием пары векторов, хранящих координаты точек: две точки для спиц и поршня, три точки для шатуна и штока поршня (точки 1, 2 и 3) и пять точек для парового цилиндра. Формирование пары векторов для цилиндра мы перенесли из области графика в область Решение, чтобы не загромождать график.

Размер графика нужно установить таким, чтобы маховик выглядел круглым (см. рис. 1; на рис. 2 маховик выглядит овальным из-за того, что пропорции графика несколько искажаются при его форматировании). Изменение размера графика ведется протяжкой мышкой его рамки. Кроме того, при создании анимации нужно зафиксировать разброс графика по его осям. По умолчанию пакет Mathcad сам устанавливает этот разброс, ориентируясь на максимальные и минимальные значения величин по осям абсцисс и ординат, которые могут меняться. Но в процессе создания анимации этот разброс должен быть зафиксирован: на концах графика мы записали $-R - \Delta$ и $R + \Delta$ (ось X) и $-R - \Delta$ и $R + l_1 + l_2 + \Delta$ (ось Y), где Δ – это некий зазор не только для цилиндра паровой машины (см. выше), но и для графика. Если разброс графика не зафиксировать, то анимация будет «кривая»: окружность будет деформироваться в эллипс и т.д.

До эры кино и телевидения была популярна такая игрушка – блокнот с картинками человечка в разных позах на разных страницах блокнота. Если блокнот просто перелистывать, то движения человечка (анимации) не увидишь. Но если страницы блокнота отогнуть и быстро отпускать по одной, то возникнет анимация – нарисованный человечек начнет двигаться. То же самое можно наблюдать и с нашим расчетом геометрических параметров паровой машины. Если вручную менять значение переменной θ и свернуть область

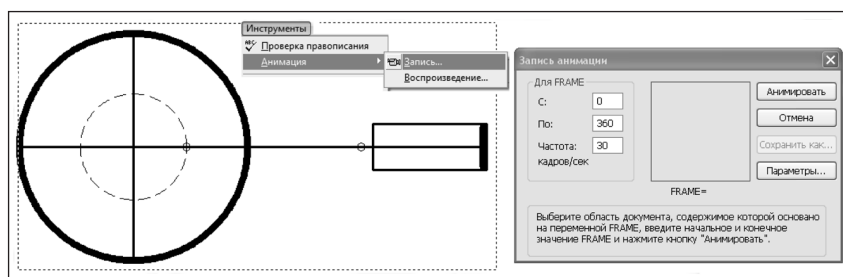


Рис. 3. Создание анимации паровой машины

Решение, то можно видеть, как меняется положение поршня, штока, шатуна и маховика (это делается, повторяем, при отладке программы), но анимации не получится. Анимация возникнет, когда скорость смены кадров будет по крайней мере равна десяти кадрам в секунду. «Перелистывать» наш «блокнот» в среде Mathcad с изображениями паровой машины в разных фазах движения призваны специальные инструменты создания анимации (рис. 3).

Для создания анимации нужно, во-первых, передать управление независимой переменной анимации (у нас это переменная θ – угол поворота маховика) системной переменной FRAME (счетчик кадров анимации). Это делается, повторяем, отключением оператора $\theta := 40^\circ$. Во-вторых, необходимо вызвать диалоговое окно создания анимации (см. рис. 3) и установить в этом окне нужные параметры анимации, а в-третьих, протяжкой мышкой определить область анимации. На рис. 3 эта область отмечена пунктиром. При создании анимации она будет отображаться в окне Запись анимации. Теперь после нажатия кнопки Анимировать (см. рис. 3) пакет Mathcad будет сам через системную переменную FRAME менять значение угла поворота маховика паровой машины θ и запоминать кадры анимации. По завершении создания анимации появится окно с анимацией (рис. 4). Эту анимацию можно запускать в среде Mathcad, а можно сохранить на диске в виде avi-файла и запускать уже без Mathcad в среде какого-либо проигрывателя (плеера) анимации Windows. Все! Паровая машина создана, а мы себя почувствовали неким «создателем», «творцом», который может вдох-

нуть жизнь в неподвижные виртуальные объекты.

Читатель может усложнить паровую машину – добавить к ней уже упоминавшийся легендарный золотник, который «мал да дорог». Но если это покажется слишком сложным, то можно сначала потренироваться на другой кинематической задаче – на задаче о движении дворников (стеклоочистителей) автомобиля. Паровую машину мы, повторяем, можем видеть только в музее или интернете, но с автомобильными дворниками мы сталкиваемся чуть ли не каждый день.

Дворники автомобиля также окружены легендами. Рассказывают, как один дирижер во время дождя возвращался после концерта на такси домой. Шоферу приходилось часто останавливать машину, чтобы протереть ветровое стекло. А дирижер в это время еще «жил» своим концертом, отбивал в уме музыкальные такты и видел перед собой «метроном» – руку, смахивающую со стекла дождевые капли. На следующий день настоящий, а не воображаемый метроном с

прикрепленной к нему щеткой был установлен на капоте машины. Так, говорят, были изобретены автомобильные дворники.

В эпоху паровых машин стояла задача преобразования поступательного движения во вращательное. Решая задачу о паровой машине (см. рис. 1–4), мы немного схитрили – преобразовывали не поступательное движение поршня во вращательное маховика, а решали другую задачу – преобразовывали вращательное движение маховика в поступательное движение поршня. Мы фактически реализовали не паровую машину, а поршневой компрессор, приводимый в движение электромотором или двигателем внутреннего сгорания. Тем не менее анимация у нас получилась, и разбираться, «кто кого движет», не так уж важно.

В настоящее время в связи с повсеместным распространением электромоторов более актуальной стала проблема передачи вращательного движения в поступательное. Дворники автомобиля – это типичный пример такого преобразования.

На рис. 5 помещен расчет с помощью пакета Mathcad узловых точек кинематической схемы автомобильных дворников (параллелограмм, одну из вершин которого «шевелит» кривошип) в зависимости от угла поворота электродвигателя. Сердцевиной расчета является определение координат точки 2. Здесь уже нужно будет решать

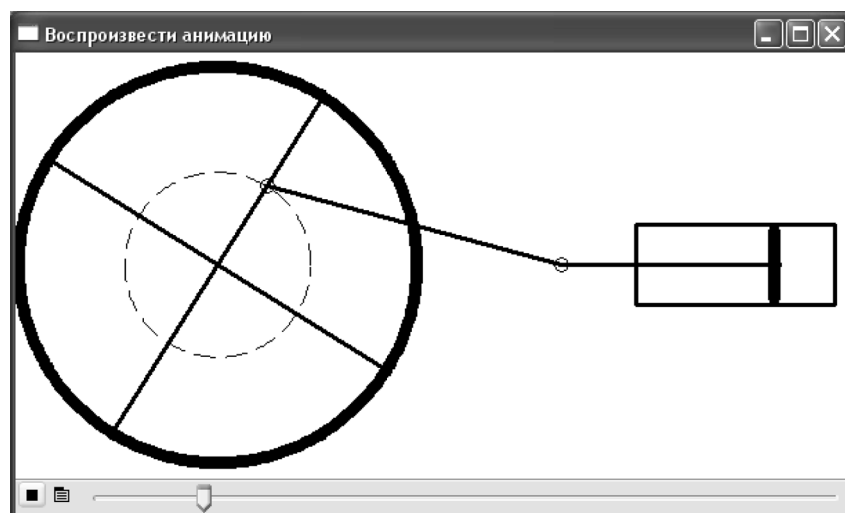


Рис. 4. Анимации паровой машины

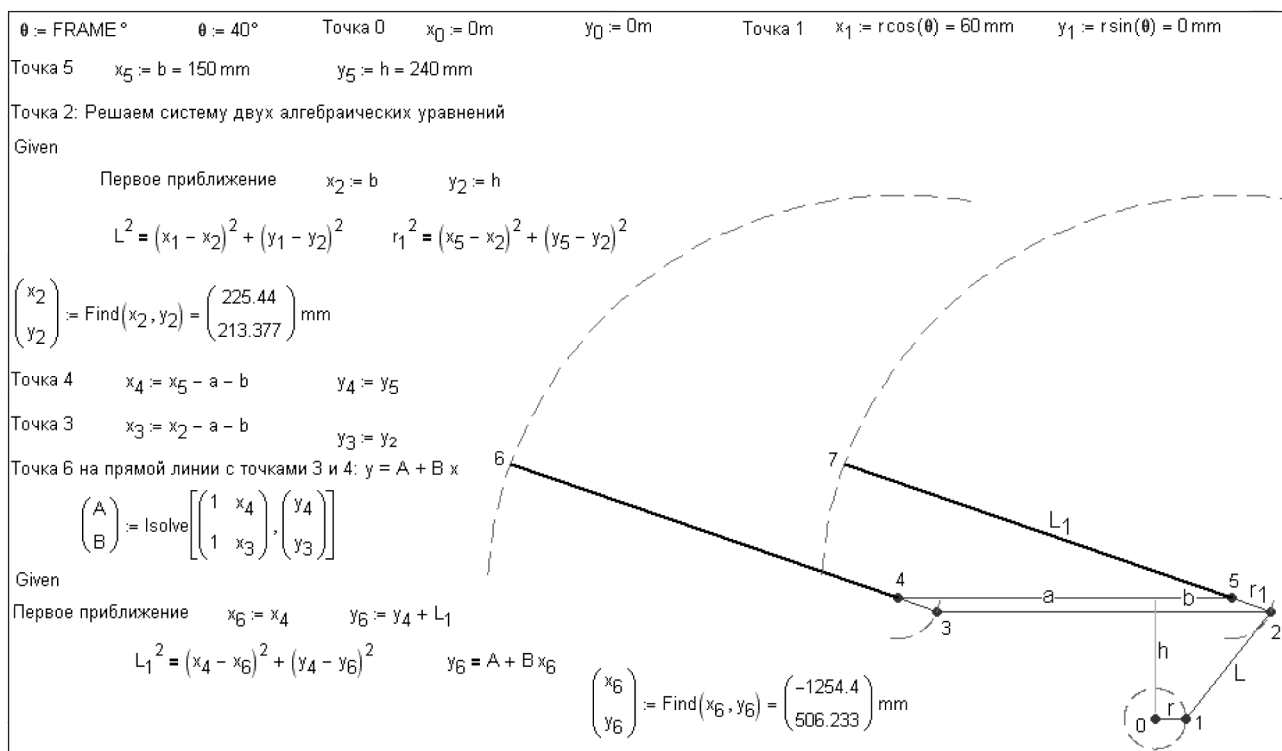


Рис. 5. Задача о дворниках автомобиля

не одиночное уравнение, как это было в случае с паровой машиной (см. рис. 1), а *систему* двух нелинейных алгебраических уравнений. И решать эту систему мы будем не аналитически (символьно; можно попытаться решить и аналитически, но решение будет уж очень громоздким), а численно через блок Given-Find (Дано-Найти), встроенный в Mathcad (рис. 5). Численное решение системы уравнений требует первого приближения к решению, которое задается операторами $x_2 := b$ и $y_2 := h$. Тут очень важно задать правильное первое приближение, чтобы блок Given-Find выдавал «правильное» решение во всем диапазоне изменения угла θ от 0° до 360° . Ведь опять же «шатун» дворника (линия 1–2) при ошибочном первом приближении может оказаться на «ошибочной» стороне от точки 5. В этом случае движение автомобильных дворников может сопровождаться «судорогами» — шатун будет появляться то справа, то слева от точки крепления. В принципе первое приближение к решению должно быть не константой, а переменной величиной, зависящей от переменной анимации θ .

Точка 6 лежит на прямой линии с точками 3 и 4. Тут приходится

сначала с помощью функции Isolve решать систему двух линейных алгебраических уравнений:

$$y_3 = A + B \cdot x_3,$$

$$y_4 = A + B \cdot x_4,$$

и определять значения коэффициентов A и B , а затем решить еще одну систему двух уравнений, одно из которых нелинейно, и находить координаты точки 6. Когда координаты всех точек определены, легко создать анимацию движения дворников автомобиля по методике, описанной выше для паровой машины (см. рис. 2 и 3). У функции Isolve два аргумента — матрица коэффициентов при неизвестных и вектор свободных членов системы линейных алгебраических уравнений. Матрица коэффициентов может быть и неквадратной. Это бывает тогда, когда решаются недоопределенные или переопределенные системы линейных алгебраических уравнений.

В конце XIX в. на Всемирной выставке в Париже золотую медаль получила стопоходящая машина нашего соотечественника математика П.Л. Чебышева (в среде Mathcad, кстати, есть встроенная функция, носящая имя этого знаменитого математика, — Tcheb). В стопоходящей машине Чебышева вращательное

движение превращалось в движение, похожее на движение ноги при ходьбе по ровной поверхности.

На рис. 6 показана кинематическая схема одной «ноги» стопоходящей машины Чебышева, траектория движения ее точки 5 и распечатка векторов x и y — координат ее шести узловых точек, две из которых (1 и 2) неподвижны относительно начала координат, лежащей на второй точке. Нумерация точек у нас опять же начинается с нуля и идет в таком порядке, чтобы «ногу» стопоходящей машины Чебышева можно было нарисовать, не отрывая карандаша от бумаги и не проводя одну линию дважды. Это позволяет рисовать на графике ломаную кривую с помощью пары векторов x и y . Отрезок прямой 2–3 совершает круговое движение вокруг точки 2. Координаты точки 0 можно найти, решив систему двух алгебраических уравнений, как мы это делали в задаче о дворниках автомобиля (см. рис. 5). Предлагаем читателю самому написать Mathcad-документ создания анимации движения «ноги Чебышева» по методикам, описанным выше. Расстояния между точками мы не указываем — их можно просто измерить, прикладывая линейку к

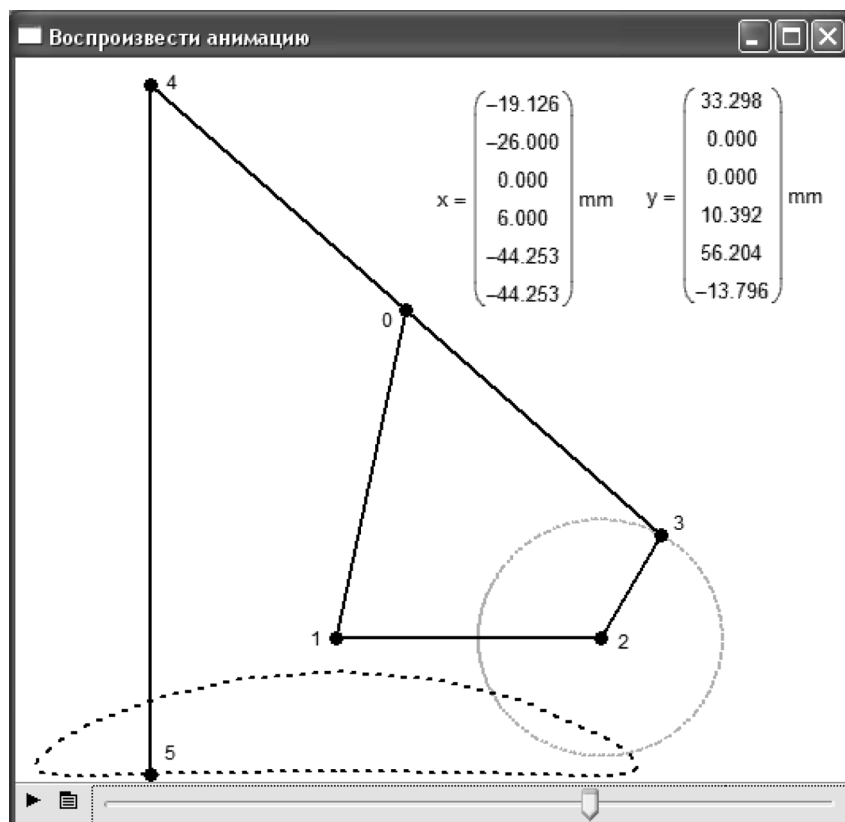


Рис. 6. Стопоходящая машина Чебышева

рис. 6. Наиболее сложно будет заставить Mathcad рисовать траекторию движения точки 5 (и точки 4 – линия 4–5 строго вертикальна). Есть разные способы рисования этой замкнутой пунктирной кривой. Можно, например, вручную протабулировать эту функцию: изменять значения угла θ от 0° до 360° с шагом 10° , например, записывать в два вектора с 37 элементами – координатами точки 5, а затем нарисовать эти точки на графике, соединив их пунктиром. Точка 4 движется синхронно с точкой 5, точка 0 описывает дугу окружности, точка 3 совершает круговое движение, а точки 1 и 2 неподвижны. В данной задаче главное так подобрать длины рычагов, чтобы траектория движения точек 4 и 5 на некотором участке была наиболее близка горизонтальной линии, а вся стопоходящая машина (а у нее две пары таких ног, движущихся со сдвигом на 180°) передвигалась без ощутимых вертикальных колебаний.

У Чебышева было много последователей в плане создания стопоходящих машин, переводящих вращательное движение в плавное

горизонтальное. Наиболее знаменитым из них является датчанин Тео Янсен (Theo Jansen), который сконструировал и построил машину, схема которой показана на рис. 7. В этой машине также можно менять длины между точками (суставами «ноги»), чтобы перемещение опорной точки «стопы» было по возможности горизонтальным. У стопоходящей машины Янсена только точки 0 и 1 неподвижны, остальные находятся либо в круговом, либо в более сложном (см. пунктирные линии на рис. 7) движении. У Чебышева было также много и предшественников в плане создания стопоходящих машин, но он был первым, кто при конструировании таких механизмов стал использовать сложный математический аппарат. На рис. 6 показано устройство, «рисующее» некий сплюснутый с одного бока овал. Но математики доказали, что можно создать более сложное подобное механическое устройство, которое, например, может воспроизвести подпись любого человека...

На рис. 7 показаны две «ноги» Янсена, одна из которых движется

с запаздыванием на 180° . Тео Янсен построил такую машину из дерева с десятком ног, которые приводятся в движение ветряным двигателем и «со скрипом», но двигаются по пляжу. Это видео можно скачать из интернета.

Данные и другие кинематические схемы собраны на сайте <http://communities.ptc.com/groups/kinematic-models-in-mathcad>.

Несколько слов об этом сайте. Этот сайт создан и поддерживается компанией PTC (www.ptc.com) – владельцем пакета Mathcad. Часть этого сайта отдана сообществу (communities) пользователей пакета Mathcad для того, чтобы они могли общаться между собой, задавать вопросы, вести блоги, обмениваться полезной информацией и т.д. На этом сайте можно создавать так называемые группы (groups) по отдельным темам. Одна из таких «групп» имеет название, совпадающее с названием данной статьи. С этого же сайта можно скачать бесплатную пробную версию пакета Mathcad.

Читатель может сам по ключевым словам «паровая машина», «стопоходящая машина Чебышева», «Theo Jansen» и др. найти в интернете анимации, описанные в статье. Но одно дело искать и запускать анимации интернета, а другое дело создавать их самому в виртуальном или реальном виде!

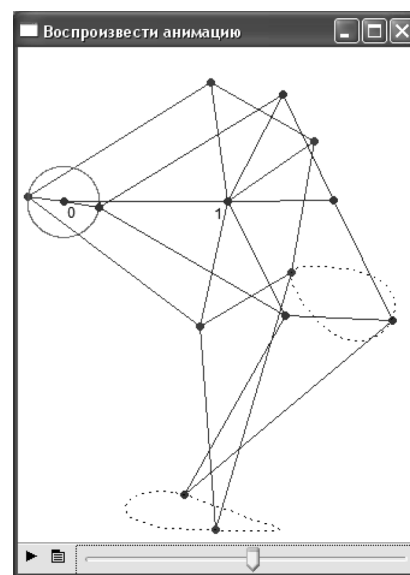


Рис. 7. Стопоходящая машина Янсена

При создании анимации в среде Mathcad с его богатым математическим аппаратом можно решать не только алгебраические уравнения (об этом было рассказано в статье), но и *дифференциальные уравнения и системы*. В этом случае допустимо учитывать не только кинематику моделей, но и их *динамику*. Узловые точки таких моделей будут двигаться не только вследствие жестких связей, показанных на

рисунках статьи, но и под действием силы тяжести, силы инерции и других реальных физических сил. Так, в статье [2] описано, как можно моделировать и анимировать в среде Mathcad движение планет и их спутников под действием силы инерции и силы всемирного тяготения, а в статье [3] – движение маятника под действием той же силы инерции, силы земного притяжения, силы натяжения нити (жесткой

или эластичной) и силы сопротивления вязкой среды, где маятник качается.

Выводы

Создание в среде Mathcad анимаций кинетических и динамических моделей – это эффективный и приятный способ изучения такой важной темы математики, как решение алгебраических и дифференциальных уравнений и систем.

Литература

1. Очков В.Ф. Mathcad 14 для студентов и инженеров: русская версия. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. Режим доступа: http://twi.mpei.ac.ru/ochkov/Mathcad_14/RusIndex.html
2. Очков В.Ф. MCS на занятиях по математике, физике, информатике... // Компьютерные учебные программы и инновации. – 2008. – № 3. – С. 187–194. Режим доступа: <http://twi.mpei.ac.ru/ochkov/Pendulum/index.html>
3. Очков В.Ф. MAS на занятиях по математике, физике, информатике... // Компьютерные учебные программы и инновации. – 2006. – № 2. – С. 73-80. Режим доступа: http://twi.mpei.ac.ru/ochkov/Mathcad_12/Planet/index.html

Анализ ключевых активностей жизненного цикла управления знаниями в вузе и формирование концептуальной модели архитектуры системы управления знаниями

В статье выполнен анализ ключевых активностей жизненного цикла управления знаниями с точки зрения особенностей управления знаниями в высшем учебном заведении. На основании анализа предложена концептуальная модель архитектуры виртуального знаниевого пространства вуза. Предложенная модель является основой для разработки ядра межвузовского виртуального знаниевого пространства, на основе облачных технологий.

Ключевые слова: виртуальное знаниевое пространство, виртуальная компьютерная лаборатория, технологии облачных вычислений, методика изучения корпоративного программного обеспечения, подготовка высококвалифицированных ИТ-специалистов, жизненный цикл управления знаниями, концептуальная архитектура системы управления знаниями.

ANALYSIS OF THE KEY ACTIVITIES OF THE LIFE CYCLE OF KNOWLEDGE MANAGEMENT IN THE UNIVERSITY AND DEVELOPMENT OF THE CONCEPTUAL ARCHITECTURE OF THE KNOWLEDGE MANAGEMENT SYSTEM

This article gives an analysis of the key activities of the life cycle of knowledge management in terms of the features of knowledge management in higher education. Based on the analysis we propose the model of the conceptual architecture of virtual knowledge-space of a university. The proposed model is the basis for the development of kernel intercollegiate virtual knowledge-space, based on cloud technology.

Keywords: knowledge-virtual space, the virtual computer lab, cloud computing technology, methods of studying business software, training of highly qualified IT professionals, the life cycle of knowledge management, conceptual architecture of knowledge management system.

Введение

Всю свою сознательную жизнь мы приобретаем новые знания, при этом знания – это не только то, что дают нам книги, интернет-ресурсы, телевидение, вузы, школа, но и то, что мы получаем и используем в процессе профессиональной деятельности и общения с людьми, накапливая жизненный опыт.

Чтобы объяснить значение термина «знание», проведем различие между данными и информацией. По сути, *данные* – это неструктурированные цифры и факты вне какого-либо контекста, *информация* – структурированный поток данных, уменьшаю-

щий степень неопределённости об объектах и явлениях окружающей среды, их параметрах, свойствах и состояниях, а *знания* – совокупность компетенций, умений, навыков, способностей, жизненного опыта, деловых и личных контактов, которые используются людьми для достижения целей и решения поставленных задач. Можно сказать, что знания – персонализированная информация. Таким образом, легко выделить три отличительные особенности знаний: *принадлежность носителю, отношение к предмету* (персонализация), *возможность практической проверки* (практического применения).

1. Анализ ключевых активностей жизненного цикла управления знаниями

На сегодняшний день существует большое количество книг и статей, в которых представлены модели управления знаниями (УЗ), ориентированные на применение в бизнесе. Между тем проблема управления знаниями в высших учебных заведениях (вузах), хотя и признается актуальной, освещена сравнительно слабо.

Деятельность учебного заведения имеет ряд особенностей, учет которых необходим при построении соответствующей системы управления знаниями (СУЗ). Для того чтобы адаптировать описанные



Евгения Наумовна Черемисина,

д.т.н., директор

Тел.: 8 (49621) 9-07-07

Эл. почта: lena@geosys.ru

Институт системного анализа
и управления Международного
университета природы, общества
и человека «Дубна»
<http://uni-dubna.ru>

Eugene N. Tcheremsina,

Doctor of Engineering Science, Director

Тел.: 8 (49621) 9-07-07

E-mail: lena@geosys.ru

Institute of system analysis and
management International university of
nature, society, and people "Dubna"
<http://uni-dubna.ru>



Михаил Александрович Белов,

к.т.н., доцент

Тел.: (49621) 9-07-07

Эл. почта: belov@pochta.ru

Международный университет
природы, общества и человека
«Дубна», НИУ ВШЭ
<http://uni-dubna.ru>

Mikhail A. Belov,

Candidate of Science (Engineering),

Associate Professor

Тел.: 8 (49621) 9-07-07

E-mail: belov@pochta.ru

International university of nature, society,
and people "Dubna", NRU HSE
<http://uni-dubna.ru>

модели УЗ для применения в образовательных целях, следует прежде всего ответить на вопрос – чем отличается управление знаниями в вузе от управления знаниями в организациях другого типа?

Университет, по определению Г. Минцберга, является профессиональной бюрократией [1], что предполагает:

- высокую степень стандартизации знаний и навыков;
- существенную свободу операторов (преподавателей);
- наличие экспертной иерархии;
- контроль деятельности операторов, основанный, в первую очередь, на личной ответственности самих операторов и мнении экспертного сообщества;
- горизонтальную и вертикальную децентрализацию;
- консервативность;
- размытость стратегии;
- затрудненность инновационных процессов.

Перечисленные особенности, безусловно, должны быть учтены в процессе разработки системы управления знаниями.

Однако необходимо отметить, что данный перечень не исчерпывающим образом характеризует особенности деятельности современного российского вуза. Так, по утверждению Г. Минцберга, необходимым ситуационным фактором деятельности профессиональной бюрократии является сложная, стабильная внешняя среда.

В настоящее время среда, оставаясь, безусловно, сложной, становится все более нестабильной в связи со стремительным развитием технологий и происходящими в обществе изменениями. Это служит причиной возникновения дополнительных требований, в первую очередь, к результатам деятельности вузов, и дополнительных, усложняющих деятельность факторов.

Вузам необходимо быстро адаптироваться к изменяющейся среде, оперативно вводить новые знания в образовательный процесс, что входит в противоречие с такими традиционными свойствами их деятельности, как консерватизм, сложность и затрудненность инноваций.

В то же время для того, чтобы вуз оперировал достоверными, проверенными знаниями, необходимым процесс валидации знаний, который требует определенного времени.

Во многом для разрешения этого критического противоречия и необходимо создание систем УЗ университетов.

Также необходимо отметить следующие особенности деятельности образовательного учреждения, касающиеся именно операций со знаниями:

– в то время как для коммерческого предприятия УЗ является важным, но обеспечивающим процессом, ориентированным на повышение рентабельности основных процессов, для учебного заведения эффективное УЗ должно составлять основу деятельности;

– для коммерческого предприятия знание является ценным активом или источником создания конкурентных преимуществ, для вуза знание является, если можно так выразиться, ключевым элементом производственного процесса. Деятельность вуза ориентирована на передачу знаний от преподавателей студентам;

– в вузе происходит не просто трансферт, а системная передача: знания передаются в виде некоей системы (в соответствии со специальностью, профилем и традициями вуза). Помимо того, знания передаются не сами по себе, но в качестве элемента системы высшего порядка – мировоззрения, наряду с определенной системой ценностей, культурой и в совокупности с практическими навыками, соответствующими той или иной специализации;

– для обеспечения актуализации передаваемых знаний в вузе должны непрерывно функционировать два цикла обучения – обучение студентов и повышение квалификации преподавателей;

– существует необходимость согласовывать содержание и способы преподавания различных курсов в рамках специальности, т.е. необходимо выстраивать связи различных областей знаний в рамках системы более высокого логического порядка;



Михаил Владимирович Лишин,
аспирант кафедры Системного
анализа и управления
Тел.: 8 (49621) 9-07-07
Эл. почта: lishil@uni-dubna.ru
Институт системного анализа
и управления Международного
университета природы, общества и
человека «Дубна»
<http://uni-dubna.ru>

Mikhail V. Lishilin,
post graduate student of the chair
System analysis and management
Tel.: 8 (49621) 9-07-07
E-mail: lishil@uni-dubna.ru
Institute of system analysis and
management International university of
nature, society, and people "Dubna"
<http://uni-dubna.ru>

– в учебном процессе используются, в первую очередь, осознанные и формализованные знания (в виде УМК, методических пособий, учебников, преподавательских конспектов лекций и других учебно-методических материалов);

– идентификацией и формализацией знаний занимается специалист – преподаватель, выступающий в роли эксперта, и он же выполняет функции по валидации, распространению и представлению знаний. Преподаватель является важнейшим звеном в СУЗ вуза и в моделях УЗ должна отражаться эта особенность;

– еще одной важной отличительной особенностью процесса передачи знаний вуза является то, что на предприятиях знания специалистов расширяются, встраиваясь в уже существующую систему. У специалистов предметной области, как правило, имеется существенный объем знаний по специальности и при расширении границ кругозора специалиста семантические связи выстраиваются как бы автоматически. При обучении студента связи нужно сознательно и целенаправленно выстраивать, т.е. формировать систему знаний в контексте будущей специальности. Формировать познавательную траекторию. Здесь существенная роль отводится преподавателям, осуществляющим координацию, согласование читаемых курсов;

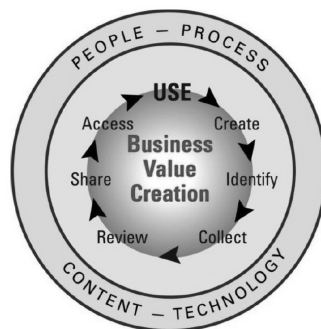
– также важной отличительной особенностью является возможность апробации полученных знаний на практике. Студенты, как правило, имеют ограниченные воз-

можности применения знаний на реальных задачах;

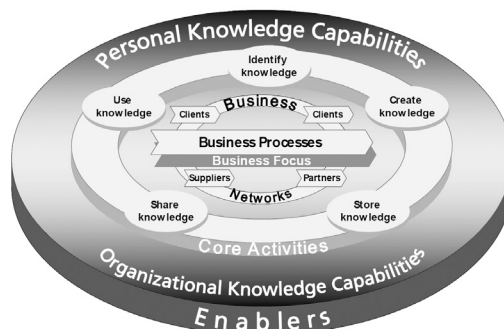
– стратегия современного предприятия, как правило, учитывает значение знаний и корпоративной культуры, но стратегические цели наивысшего порядка направлены на удовлетворение коммерческих интересов владельцев и существенно отличаются от целей вуза. Для коммерческого предприятия характерно управление знаниями с акцентом на извлечении прибыли. Эффективность вуза определяется тем, как он при помощи знаний создает ценность не для себя, но для внешних агентов (предприятий, на которых будут работать выпускники), следовательно, границы СУЗ должны быть шире, чем у большинства предприятий, и включать области знаний потенциальных работодателей студентов.

Более подробное рассмотрение отличительных особенностей УЗ в вузе представляется целесообразным структурировать в соответствии с ключевыми операциями над знаниями. Хотя в различных подходах к проблеме УЗ могут выделяться различные ключевые операции, можно выбрать некий усредненный перечень.

Для рассмотрения в данной работе были выбраны модель, предлагаемая в документе «European guide to good practice in knowledge management», разработанном Европейским комитетом по стандартизации [2], и модель APQC (American Productivity & Quality Center) [3]. Модель APQC содержит 7 шагов: создание, идентификация, сбор, оценка, распространение, доступ, использование (рис. 1а). Модель



а



б

Рис. 1. а) цикл управления знаниями APQC, б) цикл управления знаниями Европейского комитета по стандартизации

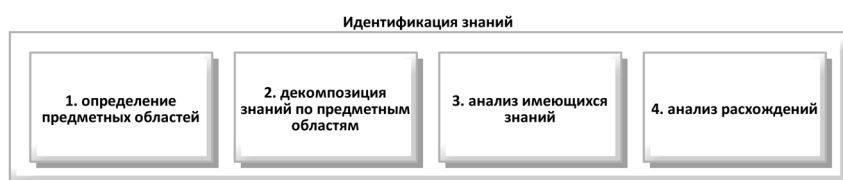


Рис. 2. Шаги процесса идентификации знаний

Европейского комитета по стандартизации включает пять основных активностей: идентификация, создание, хранение, распространение и использование (рис. 1б).

Можно заметить, что рассматриваемые модели существенно пересекаются, соответственно, при рассмотрении шагов, представленных в обеих моделях, мы будем использовать характеристики, описанные как в европейском, так и в американском походе, по возможности дополняя их материалами из других источников по управлению знаниями.

1.1. Идентификация

Процесс идентификации знаний в соответствии с European guide включает в себя идентификацию и анализ существующих знаний, понимание того, какие знания необходимы, анализ расхождений (несоответствий) между имеющимися и требуемыми знаниями. В качестве методов и инструментов указываются систематические стратегии поиска, мозговой штурм, картирование и обратная связь с потребителями. APQC добавляет такие подходы и инструменты, как: аудит знаний, определение экспертов в предметных областях, разработка ключевых компетенций по функциям/ролям, использование сообществ практиков.

Идентификация знаний служит основанием для организации приобретения и повторного использования знаний, как в оперативных, так и в стратегических целях.

Идентификация существующего знания в компаниях подразумевает структуризацию и декомпозицию знаний в соответствии с моделью деятельности компании, создание карты знаний организации (рис. 2).

Распознавание направлений поиска знаний опирается, в первую очередь, на стратегию, на то, какие

направления являются для компании ключевыми.

Определение предметных областей

Как уже отмечалось, деятельность учебного заведения характеризует высокая степень стандартизации знаний и навыков. Это облегчает идентификацию предметных областей накопления знаний и их декомпозицию. Карта знаний может в высокой степени соответствовать организационной структуре факультетов. Однако этот же фактор осложняет интеграцию в систему новых областей знаний или компетенций, большинство из которых являются междисциплинарными (или трансдисциплинарными).

В то же время размытость стратегии препятствует созданию централизованной СУЗ. У факультетов и даже кафедр могут существовать собственные стратегии развития, соответственно, можно говорить о том, что СУЗ учебного заведения скорее будет состоять из слабо связанных локальных систем. Но учитывая важность междисциплинарных исследований, необходимы механизмы сквозного поиска информации и определения семантических связей различных предметных областей.

Анализ имеющихся знаний

Как отмечалось выше, знания, используемые в учебном процессе, являются осознанными и, так или иначе, формализованными. Точки локализации знаний (сотрудники, являющиеся носителями знаний,

базы учебно-методических материалов) хорошо известны. Это дает возможность относительно легко установить объем имеющихся знаний по областям.

Несколько сложнее обстоит дело в той части, которая относится к повышению квалификации преподавателей. Это связано с особенностями взаимоотношений в коллективе с экспертной иерархией. Определить, достаточен ли объем знаний в предметной области эксперта в этой области, сложно по определению. В данном случае уже применяются процедуры обязательного повышения квалификации. Но в целом можно сказать, что актуализация знаний преподавателей во многом зависит и будет зависеть от сознательности и степени самоконтроля самих преподавателей.

Анализ расхождений

Анализ расхождения между имеющимися и необходимыми знаниями (особенно это касается практических знаний) необходимо выполнять с привлечением специалистов (как внутренних, так и внешних), активно занимающихся практической деятельностью в конкретных областях. На данном этапе может быть необходима интеграция СУЗ вуза с аналогичными системами внешних организаций.

1.2. Создание/приобретение

Рассмотрим шаги по этому направлению (рис. 3).

Выбор источников и способов приобретения

После определения необходимых недостающих знаний нужно выбрать источники и способы их приобретения.

В данном вопросе в вузе важную роль может играть не только преподаватель, но и администрация, так как организация доступа



Рис. 3. Шаги процесса создания знаний

к источникам знаний может потребовать заключения договоров со сторонними организациями и специалистами (электронными библиотеками, научными журналами, различными электронными базами знаний, компаниями, заинтересованными в подготовке специалистов, ведущими исследователями в различных областях).

Способы приобретения знаний находятся в непосредственной зависимости от выбранных источников. В данном вопросе у вуза имеется, как правило, больше возможностей, чем у среднестатистического предприятия, в связи с наличием инфраструктуры, ориентированной как раз на передачу знания.

Фильтрация знания

Термин «фильтрация знаний» сходен по содержанию с фильтрацией данных. Если ранее одной из основных проблем работы со знаниями являлась их скудность, недоступность, то сейчас серьезной проблемой выступает переизбыток информации. Следовательно, знания и информацию из отобранных источников необходимо отфильтровать (сократить ее избыточность), перед тем как размещать и использовать в СУЗ.

Стадия фильтрации знаний в основном выполняется преподавателями, как экспертами предметной области. Именно преподаватель несет ответственность за содержательную часть учебных курсов, руководит самостоятельной работой студентов.

Создание нового знания

Создание новых знаний является наименее формализуемым из описываемых процессов. Возникновение нового знания в организации может происходить множеством различных способов, как на личном, так и на групповом уровне: в процессе выполнения работы, совместного обсуждения проблем, проведения экспериментов и т.д.

Наиболее существенной проблемой в процессе создания знаний является распознавание и фиксация этих знаний, так как люди могут не



Рис. 4. Шаги процесса хранения/накопления знаний

осознавать, что они создают критически важные знания, они могут просто полагать, что делают свою повседневную работу [3].

В вузе создание новых знаний может происходить при проведении исследований, выполнении дипломных работ, формировании и обновлении учебных материалов и т.д.

Как и в любой организации, для создания СУЗ вуза критически важно определить потенциальные места создания новых знаний и инструменты, позволяющие эти знания зафиксировать.

1.3. Хранение (накопление)

Организация процесса хранения и накопления знаний во многом опирается на процессы идентификации и приобретения. В свою очередь, организация хранения и накопления знаний будет во многом определять способы распространения знаний (рис. 4).

Анализ и классификация

Для организации хранения приобретаемых знаний необходимо соотнести их с уже имеющимися, т.е. определить их место на карте знаний организации. Трудоемкость этой задачи напрямую зависит от объема накопленных в системе знаний, соответственно, необходима разработка соответствующих инструментов, помогающих эксперту решать задачи анализа и классификации.

Кодификация

На стадии кодификации знания должны быть представлены в форме, пригодной для хранения и последующего распространения, доступной для целевой аудитории, разбиты на так называемые знаниевые единицы (юниты) [4]. В качестве знаниевой единицы может выступать видеозапись лекции или

семинара, текстовый файл, изображение. Возможно существование знаниевых единиц, состоящих более чем из одного файла, например, план семинара + примеры задач + рекомендации по их решению + вспомогательные видео или графические материалы.

Задача кодификации может распределяться между преподавателем и специалистами вспомогательных служб вуза.

Индексация и определение взаимосвязей

Важнейшим элементом СУЗ является система поиска, соответственно, помещаемые в хранилище знаниевые юниты должны быть проиндексированы, определены и описаны их метаданные, семантические связи.

Организация хранения

Существенной проблемой в накоплении и хранении знаний организации является то, что большая часть знаний находится и накапливается в головах сотрудников: личные знания и навыки их применения, навыки командной работы и т.д. Задача выявления и формализации таких знаний для хранения, накопления, структуризации, повторного использования является одной из наиболее сложных задач в управлении знаниями организации.

Знания также могут накапливаться в рамках структуры организации, в процессах и организационной культуре. Соответственно, организационные знания могут храниться в документах, регламентирующих деятельность организации: стандартах системы менеджмента качества, положениях о подразделениях, должностных и рабочих инструкциях и т.д.

Техническими средствами хранения и накопления знаний могут быть базы знаний, системы типа «вопрос – ответ», репозитории.

Для современного вуза может быть особенно важным научиться использовать такие инструменты хранения (а также распространения и структуризации) знаний, как вики, агрегаторы, блоги, социальные сети. Еще одним важным, активно развивающимся в данное время инструментом хранения и распространения знаний в учебных заведениях являются электронные учебники, позволяющие не только предоставить учащимся набор информации по определенным учебным программам, но и выстраивать индивидуальную траекторию обучения, благодаря возможностям интерактивного взаимодействия с учащимся [5].

1.4. Оценка (переоценка)

Важным этапом УЗ является пересмотр накопленных знаний для определения их достоверности, актуальности, релевантности. Этот процесс должен происходить непрерывно, так как каждый раз с поступлением в систему новых знаний часть имеющихся может нуждаться в пересмотре (рис. 5).

Нужно отметить, что основным инструментом пересмотра (так же как и создания и распространения) знаний является их практическое применение. Для вуза может быть особенно важно создать систему апробации знаний, в которой студенты, совместно с преподавателями, смогут решать практические задачи, максимально приближенные к реально возникающим в современной организации. Для повышения эффективности процесса к апробации полученных знаний необходимо привлечь специалистов заинтересованных организаций. Ключевым элементом системы УЗ, обеспечивающим апробацию знаний в области информационных технологий, может стать виртуальная компьютерная лаборатория (ВКЛ) [6].

Сравнительный анализ

При поступлении новых знаний, после этапа их фильтрации и валидации экспертами, необходимо выяснить, как они содержательно соотносятся с уже имеющимися знаниями. Может оказаться, что поступившие знания содержат более актуальную или более полную информацию по сравнению с уже существующими, частично или полностью их опровергают. В таком случае должно быть принято решение о демонтаже устаревших знаний и встраивании на их место новых.

Встраивание обновленных знаний в систему

При встраивании новых знаний в систему должны быть соответствующим образом пересмотрены семантические связи. Также важным элементом является оповещение пользователей системы об обновлении знаниявого контента.

Удаление (архивирование) устаревших, нерелевантных знаний

Устаревшие знания должны быть демонтированы из системы или помещены в архив.

1.5. Распространение, предоставление доступа

Главной задачей распространения знаний является их предоставление в нужном месте, в нужное время, нужным людям и в правильном контексте.

Способы распространения знания непосредственно связаны со способами его хранения, и соответственно, для передачи формализованных знаний могут быть использованы такие технологические средства, как базы знаний с различными поисковыми механизмами, блоги, вики, социальные сети, экспертные системы, системы управ-

ления корпоративным контентом, системы типа «service desk» и многие другие.

Для передачи «скрытых», неформализованных знаний используются другие инструменты, основанные на непосредственном взаимодействии людей: сообщества практиков, семинары, конференции, коучинг, наставничество и т.д.

Организация предоставления доступа к знаниям в СУЗ университета должна быть выполнена с учетом возможных типов взаимодействий в процессе передачи знаний, а также возможных форм их передачи. Характерными для вуза формами взаимодействий, связанными с обменом знаниями, являются: преподаватель – студент, преподаватель – группа студентов, преподаватель – кафедра (факультет), преподаватель – администрация, преподаватель – преподаватель, студент – студент, группа студентов – группа студентов, студент – компании отрасли, преподаватель – компании отрасли, индивидуальная работа.

Что касается возможных форм передачи знаний, то, учитывая необходимость различных подходов к подаче знаний, важно обеспечить максимально возможный набор инструментов.

1.6. Использование

Использования знаний в вузе, как уже отмечалось, происходит по нескольким основным направлениям: передача знаний студентам, совершенствование образовательного процесса (включая разработку новых курсов), повышение квалификации преподавателей.

Можно привести следующие цели использования знаний:

- для формирования учебно-методических материалов;
- для выполнения проектов;
- в учебном процессе (аудиторное и дистанционное);
- использование студентами в процессе самостоятельных занятий;
- для согласования содержательной части и способов подачи материала во взаимосвязанных учебных курсах;

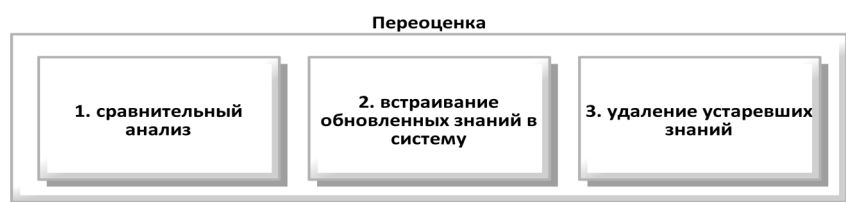


Рис. 5. Шаги процесса переоценки знаний

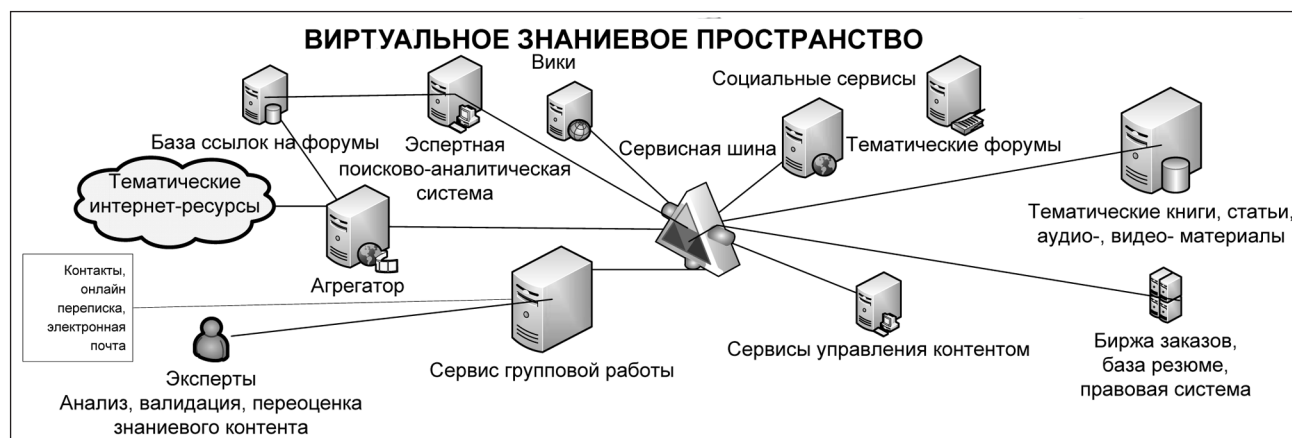


Рис. 6. Концептуальная модель архитектуры виртуального знаниевого пространства вуза

- для накопления знаний по новым предметным областям и создания новых курсов;
- для выполнения коммерческих проектов для сторонних заказчиков с привлечением студентов и преподавателей;
- для целевой подготовки специалистов.

2. Формирование концептуальной модели архитектуры системы управления знаниями вуза

На основании анализа активностей жизненного цикла УЗ предлагается концептуальная модель архитектуры виртуального знаниевого пространства, включающая технологические элементы реализации всех базовых активностей цикла УЗ (рис. 6).

На этапах идентификации, создания, переоценки, распространения и использования знаний существенная роль отводится экспертам, участвующим в работе системы, в качестве которых могут выступать преподаватели, работодатели и заказчики. Основным технологическим инструментом поддержки деятельности экспертов является поисково-аналитическая система.

Важными технологическими элементами создания, хранения, предоставления доступа и переоценки знаний являются социальные сервисы, вики, форумы, базы ссылок на тематические ресурсы и форумы, агрегаторы.

В качестве инструмента, способствующего практической апробации знаний на реальных задачах,

может использоваться биржа заказов, дополненная базой резюме и правовой системой.

Рис. 6. Концептуальная модель архитектуры виртуального знаниевого пространства вуза

Как уже отмечалось, апробация знаний, формирование компетенций, основанных на знаниевых активах, происходящее в бизнес-организациях в процессе основной деятельности, для вуза является задачей, часто вызывающей определенные сложности.

В то же время в основу профессионального обучения ИТ-специалистов необходимо закладывать компетентностный подход, ориентированный не на приобретение учащимся разрозненных знаний, а на комплексное овладение знаниями, практическими умениями и навыками. Основная проблема, диктующая необходимость внедрения такого подхода, связана с постоянным усложнением технологий, средств разработки и производства, ведущих к повышению требований к потенциальному специалисту.

Разработка и успешное внедрение виртуальной компьютерной лаборатории на основе технологий облачных вычислений как межвузовского проекта Университета «Дубна» и НИУ-ВШЭ позволяет учащимся осваивать все стадии жизненного цикла корпоративных информационных систем. Разработанные компоненты виртуального знаниевого пространства обеспечивают не только оперативный доступ к накопленным знаниям, существенно облегчая процесс их

практического освоения, но и позволяют проводить их постоянную актуализацию, а также способствуют появлению новых знаний.

В отличие от классического информационного обеспечения образовательного процесса, система позволяет каждому участнику не просто получать статическую информацию, но и быть вовлеченным во все ключевые активности жизненного цикла управления знаниями.

Такой подход делает каждого участника – по сути, виртуальным агентом в СУЗ, а наличие экспертов в вузе позволяет формировать связанную онтологию между предметными областями.

Поэтому интегрированная система, включающая в себя ВКЛ, СУЗ и систему управления учебным процессом, может стать основой инновационного образования.

Внедрение ВКЛ и виртуального знаниевого пространства позволит вузу организовать создание оптимальной и устойчивой технической, технологической, учебно-организационной, научно-методической и нормативно-административной среды, обеспечивающей поддержку инновационных подходов к компьютерному образованию, которые ориентированы на интеграцию научно-образовательного потенциала вуза, отраслевой и академической науки, установление партнерских отношений с работодателями.

Задействование не только экспертов, но всех участников, включая студентов, аспирантов, преподавателей, представителей

фирм-заказчиков и компаний-партнеров позволит вузу поддерживать уровень качества курсов, соответствующий непрерывному и быстрому росту требований к квалификации специалистов.

Заключение

Кратко резюмируя материал статьи, можно сказать, что УЗ в современном российском вузе имеет ряд

существенных отличительных особенностей, как на стратегическом, так и на тактическом уровне. Адаптация подходов к построению СУЗ, разработанных для применения в бизнесе к деятельности учебного заведения, требует тщательного анализа и корректировки на каждом этапе построения СУЗ.

В то же время имеются предпосылки к применению СУЗ, ин-

тегрированных со средствами апробации знаний и формирования компетенций на основе выполнения реальных проектов, для преодоления ряда проблем, как возникающих сегодня, так и давно существующих в системе высшего образования, наиболее острой из которых на данный момент является слабая и замедленная реакция на изменения внешней среды.

Литература

1. Минцберг Г. Структура в кулаке: создание эффективной организации. – СПб.: Питер, 2012. – 512 с.
2. European Guide to good Practice in Knowledge Management. Part 1: Knowledge Management Framework. – Режим доступа: <ftp://cenftp1.cenorm.be/PUBLIC/CWAs/e-Europe/KM/CWA14924-01-2004-Mar.pdf>
3. APQC's knowledge flow process framework. – Режим доступа: <http://www.apqc.org/knowledge-base/documents/apqcs-knowledge-flow-process-framework>
4. Kimiz Dalkir. Knowledge management in theory and practice. – London: The MIT Press, 2011. – 485 p.
5. Гриншкун В.В., Заславский А.А. Построение индивидуальной траектории обучения информатике с использованием электронной базы учебных материалов // Вестник РУДН. Серия: Информатизация образования, 2010, № 3. – С. 32–36.
6. Черемисина Е.Н., Антипов О.Е., Белов М.А. Роль виртуальной компьютерной лаборатории на основе технологии облачных вычислений в современном компьютерном образовании // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2012. – № 1(55). – С. 50–64.

Использование параллельных и фасетных заданий в системе дистанционного обучения Moodle

В статье рассматриваются особенности и достоинства параллельных и фасетных тестов и заданий, их реализация в популярных системах дистанционного обучения. Описываются принципы работы и достоинства разработанного модуля для СДО Moodle, реализующего фасетный подход к заданиям и позволяющим дальнейшее расширение.

Ключевые слова: фасетные задания, параллельные задания, СДО, Moodle, poasassignment, лабораторные работы по вариантам.

USE OF PARALLEL AND FACET ASSIGNMENTS IN THE SYSTEM OF DISTANT LEARNING "MOODLE"

The paper describes features and advantages of parallel and facet tests and tasks, their implementation in various popular learning management systems. Principles of functioning and advantages of developed module for LMS Moodle are described. The developed module implements facet approach and allows further development.

Keywords: facet assignments, parallel assignments, LMS, Moodle, poasassignment, labs by variants.

1. Постановка задачи

В образовательном процессе преподаватели и учителя постоянно встречаются с необходимостью контроля знаний обучающихся. Обычно подобная задача решается с помощью самостоятельных и контрольных работ. Распространенным методом проверки знаний студентов является проведение таких работ с применением параллельных заданий. Параллельными называются задания, имеющие сходное содержание из одной и той общей дидактической единицы, примерно совпадающие меры трудности и вариации результатов испытуемых [1].

Многие виды параллельных заданий – фасетные задания, или фасеты. Фасетами называются задания, которые можно представить в следующем виде [2]:

Функция $\{y = x, y = x^2, y = -x^2, y = x^3\}$ является:

- а) четной;
- б) нечетной;
- в) ни четной, ни нечетной.

В данном примере в фигурных скобках записано фасетное мно-

жество. Выбирая по одному из значений множества можно составить 4 параллельных задания. В фасетном задании может быть больше одного фасетного множества, тогда количество конструируемых параллельных заданий с помощью этого фасета равно произведению мощности всех множеств.

Так выглядит фасетный тест. Фасетные задания используются реже [3], так как требуют больше времени на подготовку и проверку. Однако в высшей школе фасетные задания, как правило, используются при проведении курсовых проектов, семестровых и курсовых работ. Рассмотрим несколько типичных примеров фасетных заданий из практики Волгоградского государственного технического университета (ВГТУ). Семестровая работа по электротехнике проводится следующим образом: студентам выдают несколько общих заданий – расчет параметров электроцепей. У всех одинаковые цепи, но конкретные значения проводимостей их элементов определяются по номеру варианта.

В большинстве гуманитарных дисциплин, преподаваемых в ВГТУ, в качестве семестрового задания студенты должны написать реферат на одну из предложенных тем, что также можно считать фасетом. Количество тем при этом обычно больше числа студентов в одной группе.

При использовании фасетных заданий возникает задача распределения заданий между учащимися. Можно выделить следующие методы распределения вариантов:

Вар	Операторные проводимости				
	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅
1	G ₁	G ₂	pC ₁	G ₃	pC ₂
2	pC ₁	pC ₂	G ₁	pC ₃	G ₂
3	pC ₁	G ₁	G ₂	G ₃	pC ₂
4	pC ₁	G ₁	pC ₂	G ₂	pC ₃
5	G ₁	pC ₁	pC ₂	pC ₃	G ₂
6	G ₁	pC ₁	G ₂	pC ₂	pC ₃
7	G ₁	pC ₁	G ₂	pC ₂	G ₃
8	pC ₁	pC ₂	G ₁	G ₂	pC ₃
9	G ₁	pC ₁	G ₂	G ₃	pC ₂
10	pC ₁	pC ₂	G ₁	pC ₃	G ₂

Рис. 1. Таблица значений для задания по Электротехнике



Анатолий Андреевич Ерофеев,
магистрант кафедры
Программное обеспечение
автоматизированных систем
Тел.: 8 (917) 843-7911
Эл. почта: yerofeev.aa@gmail.com
Волгоградский государственный
технический университет
www.vstu.ru

Anatoly A. Yerofeev,
graduate student,
the Automated Systems Software
Department
Tel.: 8 (917) 843-7911
E-mail: yerofeev.aa@gmail.com
Volgograd State Technical University
www.vstu.ru/en



Олег Александрович Сычев,
к.т.н., доцент кафедры
Программное обеспечение
автоматизированных систем
Тел.: 8 (905) 396-45-60
Эл. почта: oasychev@gmail.com
Волгоградский государственный
технический университет
www.vstu.ru

Oleg A. Sychev,
Candidate of Engineering Science,
Associate Professor,
the Automated Systems Software
Department
Tel.: 8 (905) 396-45-60
E-mail: oasychev@gmail.com
Volgograd State Technical University
www.vstu.ru/en

- случайное распределение заданий (вытягивание экзаменационного билета);
- самостоятельный выбор задания каждым студентом;
- выбор задания по определенной формуле (основываясь на порядковом номере обучающегося в группе/классе или на цифрах его зачетной книжки);
- назначение преподавателем или старостой (в таком случае может поддерживаться обратная связь – пожелания обучающихся могут учитываться);
- распределение заданий с учетом сложности (задания повышенной сложности повышают рейтинговую оценку).

В ВГТУ студенты первого курса факультета электроники и вычислительной техники в рамках дисциплины «Основы программирования» в течение первого семестра обучения выполняют шесть лабораторных работ, связанных с самостоятельной разработкой программ (в каждой в среднем по 30 вариантов заданий, что можно считать своеобразным фасетом, причем к каждому из которых составлено не менее 3-х отчетных задания). Ставится требование уникальности выполняемого студентом задания в пределах группы. Во втором семестре четыре лабораторных работы, выполняемые по схожей технологии. Однако кроме индивидуальных вариантов заданий в них используются также фасетные требования, например способ ввода/вывода перечней (радиокнопки, список или комбинированный перечень), вид используемых программой контейнеров (ассоциативные или последовательные) и итераторов (в стиле Java или STL) и т.д. Такая практика позволяет значительно затруднить списывание работ в соседних группах и у старших курсов, так как при совпадении вариантов задания обычно отличаются фасетные требования. Дисциплина потоковая, обучаются четыре группы до тридцати человек в каждой.

Упомянутая выше проблема с распределением заданий между студентами встречалась и в этой дисциплине. Изначально старосте группы выдавался список заданий с

графой для фамилии студента и поручалось давать выбирать задания с контролем уникальности в пределах группы. Такой способ имел ряд недостатков. Часто по недосмотру старосты (а иногда и по умыслу, надеясь сдать чужую работу) одно и то же задание могли получить несколько человек в одной группе. Разрешение таких конфликтов происходит нелегко, так как каждый студент настаивает на своей правоте и не хочет переделывать задачу, а способа объективной проверки самостоятельного выбора задания не существовало. Нередки были и случаи выбора варианта под списывание: студенты разных групп по сговору брали одинаковые варианты или же студент предварительно выяснял, какие задания можно списать у старшекурсников.

2. Применение систем дистанционного обучения в образовании

Системы дистанционного обучения (СДО) за годы своего существования не только открыли совершенно новый формат образования – дистанционный, но и позволили повысить эффективность традиционного образования. В России данный формат получил не столь широкое распространение, как за рубежом, в основном по техническим причинам [4]. Тем не менее наблюдается тенденция к улучшению этой ситуации, и СДО с каждым годом набирают все большую популярность.

Внедрение СДО в систему очного образования оказывает положительное влияние на систему образования. Повышение эффективности достигается за счет автоматизации ряда задач, которые до этого преподаватель выполнял вручную – ведение журналов, подготовка и проведение контрольных, самостоятельных работ или экзамена; а также возможности доступа студентами ко многим функциям СДО через сеть интернет в удобное для них время [5].

На сегодняшний день разработаны десятки СДО, как коммерческих (Blackboard, eCollege, Glow, Ning), так и бесплатных (aTutor, Dokeos, LAMS, Moodle, OpenACS, Sakai) [6].

Результат сравнения решений для управления заданиями

Модуль	Задания	Способ организации фасета	Методики распределения заданий	Контроль уникальности задания в пределах группы	СДО
Poasassignment (разработанный модуль)	Общее или фасетные	Настраиваемые поля различных типов	4 настраиваемых методики	Есть	Moodle
Assignment	Общее	–	–	–	Moodle
Random assignment	Фасетные	Файлы	Случайное распределение	–	Moodle
Assignments	Общее	–	–	–	Sakai
Assignment	Общее	–	–	–	Blackboard

Одной из популярнейших является бесплатная система Moodle. Под ее управлением работают более семидесяти тысяч сайтов по всему миру, больше тысячи в России [7, 8]. Система постоянно обновляется и совершенствуется.

СДО Moodle применяется и в ВГТУ. Для упомянутой ранее дисциплины «Основы программирования» в системе создан раздел, в котором студенты могут скачать лекции по предмету, дополнительные материалы, проверить свою подготовленность к занятиям с помощью тестов (контрольное тестирование на занятиях также проводится на сайте СДО). До весеннего семестра 2012 г. на лабораторных занятиях студенты использовали Moodle только для выполнения тестов входного контроля, а также загрузки на сайт исходных кодов своих программ для проверки, после того как лабораторная работа была выполнена и отчитана.

В связи с описанными ранее проблемами выдачи заданий возникла потребность в автоматизации процесса выдачи и контроля уникальности в пределах группы индивидуальных заданий с помощью СДО Moodle. Для системы не существует модуля, который позволял бы выдавать различным студентам разные задания. Стандартный модуль заданий Assignment позволяет выдавать лишь общее задание всем студентам, что не подходит при автоматизации параллельных и фасетных заданий.

3. Существующие решения для управления заданиями студентов

Перед разработкой нового модуля был произведен обзор аналогичных решений. Предпочтение

отдавалось модулям, которые могли бы:

- работать с параллельными и фасетными заданиями;
- распределять задания между студентами по разным методикам (с учетом настроек уникальности);
- следить за ходом выполнения заданий студентами.

Среди всех модулей для СДО, как стандартных, так и написанных сторонними разработчиками, были выделены следующие:

- Assignments для СДО Sakai [9];
- Assignment, стандартный модуль Moodle;
- Random assignment, разработка L. Cirka и M. Fikar (Словацкий технический университет в Братиславе) для СДО Moodle [10];
- Assignment для СДО Blackboard.

Результат сравнения найденных решений по ключевым критериям представлен в таблице.

Как видно из таблицы, ни одно из существующих решений не удовлетворяет всех выдвинутых требований.

Решение начать разработку нового модуля было принято после анализа архитектуры стандартного Assignment. Данный модуль допускает расширение (Random assignment является одним из таких расширений), но эти расширения невозможно комбинировать друг с другом – нельзя совместить случайную выдачу из одного дополнения и технологию черновиков из другого. Разработанный много лет назад модуль Assignment страдал большим количеством архитектурных недостатков. Поэтому была спроектирована более гибкая архитектура для нового модуля.

Разработанный модуль состоит из нескольких взаимосвязанных частей:

- ядро;
- подсистема плагинов — ответов студентов;
- подсистема плагинов – методик распределения заданий.

Для понимания работы модуля будут необходимы следующие понятия.

Экземпляр модуля Poasassignment – совокупность заданий, одно из которых должен выполнить студент, чтобы данный вид работы считался выполненным. Каждая лабораторная работа в нашем примере с дисциплиной «Основы программирования» – это экземпляр модуля.

Задание – формулировка задачи, которую необходимо решить студенту. Состоит из названия, описания и дополнительных полей.

Поле задания – дополнительный тип информации о решаемой задаче в определенном экземпляре модуля Poasassignment.

Значение поля задания – дополнительная информация о конкретном задании.

Задания и поля заданий задаются на отдельных страницах модуля (рис. 2 и 3).

Возможность создавать параллельные задания реализована в ядре модуля. При создании экземпляра модуля производится настройка дополнительных полей заданий данного экземпляра. С точки зрения пользователя, создание параллельных заданий представляет собой заполнение таблицы заданий, в которой у каждого задания есть название, описание и дополнительные поля.

В приведенном на рис. 2 примере создано поле типа «Список с множественным выбором». Количество

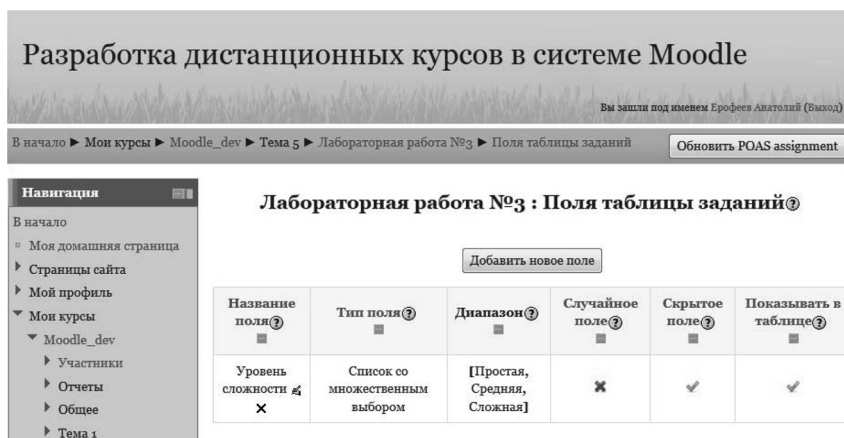


Рис. 2. Таблица полей заданий

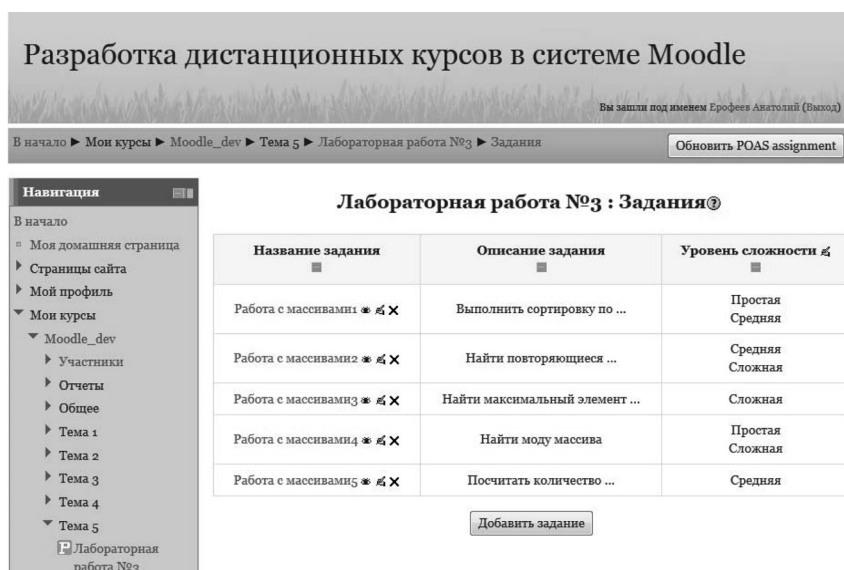


Рис. 3. Таблица заданий

полей в экземпляре модуля не ограничено, каждое поле может быть:

- целым или дробным числом (с указанием допустимых диапазонов);
- строкой;
- текстом;
- файлом;
- датой;
- списком элементов (этот тип поля позволяет создать фасетные задания в их классическом виде, приведенном в начале статьи);
- списком с множественным выбором.

Числовые поля и поля-списки можно сделать случайными, так что поле будет получать значение само, сразу после того, как студент получит задание, что дает большие возможности реализации фасетных заданий: достаточно описать множество возможных

значений полей, и каждый студент получит набор их случайных значений вместе с заданием, а преподаватель сможет его просмотреть. Преподаватель может настроить, когда студент сможет увидеть значение поля: заранее или только после получения задания.

Поля задания помогают сделать каждое задание индивидуальным, даже если исходных формулировок задач меньше, чем количество студентов на потоке. Числовые поля могут использоваться как коэффициенты в уравнениях. Поля-даты упрощают заполнение задания за счет удобной навигации по датам при создании фасетного задания. Поля-списки могут использоваться, когда список альтернатив заранее известен. Например, в курсе «Основы программирования» поле типа список с множественным выбором используется для обозначения уров-

ня сложности текущего задания – «простая», «средняя», «сложная».

После настройки необходимых полей заданий можно перейти к созданию самих заданий (рис. 3). Для каждого задания необходимо задать его название и описание, а также все созданные в экземпляре модуля поля (кроме случайных). Количество заданий, как и полей, не ограничено и для каждого экземпляра Poasassignment задается отдельно.

В модуле используются 4 методики распределения заданий:

- случайное распределение;
- самостоятельный выбор;
- параметрический выбор;
- «из другого экземпляра» – студент получает тот же вариант, что был у него в другом экземпляре модуля, применяется в случае наличия серии взаимосвязанных заданий.

При параметрическом выборе студенты могут указать желаемые значения полей, описывающие, какое задание они хотели бы получить, а система случайным образом выбирает одно из заданий с этими параметрами. Это дает возможность совместить случайное распределение заданий с возможностью студента выбрать уровень сложности или примерную тематику работы. Чтобы методика параметрического выбора работала, преподаватель должен указать, по каким полям студент может указывать свои пожелания к заданиям.

При любой выбранной методике можно настроить уникальность распределения – в пределах группы, в пределах потока, в пределах курса, без контроля уникальности. Для случая, когда студентов больше, чем заданий, предусмотрена опция, которая умеет выдавать задания «по кругу» – когда все задания разобраны хотя бы по одному разу, она начинается снова их выдавать, стремясь обеспечить максимально возможное разнообразие.

К примеру, реализация семестровой работы по электротехнике (пример в начале статьи, рис. 1) можно реализовать за 3 действия:

- создать новый экземпляр модуля, загрузив в него изображение цепи и общую формулировку задания;

- создать 5 случайных полей (Y1, Y2, Y3, Y4, Y5) типа «Список» с возможными значениями {G1, G2, G3, G4, G5, G6, pC1, pC2, pC3, pC4, pC5, pC6};
- создать одно задание для всех студентов.

После этих действий любой студент, посетивший страничку модуля, увидит сформированное для него фасетное задание. При этом задание каждого студента будет, скорее всего, уникальным из-за малой вероятности генерации двух одинаковых заданий. Но если требуется точно перенести задания из методички, необходимо создать поля без случайной генерации и вручную ввести все 10 вариантов заданий с различными значениями полей.

В дисциплине «Основы программирования» (2 семестр изучения дисциплины) структура заданий схожа с семестровыми заданиями по электротехнике. Студенты должны разработать приложение – хранилище данных, но у каждого задания есть особенности.

- логика добавления данных (например, добавляется пустая запись, а затем заполняется или запись добавляется только после заполнения, всего 4 варианта);
- способ редактирования свойств-списков (группа радиокнопок, список или выпадающий список);

- способ хранения перечня в памяти (строкой, порядковым номером значения или перечислением);
- вид записей на экране (данные представлены списком или таблицей);
- тип контейнера для хранения данных (QList, QMap, QLinkedList, QHash);
- тип итератора для обхода контейнера (STL, Java).

4. Результаты внедрения

Разработанный модуль Roasassignment был внедрен в эксплуатацию в ВГТУ в феврале 2012 г., и с тех пор используется преподавателями кафедры программного обеспечения автоматизированных систем. Система продолжает развиваться, в нее регулярно добавляются новые возможности и улучшаются старые функции. Этому способствует модульная организация системы, позволяющая легко добавлять новые страницы, виды ответов, стратегии выдачи заданий и т.д.

По результатам внедрения модуля в дисциплину был произведен опрос студентов, чтобы узнать их мнение о системе. В опросе участвовали 53 студента, основными пунктами анкеты была общая оценка и оценка удобства выбора задания из дома (от -5 до 5 баллов). По результатам анализа анкет можно

сказать, что наибольшее недовольство студентов вызвал не сам модуль, а варианты заданий, которые им попадались случайным образом.

Большинство студентов оценили систему положительно (средняя общая оценка 3,2; средняя оценка удобства 4,4). Самая низкая оценка системы – -3, поставлена из-за ошибки модуля у данного студента. Замечания об ошибках модуля, высказанные в ходе опроса, к тому моменту уже были исправлены. Отдельная оценка была от старост – старосты всех групп отметили удобство раздачи заданий, отсутствие преимуществ в выборе у тех, кто получает задание первым.

Ознакомиться с документацией и скачать модуль можно по ссылке (<http://code.google.com/r/oggfire-moodle-plugins/>).

В ближайших планах (весна 2013 г.) – реализация автоматического тестирования программ студентов на выделенном защищенном сервере. Реализация данной функции позволит преподавателю дисциплин, связанных с программированием, тратить больше времени на объяснение ошибок студентов, чем на проверку программ, а студентам – предварительно проверять работоспособность своих программ на ограниченном количестве тестовых примеров.

Литература

1. Аванесов В.С. Применение тестовых форм в e-Learning [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://testolog.narod.ru/Theory30.html>
2. Ящепкова Л.Я. Конструирование тестовых заданий и обработка результатов тестирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kpmi.wl.dvgu.ru/library/aschepkova/tests.php>
3. Шихова О.Ф., Шаламова А.В., Шкляева А.А. Системы заданий в тестовой форме // Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2011. – № 1. – С. 153–155.
4. Анисимов А.М. Работа в системе дистанционного обучения Moodle: учеб. пособие. – Харьков: ХНАГХ, 2009. – 292 с.
5. Хахмович А.И. Теория и практика эффективного применения систем дистанционного обучения // Управление человеческим потенциалом. – 2012. – № 1. – С. 33–58.
6. Выбор системы дистанционного обучения / И.Б. Готская и др. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ra-kurs.spb.ru/2/0/2/1/?id=13>
7. Фандей В.А. Использование модульной объектно-ориентированной динамической учебной среды moodle в преподавании межкультурной коммуникации // Вестник Московского университета. Серия 19: Лингвистика и межкультурная коммуникация. – 2011. – № 4. – С. 125–130.
8. Алдияров К.Т. Обучение техническим дисциплинам в колледже с использованием электронных ресурсов программной среды Moodle // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. – 2011. – № 4. – С. 89–96.
9. Sakai Assignments [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sakai.rutgers.edu/helpdocs/assignments.html>
10. LMS MOODLE – RANDOM ASSIGNMENT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://virtuni.eas.sk/rocnik/2007/pdf/fid000452.pdf>

Технология обучения в виртуальной образовательной среде персонализации обучения

Статья посвящена проблеме построения образовательного процесса в информационном обществе. Выявлены факторы, влияющие на образовательный процесс в информационном обществе. Построена модель образовательного процесса персонализации обучения студентов. Реализована технология обучения «Виртуальная образовательная среда персонализации обучения студентов» и оценена ее эффективность.

Ключевые слова: образовательный процесс, персонализация обучения, информационное общество, модель обучения, Виртуальная образовательная среда, технология обучения.

EDUCATION TECHNOLOGY IN AN E-LEARNING ENVIRONMENT OF PERSONALISATION OF EDUCATION

The article dwells upon a problem of building the educational process in the informational society. The factors influencing the educational process in the informational society have been identified. The model of the educational process of personalization of students' education has been built. The educational technology "E-learning educational environment of personalization of students' education" has been implemented and its efficiency was evaluated.

Keywords: educational process, personalization of education, informational society, model of education, e-learning environment, educational technology.

Стремительное развитие и распространение информационных и телекоммуникационных технологий в наше время приобретает революционный характер. Традиционное классическое обучение перестало отвечать современным требованиям информационного общества. Если раньше было достаточно один раз получить хорошее образование и в дальнейшем использовать его практически всю жизнь, то в настоящее время обновление знаний происходит очень быстро, следовательно, учиться необходимо всю жизнь [1].

Сегодня компьютер уже экзаменует обучающихся с помощью тестов, дает заключение о характере специалиста, его способностях управления коллективом и т.д. Возможности информационно-телекоммуникационных технологий (ИКТ) в информационном обществе стремительно возрастают [2].

В настоящее время в учебном процессе стали широко приме-

няться E-learning системы, которые являются мощным средством активизации и персонализации обучения. На наш взгляд, при разработке E-learning систем для общеобразовательной подготовки и профессиональной подготовки должны применяться различные подходы: для E-learning систем общеобразовательной подготовки – индивидуализация обучения, под которой понимается организация учебного процесса с учетом индивидуальных особенностей обучающихся; для E-learning систем профессиональной подготовки – персонализация обучения, под которой понимается организация учебного процесса с учетом доминантных специальных способностей обучающегося [1]. Она позволяет создать оптимальные условия для реализации потенциальных возможностей каждого студента. Данная статья посвящена методологии проектирования

образовательного процесса в информационном обществе с учетом персонализации обучения.

А.М. Новиков определяет методологию как учение о структуре, логической организации, методах и средствах деятельности. По мнению ведущих ученых в области методологии педагогики В.И. Загвязинского, В.В. Краевского, А.М. Новикова, она состоит из трех фаз:

- фаза моделирования, результатом которой является построение модели образовательного процесса в информационном обществе с учетом персонализации обучения;
- технологическая фаза, результатом которой является построение Виртуальной образовательной среды персонализации обучения;
- рефлексивная фаза, результатом которой является оценка реализуемого образовательного процесса.



Анатолий Борисович Кондратенко,
д.пед.н., профессор
заместитель директора
Тел. 8 (4012) 93-10-02,
Эл. почта: anatoliy_kondr@mail.ru
Калининградский филиал МЭСИ
<http://www.kaliningrad.mesi.ru/>

Anatoly B. Kondratenko,
Doctor of education, professor
Deputy director
Tel. 8 (4012) 93-10-02
E-mail: anatoliy_kondr@mail.ru
Kaliningrad branch of Moscow
University of economics, statistics and
informatics
<http://www.kaliningrad.mesi.ru/>



Борис Анатольевич Кондратенко,
аспирант
Тел. 8 (4012) 66-41-35
Эл. почта: bakondratenko@gmail.com
БФУ им. Иммануила Канта
<http://www.kantiana.ru/>

Boris A. Kondratenko,
postgraduate student
Tel. 8 (4012) 66-41-35
E-mail: bakondratenko@gmail.com
Immanuel Kant Baltic Federal University
<http://www.kantiana.ru/>

В ходе выполнения первого этапа проектирования установлены три группы факторов, оказывающих влияние на профессиональную подготовку студентов вуза:

1. Факторы, привносимые профессорско-преподавательским составом (ППС) в профессиональную подготовку студентов. Принимаем, что они заранее известны, т.е. не содержат неопределенности, так как преподавательский состав меняется редко. Для краткости обозначим эти факторы одной буквой – α .

2. Факторы, включающие содержание и методическую систему профессиональной подготовки студентов с учетом широкого внедрения в учебный процесс ИКТ. Эти факторы определяют элементы решения задачи, для краткости обозначим их одной буквой – χ .

3. Факторы, оказывающие влияние на профессиональную подготовку, привносимые студентами. Эти факторы неизвестны, в совокупности обозначим их одной буквой – ξ .

Поиск рационального (оптимального) решения в содержании и методике профессиональной подготовки студентов вуза с учетом персонализации обучения при наличии случайных факторов группы ξ представляет собой задачу о выборе решения в условиях нестохастической неопределенности.

Решение задачи формулируется следующим образом: при существующем константном составе преподавателей – α , с учетом факторов, привносимых студентами в профессиональную подготовку, – ξ , найти такое решение, $\chi \subset \chi$, которое обеспечит максимальное значение показателя эффективности профессиональной подготовки студентов вуза W (уровень знаний, прочность знаний, уровень интенсификации учебного процесса). Таким образом, показатель эффективности зависит от всех трех групп факторов: $W = W(\alpha, \chi, \xi)$.

В ходе построения модели образовательного процесса в информационном обществе с учетом персонализации обучения выявлены следующие этапы:

– определены доминирующие факторы, привносимые студен-

тами и оказывающие существенное влияние на их уровень профессиональной подготовки;

– проведено ранжирование выявленных факторов методом экспертной оценки;

– выявлены факторы, оказывающие наибольшее влияние на уровень профессиональной подготовки (УПП) студентов;

– выявлено влияние мотивации (М) на результаты профессиональной подготовки студентов в вузах (x_1);

– выявлено влияние уровня исходной подготовки (ИП), включающей: средний балл ЕГЭ (x_2) и средний балл оценок по базовым дисциплинам (модулям) (x_3), на уровень профессиональной подготовки студентов в вузах;

– выявлено влияние топологических свойств личности (ТСЛ) на уровень профессиональной подготовки студентов в вузах (где x_4 – уровень общих умственных способностей; x_5 – уровень силы воли, x_6 – уровень внимания, x_7 – уровень памяти);

– обоснована закономерность последовательного научного развития студентов в вузах, состоящая в том, что в условиях информатизации общества усиливается влияние свойств личности на уровень обученности студентов [1].

На основе выявленной закономерности и факторов, оказывающих влияние на образовательный процесс в информационном обществе, построена модель образовательного процесса в информационном обществе с учетом персонализации обучения студентов (рис. 1). Таким образом, завершена фаза моделирования образовательного процесса.

Входными элементами модели образовательной среды персонализации обучения студентов являются:

– название изучаемой дисциплины (модуля);

– Ф.И.О. студента;

– специальность (направление) обучения;

– курс обучения.

Входная информация поступает в 5 блоков: блок определения исход-

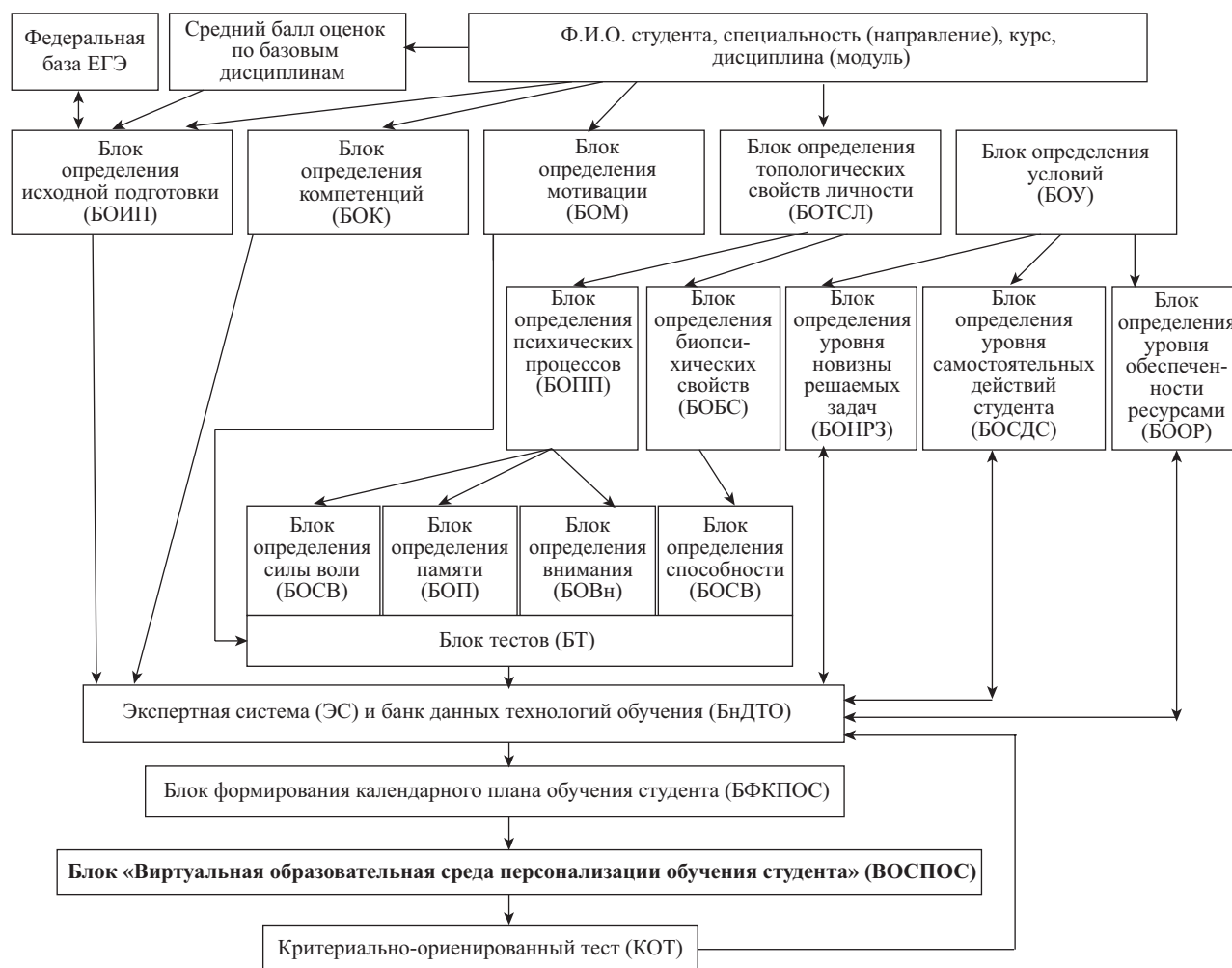


Рис. 1. Модель образовательного процесса в информационном обществе с учетом персонализации обучения студентов

ной подготовки (БОИП); блок определения компетенций (БОК); блок определения мотивации (БОМ); блок определения топологических свойств личности (БОТСЛ); блок определения условия (БОУ).

Каждый из вышеперечисленных блоков имеет следующее предназначение:

– *блок определения исходной подготовки (БОИП)* по данным Федеральной базы ЕГЭ и среднему баллу оценок по базовым дисциплинам (модулям) определяет уровень исходной подготовки студента. Эта информация передается в экспертную систему (ЭС) и банк данных технологий обучения (БнДТО) и участвует в формировании календарного плана технологии обучения студента (БФКПОС), а также является исходной информацией для Виртуальной образовательной среды персонализации обучения студента;

– *блок определения компетенций (БОК)* осуществляет выбор

общекультурных (ОК) и профессиональных компетенций (ПК) из Федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования по направлениям подготовки (ФГОС ВПО) или Государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования по специальности (ГОС ВПО) изучаемой дисциплины (модуля) и передает информацию для экспертной системы (ЭС) и банка данных технологий обучения (БнДТО) и участвует в формировании календарного плана технологии обучения студента, а также является исходной информацией для Виртуальной образовательной среды персонализации обучения студента;

– *блок определения мотивации (БОМ)* проводит психологическое тестирование студента с целью определения уровня мотивации. Эта информация сохраняется в экспер-

тной системе (ЭС) и банке данных технологий обучения (БнДТО) и участвует в формировании календарного плана технологии обучения студента, а также является исходной информацией для Виртуальной образовательной среды персонализации обучения студента;

– *блок определения топологических свойств личности (БОТСЛ)* включает в себя два блока: блок определения психических процессов (БОПП) и блок определения биопсихических свойств (БОБС). В свою очередь, БОПП состоит из трех блоков: блок определения воли (БОВ), блок определения памяти (БОП), блок определения внимания (БОВн). Блок определения биопсихических свойств (БОБС) включает в себя блок определения способности (БОСП). Все вышеперечисленные блоки передают информацию в блок тестов, информация с которого поступает в экспертную систему (ЭС) и банк данных технологий обуче-

ния (БНДТО), что позволяет учесть влияние четырех факторов, относящихся к топологическим свойствам личности, на выбор технологии обучения студента;

– блок определения условия (БОУ) включает в себя три блока: блок определения уровня новизны решаемых задач (БОНРЗ), блок определения уровня самостоятельности действий студента (БОСДС) и блок определения уровня обеспеченности ресурсами (БООР). Эти блоки, взаимодействуя с Виртуальной образовательной средой персонализации обучения студента, позволяют определить одну из составляющих элементов компетенций (условия).

Экспертная система (ЭС) и банк данных технологий обучения (БНДТО) позволяет из полученных данных сформировать календарный план технологии обучения персонально для каждого студента с учетом его мотивации к обучению, психических свойств (воли, памяти, внимания) и биопсихических свойств (способности), исходной подготовки студента и условий решения конкретных задач по дисциплине (модулю).

Блок «Виртуальная образовательная среда персонализации обучения студентов» позволяет каждому студенту реализовать свою траекторию обучения и учесть все особенности студента к обучению в условиях информационного общества (рис. 2).

Построенная модель является исходной базой для реализации технологической фазы проектирования, результатом которой является построение в образовательном учреждении технологии «Виртуальная образовательная среда персонализации обучения студентов» [3].

Технология «Виртуальная образовательная среда персонализации обучения студентов» была построена на базе «Виртуального Кампуса МЭСИ» [4].

После реализации по выбранной траектории обучения определяется уровень компетенций студентов по изученной дисциплине (модулю) с использованием критериально-ориентированных тестов. Оценивание результатов обучения студентов по изученной дисциплине (модулю), по опыту профессора А.И. Чачулина [5], производится с использованием критерия компетенций:

$$I = K_y + K_c + K_z,$$

где K_y – критерий условия;
 K_c – критерий способности;
 K_z – критерий готовности.

Если результаты обучения по изученной дисциплине (модулю) не соответствуют требованиям ФГОС (федеральные государственные образовательные стандарты), проводится автоматическая корректировка формирования календарного плана обучения студента с целью выполнения требований ФГОС по освоению общекультурных и профессиональных компетенций.

Для реализации рефлексивной фазы проектирования, результатом которой является оценка реализуемой образовательной технологии, в Калининградском филиале Московского государственного университета экономики, статистики и информатики (МЭСИ) проводился педагогический эксперимент. Сущность эксперимента заключалась в том, что по общей программе одним и тем же преподавателем проводились отдельные занятия в двух учебных группах, из которых одна была выбрана в качестве экспериментальной, а другая в качестве контрольной.

В течение учебного семестра две группы студентов проходили обучение в соответствии с утвержденной учебной программой и графиком подготовки по дисциплине «Базы данных».

Уравнивающими условиями в эксперименте были:

- цели и задачи подготовки студентов по изучаемой дисциплине;
- контроль за подготовкой студентов проводился по одним и тем же темам программ;
- при выполнении зачетных и контрольных мероприятий для объективного сравнения существовавшей и предлагаемой методики были поставлены в одинаковые условия выполнения этих мероприятий.

Различие в обучении состояло в том, что в контрольной учебной группе использовались традиционные методы обучения и традиционный экзамен, а в экспериментальной была применена технология «Виртуальная образовательная среда персонализации обучения студентов».

Особенность данной технологии заключается в том, что в экспериментальной группе по разработанной компьютерной программе, с использованием тестов студент определял свой уровень мотивации, силу воли, память, внимание, способности, а также выбирал уровень новизны решаемых задач, уровень самостоятельных действий при решении задач, уровень обеспеченности ресурсами. Блок исходной подготовки по фамилии



Рис. 2. Реализация технологии «Виртуальная образовательная среда персонализации обучения студентов» на базе «Виртуального Кампуса МЭСИ»

студента через Федеральную базу ЕГЭ определял баллы ЕГЭ по сданным дисциплинам. Вся вышеперечисленная информация поступала в экспертную систему для анализа. Результаты анализа поступали в банк данных технологий, и автоматически выбиралась такая технология, которая соответствовала персональным данным студента. На основе выбранной технологии преподаватель формировал персональный календарный план обучения студента, который реализовался через виртуальную образовательную среду обучения.

Оценка эффективности реализации технологии определялась в блоке критериально-ориентированных тестов по уровню компетенции студентов (I), который состоит из трех критериев: K_y – критерий условия, K_z – критерий готовности, K_c – критерий способности [5].

Критерий условия (K_y) выбирался студентом самостоятельно по трем параметрам: уровень новизны решаемых задач, уровень самостоятельных действий при решении задач (в какой степени будет оказана автоматическая помощь при решении задачи), уровень обеспеченности ресурсами, необходимыми для решения задачи. Каждый из параметров оценивался по шкале от 1 до 5.

Критерий готовности (K_z) определялся с использованием теста на мотивацию, который также оценивался по шкале от 1 до 5.

Критерий способности (K_c) оценивался по уровню знаний, включающему средний балл по числу

контрольных мероприятий по дисциплине, который определялся по формуле

$$\bar{\chi} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \chi_i,$$

где $\bar{\chi}$ – средний балл по числу контрольных мероприятий;

n – число контрольных мероприятий;

χ_i – оценка i -го мероприятия.

Результаты педагогического эксперимента оценивались по уровню компетенции студентов (I_0) и уровню квадратического отклонения, которые определялись по формуле

$$\bar{I} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_i,$$

где $\bar{I}$ – средний балл группы по уровню компетенции;

n – число обучаемых в группе;

I_i – оценка i -го обучаемого.

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (I_i - \bar{I})^2},$$

где s – среднее квадратическое отклонение.

В ходе педагогического эксперимента получены следующие данные

$$\bar{I}_y = 4,28 \quad \bar{I}_k = 3,84$$

$$S_y = 0,122 \quad S_k = 0,124.$$

Таким образом, эксперимент показал, что средний балл экспериментальной группы по уровню компетенции увеличился на 0,44, а разброс оценок в экспериментальной группе по уровню компетенции сократился на 0,002.

Эффективность применения технологии персонализации обучения в виртуальной образовательной среде по критерию уровня компетенции определяется по формуле

$$K_{yK} = \frac{\bar{I}_y}{\bar{I}_k},$$

$$K_{KO} = \frac{\bar{S}_y}{\bar{S}_k},$$

где K_{yK} – коэффициент эффективности по показателю уровня компетенции;

K_{KO} – коэффициент эффективности по показателю среднее квадратическое отклонение уровня компетенции.

Подставляя в формулу полученные выше числовые значения, получаем:

$$K_{yK} = 1,11; K_{KO} = 0,98.$$

Таким образом, применение технологии «Виртуальная образовательная среда персонализации обучения студентов» на 11% увеличивает коэффициент эффективности по показателю уровня компетенции и на 0,02% уменьшает разброс оценок уровня компетенции.

В заключение следует отметить, что оценка эффективности реализации технологии «Виртуальная образовательная среда персонализации обучения студентов» показала безусловную целесообразность ее внедрения в учебный процесс вузов в условиях информационного общества.

Литература

1. Кондратенко А.Б. Автоматизированная обучающая система персонализации обучения // Высшее образование в России. – 2007. – № 8. – С. 130–132.
2. Кондратенко А.Б. Методология построения E-learning системы персонализации обучения // Открытое образование. – 2011. – № 5. – С. 17–20.
3. Кондратенко А.Б. Виртуальная образовательная среда МЭСИ // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. – Вып. 5. – Калининград, 2012. – С. 7–10.
4. Тихомирова Н.В., Минашкин В.Г., Дудейковская Л.Н. Образовательный процесс в электронном университете: условия и направления трансформации // Высшее образование в России. – 2011. – № 2. – С. 3–11.
5. Чучалин А.И., Епихин А.В., Муратова Е.А. Планирование оценки результатов обучения при проектировании образовательных программ // Высшее образование в России. – 2013. – № 1. – С. 13–19.

Технология вебинара как регистратора событий в жизни вуза

В работе рассмотрены функциональные возможности программного обеспечения для проведения вебинаров в приложениях, способствующих использованию дистанционных аудиовизуальных технологий в образовательной и научно-методической деятельности вузов и её переводу в открытое информационное пространство.

Ключевые слова: дистанционные образовательные технологии, учебные среды, технология вебинаров, информационно-коммуникационная компетенция.

WEBINAR TECHNOLOGY AS A REGISTRAR OF THE UNIVERSITY LIFE EVENTS

The article considers the functional options of software to conduct Webinars for applications that promote the use of distance learning technologies and its audiovisual implementation in the open educational space.

Keywords: educational technology, distance learning, webinars, ICT competence.

Введение

В настоящее время динамичный аудиовизуальный контент все больше заменяет статичный текстовый в интернете, что, по мнению Криса Андерсона, способствует внедрению инноваций в современном обществе [1]. Появилась возможность импортировать в электронные документы, подготовленные в формате Portable Document Format (PDF) видеотрейлеры, превращая их в интерактивные учебные ресурсы [2]. Развитию тенденции к доминированию аудиовизуального контента в глобальной сети способствует появление не только современных цифровых видеокамер, но и относительно дешевых бытовых видеорегистраторов и видеодиктофонов, использующих веб-камеры. Мобильные телефоны, смартфоны и планшеты также могут производить аудиовидеозаписи. Для персональных компьютеров Microsoft предлагает программу Киностудия Windows Live, в свободном доступе в интернете имеется аналогичное по функциям программное обеспечение (WebcamXP, VirtualDub, Screencast-O-Matic и др.). Многие учителя-методисты используют эти средства для создания видеороликов и видеопособий, размещая созданные материалы на сервисе

YouTube. Веб-камеры используются также в средствах проведения сетевых семинаров – вебинаров (Anymeeting, Bigbluebutton, Comdi, Webinarexpert и др.).

На протяжении многих лет проводятся и публикуются в интернете видеозаписи конференций неформального образования/просвещения TED [3]. Получает распространение практика размещения на сервисах YouTube, Vimeo и/или на порталах вузов видеозаписей выступлений участников научно-методических и других конференций, а также их трансляция в интернете в режиме реального времени. Организация научных конференций начинает сопровождаться предварительным обсуждением представленных текстовых материалов, презентаций и видеосообщений в интернете. В частности, сервисы Агора и Открытый класс были использованы для подготовки и проведения Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы неформального образования педагогов и руководителей образовательных учреждений» [4]. Видеолекции преподавателей являются ведущим путем экспорта образовательных услуг Современной гуманитарной академии [5]. В Томском политех-

ническом университете (ТПУ) в настоящее время действует сервис виртуального медиалектория, в течение учебного года проводится более 6000 вебинаров для студентов очной и заочной форм обучения. Дидактические и методические особенности подготовки и проведения вебинаров описаны в [6].

Целью настоящей работы является комплексное применение технологий видеокommunikаций не только для обеспечения учебных вебинаров, но и в более широком контексте образовательной и научно-методической деятельности вузов.

Практические применения технологии вебинаров

На рис. 1 представлены возможности программного обеспечения (ПО) Adobe Connect Pro Meeting как для организации учебного процесса, так и для информационно-коммуникационного сопровождения научно-методических конференций и конкурсных мероприятий. В ряду аналогичных программных средств указанное ПО выделяется широкими функциональными возможностями для проведения вебинаров в интерактивном режиме (голосовая обратная связь, видеосвязь с несколь-



Сергей Алексеевич Горисев,

к.т.н., доцент

Тел.: 8 (3822) 421-370

Эл. почта: gorisevsa@tpu.ru

Национальный исследовательский

Томский политехнический

университет

<http://www.tpu.ru>

Sergei A. Gorisev,

Candidate of Engineering Science,

Associate Professor

Тел.: 8 (3822) 421-370

E-mail: gorisevsa@tpu.ru

National research Tomsk

Polytechnic University

<http://www.tpu.ru>



Игорь Владимирович Ряшенцев,

зав. лабораторией порталных

технологий, ассистент,

Тел.: 8 (3822) 421-370

Эл. почта: rishiv@tpu.ru

Национальный исследовательский

Томский политехнический

университет

<http://www.tpu.ru>

Igor V. Riashentsev,

head of the laboratory of portal

technologies, assistant

Тел.: 8 (3822) 421-370

E-mail: rishiv@tpu.ru

National research Tomsk

Polytechnic University

<http://www.tpu.ru>

кими участниками, опрос, обмен файлами, запись вебинара и т.д.).

Прежде всего, данное программное обеспечение используется в Институте дистанционного образования ТПУ для проведения занятий со студентами, которые обучаются по дистанционным образовательным технологиям, разрешенным Законом об образовании в Российской Федерации (п. 3 ст. 6), без приезда в университет на экзаменационную сессию. Для студентов очной формы обучения и для преподавательского состава университета, повышающего квалификацию, проводятся виртуальные консультации по расписанию, реализованы краткосрочные курсы повышения квалификации сотрудников филиалов ТПУ (корпоративный E-learning), проводятся семинары фирм – производителей/поставщиков программного обеспечения для преподавателей инженерно-технических кафедр ТПУ и др. В ряде случаев проводятся консультации сотрудников ТПУ для сторонних образовательных или производственных организаций.

Записи проведенных занятий/консультаций доступны студентам и преподавателям на внутривузовском депозитарии, доступ к которому модулируется. В случае необходимости сопровождения открытых дистанционных курсов (Open Course Ware) доступ к ресурсам может быть предоставлен по предварительной свободной регистрации.

С использованием технологии вебинаров возможно проведение

открытых лекций для удаленной аудитории, не входящей в контингент студентов вуза (экспорт образовательных услуг), для замещения аудиторных лекционных занятий по ряду дисциплин дистанционными занятиями по расписанию в режиме онлайн (с возможностью задать вопрос лектору), а также для участия преподавателя в конкурсах педагогического мастерства. Аналогично лекционным занятиям организуются мастер-классы ведущих преподавателей университета.

Бюро расписания университета, наряду с обычным аудиторным фондом, может распределять учебные занятия по виртуальным аудиториям. Преподаватели и студенты могут войти в данные аудитории, используя информационно-образовательную среду ТПУ, посредством расписания занятий в своем личном кабинете. Кроме того, апробируется вариант использования технологии вебинара как параллельной онлайн-трансляции в интернете занятия, проводимого в реальной аудитории. Это может быть востребовано студентами, которые в силу объективных причин (нахождение вне стен университета, программы Double Degree; болезнь и т.д.) не могут присутствовать на данном занятии в аудитории.

Отдельного рассмотрения требует вопрос о сетевом информационно-коммуникационном сопровождении таких мероприятий в жизни университетов, как организация и проведение научно-методических конференций различного уровня от внутривузовского до



Рис. 1. Возможные направления использования ПО Adobe Connect Pro Meeting



Вячеслав Алексеевич Стародубцев,
д.пед.н., профессор
Тел.: 8 (3822) 564-101
Эл. почта: starslava@mail.ru
Национальный исследовательский
Томский политехнический
университет
tpu.ru

Viacheslav A. Starodubtsev,
Doctor of Pedagogical Science,
Professor
Tel.: 8 (3822) 564-101
E-mail: starslava@mail.ru
National research Tomsk Polytechnic
University
<http://www.tpu.ru>

международного. В работе [4] описано применение для сетевого сопровождения научно-практической конференции сервиса agoa.gugu.ru, который предоставляет возможность для регистрации участников, приема тезисов докладов и их сетевого обсуждения в текстовых комментариях. Это является доступным вариантом для образовательных организаций, не имеющих возможности сопровождения такого рода сетевых взаимодействий на своих сайтах. Регистрация участников, прием тезисов и их публикация производится на сайтах/порталах многих вузов, наряду с предоставлением доступа к архиву ранее прошедших конференций. Однако не всегда есть возможность предварительного обсуждения представленных материалов.

С учетом опыта работ [4, 7] организация информационно-ком-

муникационного сопровождения научно-методической конференции [8] отделом информатизации образования ТПУ проведена по трем этапам: предконференция, онлайн-конференция и архив конференции (рис. 2).

В первом разделе размещены тезисы докладов и комментарии к ним, во втором представлено расписание видеотрансляций работы пленарного заседания, отдельных секций и мастер-классов. Здесь ПО для проведения вебинара используется в режиме видеорегистратора событий. Эта технология была ранее практически опробована во время проведения предыдущей методической конференции ТПУ на одной из секций, в работе которой приняли участие удаленные докладчики.

Тезисы докладов размещались на сайте конференции до ее нача-

1-й этап

Для добавления комментариев необходимо пройти Авторизацию в Портале ТПУ (для корпоративных пользователей Портала ТПУ) или зарегистрироваться на Портале ТПУ - РЕГИСТРАЦИЯ (для незарегистрированных пользователей Портала ТПУ)

2-й этап

Комментировать

06.03.2013 13:28
Григорьев С.А.
Здравствуйте! Тезисы Вашего доклада размещены. При появлении вопроса или комментария, на которое Вы можете ответить, мы отправим Вам уведомление.

14.03.2013 13:44
Савицкий В.А.
Уважаемые коллеги! Что Вы ставите целью практики или открытия субъективно нового для теоретических знаний в допуске? Они ведут к результатам?

14.03.2013 14:43
Григорьев С.А.
Уважаемый Вячеслав Алексеевич! Целью лекции на практике, так и открытие субъективно нового для теоретических знаний, предполагает изучение существующих дисциплин, на которые опирается студент сформировать ясное понимание те...

3-й этап

О Конференции Пленарное Секции 1 2 3

Образовательные ресурсы технического университета

Pre - conference
(с 01.03.13 по 24.03.13)
(на странице с докладом Вы можете оставить свои комментарии)

Online - conference
(с 26.06.13 по 30.03.13)
ВХОД на онлайн трансляцию

Расписание онлайн трансляций

Секция / Дата	26 марта вторник	27 марта среда	28 марта четверг
Секция 3		234 10:00-12:00	3 10:00-11:4

<http://webinar.icq.tpu.ru/r38584282/>

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Виртуальная Медиа Лектория

Онлайн Информационный Образовательный

2013 2012 2010

26-30 марта 2013 года в Томском политехническом университете состоится научно-методическая конференция «Уровневая подготовка специалистов: государственные и международные стандарты инженерного образования»

Пленарное заседание: 27 марта, 28 марта, 29 марта

26 марта

Реализация международных стандартов ISO в образовательном стандарте ТПУ-2012

Член Александр Иванович Прохоров по образовательной и международной деятельности, Томский политехнический университет

Первая Профессорское чтение Семинары Конференции Вебинары

Для просмотра Видео материалов, на Вашем компьютере должен быть установлен Flash Player версии 8 и выше

На вашем компьютере установлен Flash плейер версии 11.6.0.2

Система автоматизации

Рис. 2. Разделы сайта конференции

ла и все желающие могли принять участие в обсуждении: задать вопрос, написать замечание и т.д., а автор доклада мог ответить. При этом использована технология асинхронной коммуникации, аналогичная форуму (рис. 2, 1-й этап). Страница каждого доклада содержала опцию «Комментировать» (разработана А. Ковыневым), которая включала в себя блок добавления текстового комментария и функциональные кнопки «Ответить», «Редактировать», «Удалить». Они доступны индивидуально любому пользователю, прошедшему авторизацию на портале, и модератору. Сервис отправлял автоматически текст комментария на почтовый адрес автора тезисов в реальном времени, прокомментированные тезисы отмечались специальной иконкой в электронном каталоге. Фактически этот заочный этап явился аналогом стендовых докладов в традиционных конференциях, но в данном варианте у участников есть возможность без спешки ознакомиться со всеми материалами, представленными на конференции.

На втором этапе было представлено расписание видеотрансляций работы пленарного заседания, отдельных секций и мастер-классов (рис. 2, 2-й этап). Любой желающий, проверив и настроив свое рабочее место, мог принять участие в работе конференции в реальном времени мероприятия, независимо от своего географического местоположения. Имея возможность заблаговременно ознакомиться со всеми докладами, преподаватели, занятые в учебном процессе, могли выбирать гибкую траекторию просмотра трансляций и переходить из одной виртуальной аудитории в другую. Таким образом, удаленные участники имеют определенное преимущество, поскольку могут прослушать большее количество интересующих их выступлений, в том числе в активном режиме – участвуя в обсуждении в текстовом чате со своего ПК.

Архив конференции оперативно создавался сотрудниками отдела информатизации образования ТПУ по ходу конференции и содержит в открытом доступе презентации

докладов пленарного заседания, видеозаписи докладов и данные опроса участников конференции. Режим редактирования записей вебинаров, имеющийся в арсенале Adobe Connect Pro Meeting, позволяет выделить в общей записи докладов отдельные видеофрагменты и опубликовать их на сайте конференции с указанием авторства сообщений. В альтернативном варианте, при публикации общей записи работы секции указаны временные интервалы, соответствующие записям выступлений всех докладчиков. Архивом (рис. 2, 3-й этап) могут воспользоваться все те, кто не смог присутствовать ни в реальной, ни в виртуальной аудиториях во время докладов в реальном времени. Отметим, что видеозаписи, созданные с использованием возможностей системы Adobe Connect Pro Meeting, менее «объемные», по сравнению с распространенными видеоформатами, за счет оригинального пакетного способа хранения видео-, аудио-, графического и текстового контента. Это позволяет записывать трансляции большой длительности с высоким качеством.

Просмотр видеозаписей докладов, сохраненных в этом разделе сайта, показывает некоторые технические недостатки, которые не свойственны обычному вебинару. В частности, фиксируется выход докладчика из поля зрения веб-камеры (отсутствие видеооператора) и недостаточная слышимость вопросов к докладчику из аудитории (отсутствие радиомикрофона). Устранить эти недостатки достаточно просто. В частности, докладчик может приостановить работу веб-камеры в тот момент, когда он хорошо виден в соответствующем окне вебинара. Следующий выступающий вновь включит режим трансляции веб-камеры и т.д.

К достоинствам примененной технологии по сопровождению процесса работы конференции следует отнести документальность (режиссера записи событий нет), оперативность (запись сохраняется в депозитарии автоматически), простота применяемого видеопроцессинга (одна-две вебкамеры),

возможность трансляции мероприятий из любой аудитории, имеющей вход в интернет, использование глобальной сети для трансляции процесса удаленным участникам. Это позволяет применить технологию вебинара на многих других мероприятиях, проходящих в стенах университета.

Итоговое анкетирование участников конференции также проведено с помощью Adobe Connect Pro Meeting. Эта программа имеет модуль включения опроса в ходе вебинара, поэтому для сетевого анкетирования была создана в открытом доступе виртуальная комната-вебинар, на экране которой были представлены несколько форм опроса участников конференции. Результаты опроса незамедлительно, в режиме реального времени отражались на диаграммах форм опросов, а более развернутую оценку мероприятия респонденты могли оставить в текстовом чате. Отметим, что на экране «комнаты» можно разместить четыре-шесть отдельных форм вопросов, что для оперативного анкетирования вполне достаточно. При этом нет необходимости открывать новые окна, чтобы просматривать результаты, как это происходит при использовании форм анкетирования на сервисах drive.google.com или www.anketer.ru.

Анкетирование показало, что более 90% из 97 участников конференции, принявших участие в опросе, считают целесообразным применение поэтапного сопровождения конференций, 73% использовали информационную поддержку на каком-либо этапе, но у почти половины респондентов (как правило, старшего поколения преподавателей) были затруднения на первом этапе, в процедуре отправки комментариев к докладам. Можно надеяться, что в дальнейшем, по мере вхождения данной организации конференций в практику, эти затруднения уменьшатся.

Заключение

1. Лицензионное программное обеспечение Adobe Connect Pro Meeting может быть применено в новом качестве объективного ре-

гистратора многих педагогических и других событий в жизни вуза, позволяя создавать видеозаписи мероприятий и их хранение в электронной информационно-образовательной среде университета. В целом это расширяет возможности создания аудиовизуального контента в интернете. Дидактически отредактированные фрагменты могут быть использованы в учебном процессе. Наряду с печатными трудами, записи выступлений и учебных занятий преподавателей могут быть учтены в процедурах аттестации и приема на работу.

2. Обычно участники очного этапа конференции знакомятся с содержанием докладов на пленарных и секционных заседаниях в жёстком цейтноте конвейера выступлений участников. В потоке новой информации слушателю-участнику нелегко выделить и сис-

тематизировать положения, полезные именно для него, соотнести их со своей практикой, обсудить в диалоге с докладчиком конкретные ситуации. Организация сетевой предконференции (заочные стендовые доклады) в значительной степени устраняет отмеченный недостаток.

3. Как правило, содержание дискуссий по докладам очной формы конференций остается за кадром опубликованных сборников трудов. Процесс обсуждения отдельных сообщений и количество оставленных к докладам комментариев, зафиксированные в электронной среде вуза, становятся важными дополнительными материалами, показывающими актуальность конкретных работ и их значимость. Наличие комментариев является, по нашему мнению, индикаторами информационно-коммуникационной и профессиональной компетен-

тностей профессорско-преподавательского состава образовательной организации.

4. Проведенная сетевая дискуссия и дистанционное анкетирование позволили организаторам конференции учесть спектр мнений участников в итоговом решении и в планировании дальнейшей работы по информационному сопровождению таких важных событий в жизни вузов, какими являются научно-методические конференции. Функциональные характеристики веб-камер становятся все совершеннее, и технология вебинаров может найти такие применения в учебной деятельности преподавателей вузов, как документирование защит выпускных аттестационных работ, проведение студенческих конференц-недель, создание видеоинструкций, проведение дистанционного голосования и открытых лекций.

Литература

1. Андерсон, К. Как видео в интернете способствует глобальной инновации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://clck.ru/8bwli>
2. Интерактивные электронные документы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lms.tpu.ru/course/view.php?id=9062>
3. TED: Ideas worth spreading [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ted.com/>
4. Стародубцев, В.А., Анненков В.В., Вострикова Е.А. Проектирование сетевых взаимодействий педагогов // Школьные технологии. – 2013. – №2. – С. 123–128.
5. Карпенко, М.П. Телеобучение. – Изд-во СГУ, М.:2008. – 800 с.
6. Стародубцев, В.А. Подготовка и проведение вебинаров в системе дистанционного обучения // Открытое и дистанционное образование. – 2011. – 1 (41). – С.16–22.
7. Стародубцев, В.А., Анненков В.В., Вострикова Е.А. Сетевое взаимодействие педагогов в контексте научно-практической конференции // Alma Mater (Вестник высшей школы). – 2013. – №4. – С. 43–47.
8. «Уровневая подготовка специалистов: международная концепция CDIO и Стандарт ООП ТПУ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://clck.ru/8bwmw>

Модель онтологической системы с рефлексивным ядром¹

В статье рассматривается структура многоуровневой онтологической системы, используемой для планирования прикладных лингвистических задач в системе «OntoIntegrator». Онтологическая система включает онтологию планирования задач, онтологию моделей и прикладные онтологии. Рассматривается концепция онтологии с рефлексивным ядром, обеспечивающим возможность модификации структуры онтологии в динамическом режиме.

Ключевые слова: онтологии, рефлексивное программирование, онтологическое моделирование.

MODEL OF ONTOLOGICAL SYSTEM WITH REFLEXIVE CORE

The structure of multilevel ontological system is described in the article. This model is used for planning linguistic problems in the «OntoIntegrator» system. Ontological system includes the task designing ontology, model ontology and applied ontology. The model of ontology with reflexive core provides the ability to modify the structure of ontology in a dynamic mode.

Keywords: ontology, reflexive programming, ontology modeling.

Введение

В последнее десятилетие в мире разработаны различные программные архитектуры для решения задач обработки текстов. Такие успешные проекты, как GATE [1], UIMA [2], Textpresso [3], ориентированы на лингвистическое аннотирование текстов и интегрируют различные программные средства для обработки текстов. Система «OntoIntegrator», разработанная авторами, также является интегрированной инструментальной средой для решения прикладных задач, связанных с автоматической обработкой текстов. При этом в системе последовательно реализуется онтолого-лингвистический подход [4], интегрирующий концептуальные и технологические решения, позволяющие проектировать решения сложных задач обработки текстов в семантическом пространстве знаний, представленных как система онтологических моделей. С одной стороны, система онтологических моделей структурирует семантическое пространство, с другой –

управляет решением прикладных лингвистических задач. Разработанные инструментальные средства в системе «OntoIntegrator» ориентированы на обработку текстов на русском языке и содержат в своем составе ряд специализированных баз данных, построенных на основе обработки корпусов текстов на русском языке.

В статье рассматривается новая концептуальная модель иерархической системы онтологических моделей с рефлексивным ядром, позволяющая модифицировать структуру онтологий и интерпретацию решений прикладных задач в динамическом режиме. Нами рассматриваются такие задачи, для которых в процессе их выполнения требуется динамически перестраивать процесс решения, например, за счет изменения интерпретации решения, не меняя характера вычислительного процесса. Представляется, что задачи такого класса возникают в процессе обработки текстов с богатым набором объектов (сущностей) и раз-

личными способами их обработки. Выбор соответствующего объекта обработки (смена интерпретации) должен выполняться в рамках заданного вычислительного процесса и перестраиваться специальным способом, который реализуется на основе предлагаемого в статье рефлексивного механизма.

1. Организация системы онтологических моделей

Система «OntoIntegrator» содержит в своем составе следующие функциональные подсистемы:

- подсистема «Интегратор»;
- подсистема проектирования онтологий «OntoEditor+»;
- подсистема «Анализатор текста»;
- подсистема ведения внешних лингвистических ресурсов;
- подсистема онтологических моделей.

Подсистема проектирования онтологий «OntoEditor+» [5] обеспечивает основные табличные функции работы с онтологией (добавление, изменение, удаление за-

¹ Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ, грант № 11-07-00507.



Ольга Авенировна Невзорова,
к.т.н., заместитель директора
Тел.: 8 (843) 292-49-14
Эл. почта: onevzoro@gmail.com
Научно-исследовательский институт
«Прикладная семиотика»
Академии наук Республики Татарстан
www.ips.antat.ru

Olga A. Nevzorova,
PhD, Deputy Director
Tel.: 8 (843) 292-49-14
E-mail: onevzoro@gmail.com
Research Institute of Applied Semiotics of
Tatarstan Academy of Sciences
www.ips.antat.ru



Владимир Николаевич Невзоров,
к.т.н., доцент кафедры
Информационных технологий
проектирования
электронно-вычислительной
аппаратуры
Тел.: 8 (843) 231-00-81
Эл. почта: nevzorovvn@gmail.com
Казанский национальный
исследовательский технический
университет имени А.Н. Туполева
www.kai.ru

Vladimir N. Nevzorov,
PhD, Associate Professor of the IT
Designing Department
Тел.: 8 (843) 231-00-81
E-mail: nevzorovvn@gmail.com
Kazan National Research Technical
University named after A.N. Tupolev
www.kai.ru

писей; автоматическая коррекция записей; ведение нескольких онтологий, в том числе смешанных, т.е. с общими списками типов отношений, классов, текстовых эквивалентов и др.; импорт онтологий различных форматов; фильтрация онтологий; ведение автоматической статистики по объектам онтологии; поиск цепочек отношений и др.). Функции модуля визуализации поддерживают различные графические режимы системы, в том числе графический режим проектирования онтологий.

Подсистема «Анализатор текста» включает лингвистический инструментарий, предназначенный для решения задач морфологического анализа, онтологической разметки, разрешения многозначности, сегментации и прикладного лингвистического моделирования.

Подсистема ведения внешних лингвистических ресурсов поддерживает ведение основных лингвистических ресурсов, в составе которых выделяются размеченный грамматический словарь и ряд специализированных лингвистических баз данных.

Подсистема «Интегратор» обеспечивает интеграционную основу решения прикладной лингвистической задачи и управление построением решения прикладной задачи.

Процесс решения прикладной лингвистической задачи в системе «OntoIntegrator» реализуется под управлением системы онтологи-

ческих моделей [6]. Система онтологических моделей включает различные типы онтологий: прикладные онтологии, онтологию моделей и онтологию планирования задач (рис. 1).

С точки зрения структурной организации система онтологических моделей представляет собой трехкомпонентную ассоциативную систему. Компонентами являются онтология планирования задач, онтология моделей и прикладная онтология. В системе допускается интерпретация прикладной онтологии как совокупности онтологий разных проблемных областей (и соответственно, разных семантических интерпретаций): внешних, подключаемых пользователем, и внутренних, встроенных в систему «OntoIntegrator» (с возможностью пополнения, редактирования и вычислительной поддержкой) с целью решения широкого круга прикладных задач. Примерами встроенных онтологий являются онтология общепринятых аббревиатур, онтология маркеров для аннотирования выходного текста по результатам решения прикладной задачи и т.д.

Формально, трехкомпонентная ассоциативная система есть структура вида $S = \langle \Psi, \Sigma, \Omega \rangle$, где Ψ – онтология планирования задач; Σ – онтология моделей; Ω – прикладная онтология.

Онтология планирования задач $\Psi = (\Psi_C, \Psi_R, Z_\Psi)$ есть семантическая сеть, в которой Ψ_C – множество

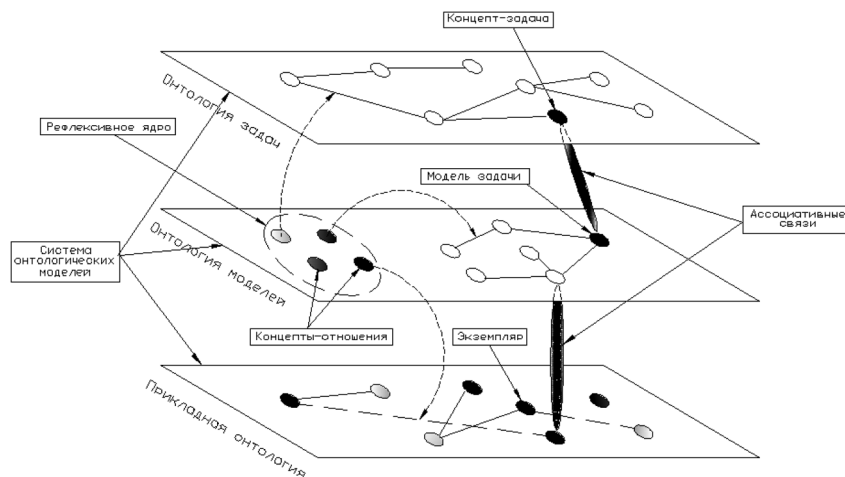


Рис. 1. Структура системы онтологических моделей

концептов; Ψ_R – множество отношений, в общем случае n -местных; $\Psi_R \subseteq \Psi_C^n$; Z_Ψ – множество функций интерпретации.

Онтология моделей $\Sigma = (\Sigma_C, \Sigma_R, H_{ref}, Z_\Sigma)$ есть семантическая сеть, в которой Σ_C – множество концептов; Σ_R – множество отношений, в общем случае n -местных $\Sigma_R \subseteq \Sigma_C^n$; Z_Σ – множество функций интерпретации, H_{ref} – рефлексивное ядро онтологии моделей (подробно будет рассмотрено в разделе 2).

Прикладная онтология $\Omega = (\Omega_C, \Omega_R, Z_\Omega)$ есть семантическая сеть, в которой Ω_C – множество концептов; Ω_R – множество отношений, в общем случае n -местных $\Omega_R \subseteq \Omega_C^n$; Z_Ω – множество функций интерпретации.

Между компонентами (семантическими сетями) онтологической системы могут быть установлены ассоциативные связи (ассоциативные отношения) $R, R \subseteq \Psi \times \Sigma, R \subseteq \Sigma \times \Omega$. Ассоциативные отношения устанавливаются между подсистемами соответствующих онтологий.

2. Модель рефлексивного ядра

Важной составляющей онтологической системы является компонента онтологии моделей «рефлексивное ядро», которая позволяет моделировать в системе способность к рефлексии. В информатике рефлексия означает динамический процесс модифицирования программной системой собственной структуры и поведения. Соответствующая парадигма программирования называется рефлексивным программированием (функциональное расширение парадигмы объектно ориентированного программирования) и является одним из видов метапрограммирования. Программы, написанные на языках программирования, поддерживающих рефлексю, обладают дополнительными возможностями, реализация которых на языках низкого уровня затруднительна. Перечислим некоторые из них:

- поиск и модификация конструкций исходного кода (блоков, классов, методов, протоколов и т. п.) как объекты первого клас-

са (first class object) во время выполнения;

- изменение имен классов и функций во время выполнения;
- анализ и выполнение строк кода, поступающих извне;
- создание интерпретатора байт-кода нового языка.

Представляется, что рассмотренное понятие рефлексии может быть применено для моделирования процессов модификации структуры онтологической системы. Определим рефлексивное ядро как структуру $H_{ref} = (H_{ref}^C, H_{ref}^R, Z_{ref})$, $H_{ref} \in \Sigma$ (где Σ – онтология моделей, H_{ref}^C – множество ссылок на концепты, H_{ref}^R – множество ссылок на отношения, Z_{ref} – множество функций интерпретации). Рефлексивное ядро является системообразующей частью в построении онтологической системы, оно содержит ссылки на все типы концептов и отношений в онтологической системе, а также множество допустимых функций интерпретации, определяющих выбор используемых типов концептов и отношений, и эта информация представлена как внутренняя модель в онтологии моделей. Другими словами, в онтологической системе представлено знание о структуре системы, организованное как внутреннее знание системы. Рефлексивное ядро может настраиваться (переопределяться) пользователем системы «OntoIntegrator» на основе собственной интерпретации концептов онтологии моделей.

Рассмотрим некоторые типичные модели использования рефлекс-

сии в онтологической системе. На рис. 2 показан пример рефлексии, связанный с изменением (переопределением) связей в структуре некоторого концепта-модели. Новая модель сохраняет структурные свойства исходной модели, но меняет семантику связей. Все рассмотренные преобразования выполняются на уровне рефлексивного ядра. На рис. 3 показан пример рефлексии, связанной со сменой представлений о моделях в онтологии моделей. В этой схеме новая структура сохраняет структурные связи исходной модели, но меняет семантику составляющих элементов. Также все преобразования выполняются на уровне рефлексивного ядра.

3. Компоненты онтологической системы

Экземпляр онтологии планирования задач (p -концепт) описывает формальную структуру прикладной задачи в виде ориентированного графа, вершинами которого являются концепты-задачи определенных функциональных типов, а отношения между вершинами выбираются из множества отношений онтологии планирования задач. Таким образом, онтология планирования задач формально определяется как структура вида $\Psi = (\Psi_K, \Psi_R, Z_\Psi)$, где Ψ_K – множество концептов-задач; Ψ_R – множество отношений; Z_Ψ – множество функций интерпретации. Функциональный тип концепта-задачи выбирается из открытого множества допус-

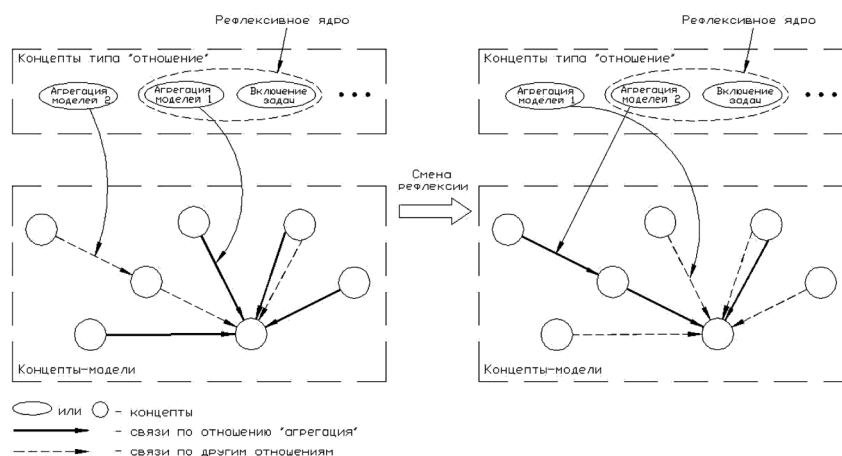


Рис. 2. Рефлексия как управление структурой модели (задачи)

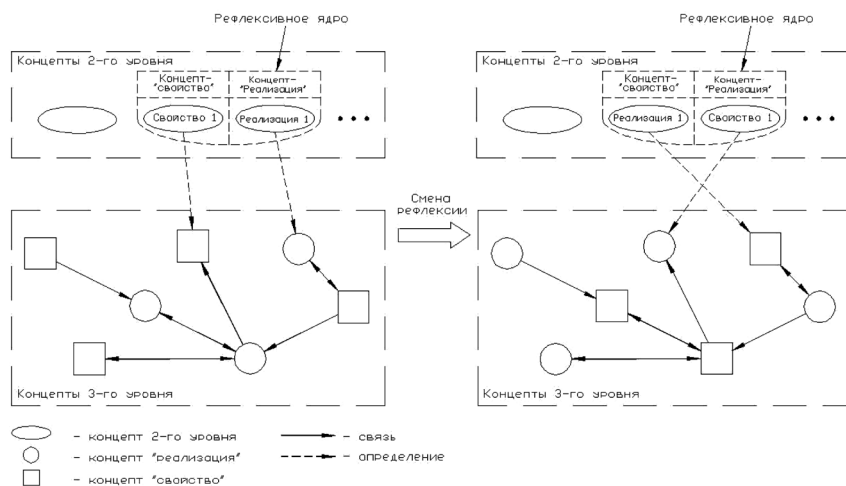


Рис. 3. Механизм рефлексии как смена представлений о моделях

тимых функциональных классов: операции (*TOperations*), источники (*TSources*), приемники (*TSinks*), ψ -реализации (*T ψ -Realizations*).

Класс ψ -реализации определяет структуру решения задачи в виде последовательности базовых операций и ψ -реализаций. Экземпляр класса ψ -реализации представляет собой исполняемый модуль для решения определенной прикладной задачи. Класс операции содержит расширяемый набор базовых операций, для которых фиксируется конкретная семантика. Классы источники и приемники определяют средства преобразования данных, различающиеся функциональностью. Формирование экземпляра класса ψ -реализации происходит на основе специального механизма назначения последовательности операций, реализуемого на основе отношения включения из множества Ψ_R отношений онтологии планирования задач.

Планирование логической структуры реализации осуществляется в окне программного модуля «Конструктор задач» с последующей автоматической генерацией кода новой реализации.

Экземпляр онтологии моделей (*s*-модель) формально описывает модель представления исследуемого объекта, который во входном тексте реализуется в форме *t*-модели (текстовый эквивалент *s*-модели). Таким образом, задача распознавания *t*-модели рассматривается как задача классификации. В системе

«OntoIntegrator» предложена комплексная технология решения задачи классификации *t*-модели, базирующаяся на следующих механизмах.

Структурные свойства *s*-модели отражают, с одной стороны, грамматические (синтаксические) свойства объектов *t*-модели, а с другой – семантическую интерпретацию этих объектов в конкретных прикладных задачах. Таким

образом, структура прикладной *s*-модели позволяет распознавать реализацию этой модели в тексте и задавать семантическую интерпретацию выделенных объектов.

Задача классификации *t*-модели (отнесение к классу *s*-модели) решается на основе следующих механизмов:

- обнаружение в тексте конкретных экземпляров прикладной онтологии (*e*-моделей) на основе технологии онтологической разметки с последующим построением *t*-модели на основе экземпляров прикладной онтологии;
- установление эквивалентности структуры *t*-модели структуре *s*-модели.

На системном уровне реализация онтологии моделей имеет трехуровневое строение (рис. 4).

На первом уровне при создании новой онтологии моделей выполняется генерация двух абстрактных концептов высшего типа: нулевого концепта (абстрактный концепт,

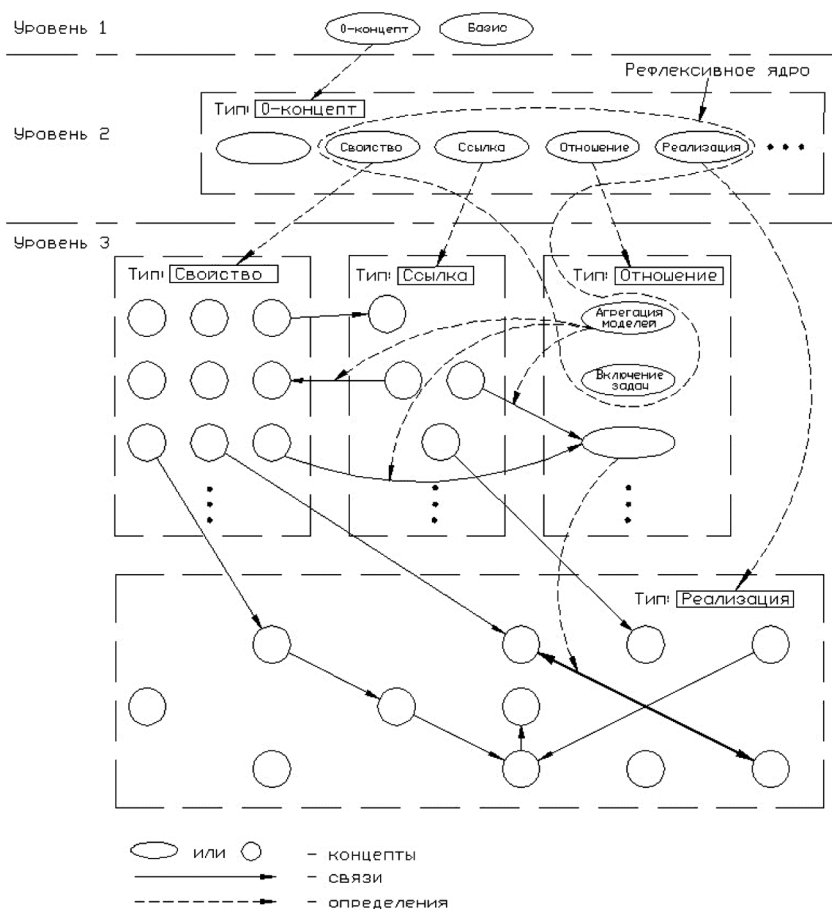


Рис. 4. Структура онтологии моделей

универсальный суперттип) и абстрактного концепта («базис-концепт»), порождаемого от нулевого концепта с абстрактными свойствами и ссылками, обеспечивающими базовую функциональность свойств и ссылок концептов прикладной онтологии.

Все концепты второго и третьего уровней будут иметь специфический атрибут «тип», определяющий базовый класс концепта.

На втором уровне через переопределения нулевых концептов создаются концепты абстрактных базовых типов, интерпретируемые как типы «отношения», «свойства», «ссылки» и «реализации». Выбор пользователем системы четырех концептов 2-го уровня специфицирует рефлексивное ядро системы.

Третий уровень состоит из 4-х групп концептов базовых типов, определяемых концептами рефлексивного ядра. Первая группа концептов типа «отношение» описывает набор отношений, используемых для формирования связей между концептами любой из онтологий (прикладной, моделей и планирования задач). Концепты-«отношения» («включение задач» и «агрегация моделей») используются процессором при построении сложных комплексов концептов в онтологии моделей и онтологии планирования задач и поэтому являются частью рефлексивного ядра.

Концепты-«отношения», не входящие в рефлексивное ядро, могут иметь связи по отношению «агрегация моделей» с концептами типа «свойства» и «ссылки», определяющими свойства этих отношений, и ссылки на их описание из других источников. Вторая группа концептов типа «свойство» специфицирует набор свойств, которые могут быть агрегированы в концепты-«отношения», концепты-«ссылки», концепты-«реализации» и могут обладать вычислительной поддержкой на уровне процессора системы. К третьей группе концептов относятся концепты с типом «ссылка», их значением является адресная ссылка на внешний источник данных. К четвертой группе

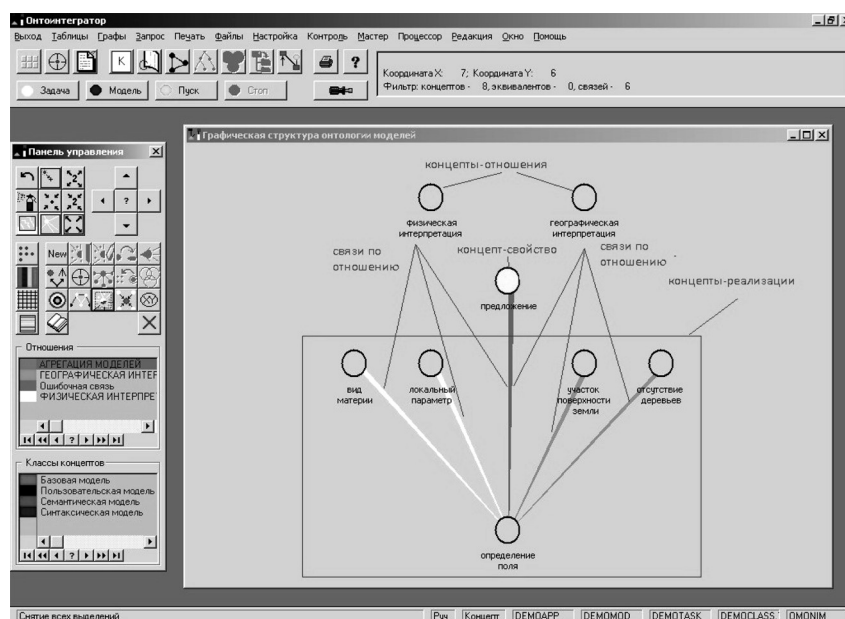


Рис. 5. Семантические подструктуры в онтологии моделей

относятся концепты с типом «реализация», которые представляют собой создаваемые пользователем исполняемые модули. Эти модели обладают свойствами и ссылками агрегированных в них концептов-«свойств», концептов-«ссылок» и концептов-«реализаций».

Смена концептов на уровне рефлексивного ядра приводит к смене концептуальной структуры моделей в онтологии моделей и задач в онтологии планирования задач. Для предотвращения коллизий концепты онтологии моделей не могут быть удалены, если они принадлежат рефлексивному ядру. Связи переопределенного концепта-«отношение» признаются нелегитимными (но не удаляются), что позволяет динамически актуализировать структуры моделей в процессе решения задач.

Рассмотрим пример применения рефлексивных механизмов в задаче анализа экспериментального текста статьи толкового словаря, вводящего определение некоторого многозначного понятия, например, «...под **полем** в физике понимается **вид материи**, каждая точка которого характеризуется некоторым **локальным параметром**. В географии же **поле** – это **участок поверхности земли**, на котором наблюдается **отсутствие деревьев**». Цель анализа заключается в применении

соответствующей интерпретации (физической или географической) для понятия «поле» при обработке различных фрагментов (предложений) текста данной статьи. Решение строится на основе введения новых отношений «физическая интерпретация» и «географическая интерпретация» в онтологию моделей. Понятия текста «поле», «вид материи», «локальный параметр», «участок поверхности земли», «отсутствие деревьев» на основе отношений агрегации образуют соответствующие семантические подграфы (рис. 5).

Для обработки текста может быть выбрана та или иная интерпретация и в тексте будут выделены объекты, относящиеся к заданной интерпретации. Таким образом, рефлексивный механизм управления обработкой позволяет удерживать в фокусе внимания заданные интерпретации, и следующим шагом в данном направлении могло бы стать автоматическое изменение фокуса при смене интерпретации процесса обработки.

Заключение

В статье рассмотрена формальная модель системы онтологий с рефлексивным ядром, реализованная в онтолого-лингвистической системе «OntoIntegrator». Многоуровневая система онтоло-

гий включает различные типы онтологий: прикладные онтологии, онтологию моделей и онтологию планирования задач. Важной составляющей онтологической системы является компонента онтологии моделей «рефлексивное ядро», которая позволяет модели-

ровать в системе способность к рефлексии.

Описанные в статье механизмы рефлексии системы реализованы в системе «OntoIntegrator», разработанные программные решения применены в задаче представления многозначных концептов.

Модель онтологии с рефлексивным ядром обеспечивает динамический процесс модифицирования собственной структуры и поведения программной системой, что существенно расширяет возможности системы для моделирования решений сложных интеллектуальных задач.

Литература

1. Boncheva, K., Tablan, V., Maynard, D., Cunningham, H. Evolving GATE to meet new challenges in language engineering // Natural Language Processing. – V. 10, № 3–4. – P. 349–374.
2. Ferrucci, D., Lally, A. UIMA: an architecture approach to unstructured information processing in corporate research environment // Natural Language Processing. – V. 10, № 3–4. – P. 327–348.
3. Muller, H.-M., Kenny, E.E., Sternberg, P.W. Textpresso: an ontology-based information retrieval and extraction system for biological literature // PLoS Biology. – V. 2, № 11. – P. 1984–1998.
4. Невзорова О.А. Онтолингвистические системы: технологии взаимодействия с прикладной онтологией / О.А. Невзорова // Ученые записки Казанского государственного университета. Серия физико-математические науки. – 2007. – Том 149. – Кн. 2. – С. 105–115.
5. Невзорова О.А. Инструментальная система визуального проектирования онтологий «OntoEditor+» в лингвистических приложениях / О.А. Невзорова // Вестник КГТУ им. А.Н.Туполева. – 2006. – № 3. – С. 56–60.
6. Невзорова О.А., Невзоров В.Н. Многоуровневая онтологическая система для планирования решений прикладных задач // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем = Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2011): материалы Междунар. научн.-техн. конф., Минск, 10–12 февраля 2011. – Минск: БГУИР, 2011. – С. 323–330.

Дифференцированное обучение информатике в педагогическом вузе

В статье анализируется возможность использования критерия значимости учебного материала для дифференциации обучения информатике студентов педагогического вуза при проведении занятий в общем потоке гуманитарных специальностей.

Ключевые слова: дифференцированное обучение, значимость учебного материала, тестирование, имитационная модель.

DIFFERENTIATED TEACHING OF INFORMATICS AT PEDAGOGICAL HIGHER INSTITUTION

This article analyzes the possibility of using criteria of importance for the taught material. It can be employed to differentiate computer science education for students at pedagogical institutions in learning at the humanities departments.

Keywords: differentiated teaching, meaningfulness of educational material, testing, simulation model.

Введение

В высшем образовании подготовка современного специалиста невозможна без адаптации учебного процесса к каждому студенту, без предоставления ему того образовательного пространства, которому он отдал предпочтение при поступлении на выбранную специальность. Однако традиционная система обучения информатике в педагогическом вузе, ориентированная на обобщенное изложение учебного материала одновременно нескольким группам студентов непрофильных специализаций, сведенным в единый поток для занятий в общей учебной аудитории, отвечает этому условию лишь частично.

Преподавание информатики на гуманитарных отделениях педагогических вузов, как правило, осуществляется по единым учебным программам, однотипно и в общем потоке групп студентов различных специальностей и направлений обучения. При этом преподаватели не имеют возможности дифференцированно излагать учебный материал для отдельных групп студентов с той степенью детализации, которая продиктована тре-

бованиями подготовки по каждой из специальностей. Как следствие, предлагаемые для усвоения учебные материалы могут отражать один и тот же объект изучения с одинаковой степенью детализации, которая не будет отвечать требованиям подготовки разнопрофильных групп студентов, обучение которых, по экономическим или каким-либо другим причинам, ограничено рамками общего потока. Одним из способов решения проблемы является внедрение в вузовскую практику дифференцированного обучения.

За последние годы накоплен обширный практический опыт по внедрению дифференцированного обучения в довузовское образование, но вопросам дифференциации обучения в высшей школе современными учеными уделено недостаточно внимания.

1. Дифференцированное обучение в вузе

Проблемы дифференцированного обучения, необходимость учета значимости содержания учебных дисциплин при формировании мотивации студентов, модели дифференциации обуче-

ния в высшем образовании рассматривают в своих работах Н.М. Жукова, Deborah Blaz, Pamela J. Gent, Sandra F. Rief [1–4] и другие. Однако вопросы, связанные с дифференциацией, ориентированной на значимость учебного материала для различных специальностей единого потока студентов, не нашли в их работах исчерпывающего решения.

В настоящее время в высшей школе накоплен богатый потенциал идей реализации дифференцированного обучения отдельным дисциплинам, но преподавание информатики на гуманитарных специальностях, как правило, по-прежнему ведется по обобщенному «сценарию», и эпизодическое внедрение «передовыми» кафедрами вариативных информатических дисциплин не решает данной проблемы.

Целью статьи является рассмотрение проблемы дифференцированного обучения информатике разноспециализированных групп студентов, объединенных в общий поток.

Необходимость введения дифференцированного обучения, особенно по непрофильным для спе-



Александр Николаевич Алексеев,
д.пед.н., профессор кафедры
технологии машиностроения, станков
и инструментов
Тел.: +38 (093) 802-97-83
Эл. почта: alekseev_an@ukr.net
Сумской государственной
университет
<http://www.tmvi.sumdu.edu.ua/>

Alexander N. Alekseev,
Doctor of Pedagogical Science,
Professor, Department of Engineering
Technology, machines and tools
Тел.: +38(093) 802-97-83
E-mail: alekseev_an@ukr.net
Sumy State University
<http://www.tmvi.sumdu.edu.ua/>



Елена Николаевна Король,
преподаватель кафедры дошкольного
и начального образования
Тел.: +38 (050) 066-10-48
Эл. почта: Korol.9@mail.ru
Сумской государственной
педагогический университет
им. А.С. Макаренки
<http://www.ipp.sspu.sumy.ua/>

Elena N. Korol,
Lecturer, the Department of Preschool
and Primary Education
Тел.: +38(050) 066-10-48
E-mail: Korol.9@mail.ru
Sumy State Pedagogical University
<http://www.ipp.sspu.sumy.ua/>

циальности дисциплинам, обусловлена тем, что студенты не в полной мере понимают значимость этих дисциплин для дальнейшей профессиональной деятельности и не видят смысла в их изучении. Как следствие, у них снижается мотивация к обучению, познавательная активность и интерес к изучаемому учебному материалу. Многие дисциплины не осознаются студентами как предпрофильные: не усматриваются ценностно-смысловые аспекты их изучения, пути дальнейшего использования полученных знаний при изучении дисциплин профессиональной подготовки. Процесс обучения не воспринимается студентами как целостный, между компонентами которого существуют последовательные связи.

Требование выделить для изучения разные аспекты учебного материала информатических дисциплин обусловлено необходимостью сформировать у студентов непрофильных специальностей различающиеся по объему и содержанию знания современных информационных технологий и умения использовать для учебной и последующей профессиональной деятельности разнородные компьютерные программные и аппаратные средства. Следовательно, несмотря на то что такие дисциплины для гуманитарных специальностей педагогического вуза, как правило, преподаются по общим учебным программам одинаково для студентов всех специальностей, сведенным в общий поток, внедрение дифференцированного обучения должно строиться с учетом значимости учебного материала для каждой специальности отдельно.

Преподаватели, готовясь к занятиям, обычно определяют лишь способ своей деятельности на занятии (ознакомить, научить, повторить, доказать, проверить и т.п.), но никак не ее конечный результат (сможет ли студент использовать приобретенные знания при дальнейшем изучении профильных дисциплин или в будущей профессиональной деятельности). Это особенно касается

преподавателей непрофильных информатических дисциплин, которые привыкли подавать одинаковый материал для студентов различных специализаций, сводя цели обучения к одному общему знаменателю и тем самым обобщая задачи аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов. Подобный подход часто приводит к тому, что весь поток студентов получает один и тот же спектр знаний, который не может способствовать развитию их как профессионалов в полной мере.

2. Преподавание информатики на примере гуманитарного вуза

Проанализировав учебные планы и собрав информацию о преподавании информатических дисциплин в СумГПУ имени А.С. Макаренки в Институте педагогики и психологии, можно отметить, что сегодня фактически нет устойчивого подхода к методике обучения таким дисциплинам студентов гуманитарных специальностей.

Так, для студентов 1-го курса преподаются следующие нормативные информатические дисциплины в цикле дисциплин естественно-научной (профессиональной) подготовки:

- «Информационно-коммуникативные технологии», которая была введена на смену дисциплине «Основы информатики и вычислительной техники» для студентов специальностей «Практическая психология», «Коррекционное образование (олигофренопедагогика)», «Социальная педагогика. Практическая психология» – кафедрой информатики;
- «Вычислительная техника и технические средства обучения» и «Основы информационной культуры» – кафедрой дошкольного и начального образования для студентов специальностей «Начальное образование. Информатика», «Начальное образование. Английский язык» и «Дошкольное образование».

Для студентов 2–4 курсов шести рассматриваемых специальностей кафедрой дошкольного и начально-

го образования преподаются нормативная дисциплина «Новые информационные технологии».

Также в цикле профессиональной и практической подготовки для студентов 3 и 4 курсов специальности «Начальное образование. Информатика» преподаются профильные информатические дисциплины по выбору университета: «Информатика с методикой преподавания в начальной школе», «Программное обеспечение профессиональной деятельности», «Методика использования обучающих электронных ресурсов», «Презентационная графика», «Методика преподавания информатики в начальной школе».

Для студентов 4-го курса специальности «Дошкольное образование» преподаются нормативная дисциплина – «Компьютерные технологии в работе с детьми» – в цикле дисциплин профессиональной и практической подготовки по выбору университета.

Анализ программ подготовки показывает, что имеется ряд дисциплин, которые преподаются студентам разных специальностей в одинаковом объеме и практически однотипно.

Рассмотрим в качестве примера дисциплину «Вычислительная техника и технические средства обучения», в разрезе специальностей, для которых она преподается (рис.).

Из диаграмм 1–3 видно, что хотя дисциплина «Вычислительная техника и технические средства обучения» преподается в одинаковом объеме для 3-х специальностей, но ее процентное представление в общем информатическом спектре дисциплин различно. Поэтому изложение учебного материала следует дифференцировать в зависимости от значимости каждого элемента учебного материала (задания, темы, раздела) для выбранного профиля обучения (с учетом наличия и содержания последующих информатических дисциплин для соблюдения принципа наследования в обучении).

3. Методика дифференцированного обучения с учетом значимости учебного материала

Сложившаяся традиционная система обучения не позволяет учитывать значимость учебного материала таким образом, чтобы в полном объеме устранить несоответствие в подготовке студентов. Проблемы, связанные со сложностью дифференциации учебного материала при обучении студентов разных специальностей в общем потоке, можно проследить и при проведении занятий по другим названным дисциплинам.

Авторами статьи разработана методика дифференцированного обучения с применением критерия значимости учебного материала. В соответствии с ней принимается, что значимость дисциплины в целом учтена экспертами – разработчиками стандарта специальности и в определенной мере количественно выражена объемом учебных часов, отведенных на ее изучение. Для отдельных тем, составляющих дисциплину, выделяется две разновидности значимости: общая – характеризует важные темы для всего потока студентов и специализированная – отражает важность материала темы для определенной группы студентов. При этом преподаватель-предметник, опираясь на суммарную значимость всей дисциплины, устанавливает количественные параметры значимости, выделяя из общего спектра запланированных тем такие, которые будут важны для всего потока и должны изучаться всеми студентами, а также те, по которым следует излагать учебный материал дифференцированно, с учетом значимости для каждой из специализаций.

Как правило, общезначимые темы являются основой, базой для дальнейшего изучения полного курса всеми студентами потока. Без этих знаний вся дальнейшая дифференциация за счет введения специализированно значимых тем не будет иметь смысла. Специализированно значимые темы являются необходимым элементом дифференциации, который используется для дальнейшего изучения профильных дисциплин, а также в будущей профессиональной деятельности.

Для примера проанализируем учебный план дисциплины «Вычислительная техника и технические средства обучения» и на этой основе определим количественные характеристики значимости общезначимых и специализированно значимых тем.

На изучение дисциплины отводится 54 часа, из них: 36 аудиторных часов и 18 часов самостоятельной работы, что при распределении по модулям составляет 1 модуль –



Анализ контролируемой дисциплины «Вычислительная техника и технические средства обучения» (количество часов и их процентное соотношение) во время преподавания информатики на трех специальностях: 1 – «Начальное образование. Информатика», 2 – «Начальное образование. Английский язык», 3 – «Дошкольное образование. Коррекционное образование (логопедия)»

Учебный план дисциплины "Вычислительная техника и технические средства обучения"

Дисциплины \ Аудиторные часы	Модуль 1			Модуль 2			Модуль 3			Всего	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	Ауд.	С/р.
НО (И)	1	3	2	6+* + #	6+* + #	6-2#	4-2#	4+* + #	4+* + #	36	18
НО (А)	1	3	2	6-#	6-#	6+* +2#	4-2#	4+* + #	4+* + #	36	18
ДО	1	3	2	6-#	6-#	6+* +2#	4+* + #	4+* + #	4-2#	36	18
Значимость	ОЗ			СЗ			СЗ			54	54

НО (И) – специальность "Начальное образование. Информатика"
НО (А) – специальность "Начальное образование. Английский язык"
ДО – специальность "Дошкольное образование"
T1...T9 – темы контролируемой дисциплины соответственно рабочих учебных планов
ОЗ – общезначимые темы
СЗ – специализированно значимые темы
С/р – самостоятельная работа
* – дополнительное количество часов самостоятельной работы (по каждой теме свое)
– распределяемое количество часов практической работы (по каждой теме свое)

6 ч., 2 модуль – 27 ч., 3 модуль – 21 ч. Принимаем суммарный количественный показатель значимости дисциплины равным объему дисциплины, выраженному в часах, т.е. 54. По результатам экспертного оценивания (к экспертизе привлекались преподаватели специализированных кафедр и специалисты – практики соответствующего профиля) количественная характеристика суммарной значимости дисциплины была распределена между общезначимыми и специализированно значимыми темами для 3-х специальностей «Начальное образование. Информатика», «Начальное образование. Английский язык», «Дошкольное образование». Результаты дифференциации учебного материала по значимости для каждой из специальностей послужили основой для перераспределения объема часов, предусмотренных для выполнения самостоятельной работы: 1 модуль – по 6 час. для всех специальностей, 2 модуль – 27 час. ±*, 3 модуль – 21 час. ±* (по 2 и 3 модулям часы, предусмотренные для выполнения самостоятельной работы, распределяются неравномерно по специальностям), а также перераспределения объема часов, предусмотренный для выполнения практической работы: 1 модуль – по 6 час. для всех специальностей; 2 модуль – 18 час., из которых T4, T5, T6 = 6 ±#; 3 модуль – 12 час., из которых T7, T8, T9 = 4 ±# (по 2 и 3 модулям

часы, предусмотренные для выполнения практической работы, распределяются неравномерно по специальностям) (табл.).

Одновременно с этим изменялось и содержание занятий. Учебным планом планируется пропорционально одинаковое распределение часов по отдельным видам учебных занятий для всех групп общего потока. Поэтому дифференциация изучаемого учебного материала по критерию значимости выполнялась, преимущественно, за счет часов, запланированных для проведения практических занятий и выполнения самостоятельной работы студентов – для проведения занятий отбирался материал специализированно значимых тем и варьировались количество и виды заданий для его усвоения. При планировании цикла лекционных занятий учебный материал преимущественно отбирался из тем, одинаково значимых для специальностей всего направления обучения.

Для организации текущего и итогового видов контроля был выбран программный комплекс SSUQuestionnaire (<http://www.testsumdu.edu.ua>), теоретической основой которого является имитационная модель тестирования [5]. Его использование обеспечивает возможность в автоматизированном режиме формировать из общей базы тестовых заданий специализированные тесты, учитывающие

значимость контролируемого учебного материала [6].

Заложенные в имитационной модели итерационные расчеты позволили при проведении контрольных мероприятий формировать тесты, состоящие из заданий разной значимости, так, чтобы задания отбирались случайным образом, но их суммарная значимость приближалась к заранее установленному значению, соответствующему значимости учебного материала, степень усвоения которого контролируется во время тестирования.

Заключение

Обобщая сказанное, следует отметить, что значимость учебного материала является одним из основных критериев, который определяет содержание учебного материала, предлагаемого для изучения студентами разных специальностей. Планирование и проведение дифференцированного обучения с использованием критерия значимости учебного материала дает возможность, во-первых – обеспечить выполнение рабочих программ без изменения нагрузки преподавателя, во-вторых – учитывать профиль студентов внутри тематик, т.е. обеспечить каждого студента общего потока специализированно значимым учебным материалом, в-третьих – осуществить контрольные мероприятия, результаты которых сопоставимы по значимости.

Литература

1. Жукова Н.М. Индивидуализация и дифференциация обучения студентов вузов: дис. ... канд. пед. наук. – М., 2006. – 233 с.
2. Blaz, D. Differentiated instruction: a guide for foreign language teachers – Larchmont, N.-Y.: Eye On Education, 2006. – 195 p.
3. Gent, P.J. Great ideas: using service-learning and differentiated instruction to help your students succeed. – London: Paul H. Brookes Publishing Co., 2009. – 280 p.
4. Rief, S.F. How to reach and teach children with ADD/ADHD : practical techniques, strategies, and interventions. – San Francisco, CA: Jossey-Bass, 2005. – 439 p.
5. Алексеев А.Н., Алексеева Г.В. Имитационная модель тестового контроля знаний // Открытое образование. – М., 2010. – № 1. – С. 4–1.
6. Король О.М. Спеціалізація тестового контролю за критерієм значущості навчального матеріалу // Теорія та методика електронного навчання: збірник наукових праць. – Вип. III. – Кривий Ріг : Видавничий відділ НМетАУ, 2012. – С. 124–130.

Междисциплинарная интеграция в процессе изучения веб-технологий и компьютерной графики

В статье обосновывается целесообразность междисциплинарной интеграции для повышения качества образовательного процесса в условиях широкого внедрения компетентностного подхода в вузе. На примере двух дисциплин: «Разработка и сопровождение информационных web-ресурсов» и «Компьютерная графика и мультимедиа» рассматривается методика реализации междисциплинарной интеграции и специальной подготовки в процессе выполнения комплексных лабораторных заданий проектного типа.

Ключевые слова: междисциплинарная интеграция, компетентностный подход, компьютерная графика, фракталы, синергетика, методика преподавания информатики.

INTERDISCIPLINARY INTEGRATION IN THE COURSE OF STUDYING WEB TECHNOLOGIES AND COMPUTER GRAPHICS

The expediency of interdisciplinary integration in large-scale introduction of the competence approach is substantiated. The methodology for interdisciplinary integration is presented in the article. The authors demonstrate this methodology on the example of two disciplines: «The development and maintenance of information web-resources» and «Computer Graphics and Multimedia.»

Keywords: interdisciplinary integration, competence-based approach, computer graphics, fractals, synergetics, technique of teaching of informatics.

В условиях широкого внедрения компетентностного подхода в высшем образовании возрастает актуальность междисциплинарной интеграции. Связано это с тем, что современному выпускнику необходимо анализировать, проектировать, выбирать эффективные пути решения проблем в ситуациях неопределенности в рамках своей специальности, а также общаться, ставить и решать задачи в разнообразных профессиональных контекстах. Междисциплинарные знания позволяют специалисту быть более мобильным и принимать взвешенные решения при работе со сложными системами.

По-настоящему прочная профессиональная образованность возможна только на основе глубоких фундаментальных знаний; базовых компетенций (универсальных для любых профессий и проявляющихся в эффективности интеллектуальной деятельности

личности), а также социально-личностных и профессиональных компетенций [1]. Реализация компетентностного и междисциплинарного подходов может осуществляться за счет четко продуманной и системной связи учебного материала с будущей профессиональной деятельностью в сочетании с широким фундаментом, на котором базируется специальная подготовка [2]. Фундаментальная подготовка является единственной по-настоящему прочной основой квалифицированной профессиональной деятельности. Фундаментальные знания в гораздо большей степени являются долгоживущими и не подверженными быстрым радикальным изменениям. Они эволюционируют медленно, но при этом позволяют их обладателям гораздо осмысленней и быстрее осваивать многочисленные технологические новации в своей профессиональной области.

В качестве примера организации обучения на основе сочетания компетентностного и междисциплинарного подходов рассмотрим формирование у студентов компетенции по созданию и модернизации интернет-сайтов. Разработка и сопровождение современных веб-ресурсов предполагает знание языка гипертекстовой разметки HTML (включая его современные расширения), языковых средств веб-программирования, принципов создания статических и динамических сайтов, основ веб-дизайна, растровой, векторной и трехмерной графики, анимации, средств работы с мультимедийным контентом. В настоящее время перечисленные технологии изучаются в рамках дисциплин «Разработка и сопровождение информационных веб-ресурсов», а также «Компьютерная графика и мультимедиа». Перечисленные курсы разработаны авторами статьи для студентов спе-



*Андрей Витальевич Колесников,
к.фил.н., доцент,
доцент кафедры управления
информационными ресурсами
Тел.: (375) 17-224-6633
Эл. почта: andr61@mail.ru
Академия управления
при Президенте Республики Беларусь
www.pac.by*

Andrey V. Kolesnikov,
*Candidate of Science (Philosophy),
Associate Professor, Associate Professor
of management of information resources
Тел.: (375) 17-224-6633
E-mail: andr61@mail.ru
Management academy at the President of
Republic of Belarus
www.pac.by*



*Светлана Николаевна Сиренко,
к.пед.н., доцент,
доцент кафедры педагогики и проблем
развития образования
Тел.: (375) 17-283-4577
E-mail: ssn27@mail.ru
Белорусский государственный
университет
www.bsu.by*

Svetlana N. Sirenko,
*Candidate pedagogic sciences,
Associate Professor, Associate Professor
of pedagogics and problems of education
development
Тел.: (375) 17-283-4577
E-mail: ssn27@mail.ru
Belarusian state university
www.bsu.by*

циальности «Управление информационными ресурсами» и апробированы в Академии управления при Президенте Республики Беларусь.

1. Междисциплинарные проекты, направленные на формирование профессиональных и социально-личностных компетенций

В процессе преподавания ставилась задача обеспечить приращение у студентов не только специальных, но и междисциплинарных знаний, повышение их уровня общей культуры, развитие эстетического вкуса. В соответствии с этими задачами в содержание курсов были органично включены элементы общенаучного, философского и эстетического знания. Учебный материал накладывался на каркас взаимосвязанных практических заданий проектного типа, предполагающих последовательное использование основных технологий, применяемых при разработке современных интернет-сайтов, а также работе с компьютерной графикой и средствами мультимедиа. При этом результатом работы студентов выступали не разрозненные фрагменты знаний и приемов работы, а целостная компетенция и законченный продукт, созданный в результате ее формирования.

Ключевыми характеристиками разработанных заданий-проектов были их уникальность, аутентичность, комплексность и диагностичность результатов. За счет продуманной формулировки проектных заданий их результаты невозможно было механически скопировать из интернета; результаты представляли собой отражение самостоятельной творческой работы участников, что исключало появления одинаковых конечных продуктов (уникальность и аутентичность). При выполнении проектов необходимо было задействовать комплексные умения, внутри- и межпредметные связи, что способствовало формированию компетенции (комплексность). Диагностичность обеспечивалась предоставлением четких, но при этом «рамочных» критериев требований к выполнению проекта,

достижение которых было легко проверить, в том числе самим студентам.

В основу проектов закладывалось аттрактивное целеполагание, предполагающее постановку и достижение изящных, эстетически притягательных, аттрактивных целей-результатов; стимулирование внутренней мотивации и интереса за счет подбора учебного материала, соответствующего возрастным особенностям и познавательным запросам студентов; методическая проработанность заданий и наличие критериев их оценки; доступность, подразумевающая, что обучение ведется в зоне ближайшего развития студентов. Как показывает опыт, указанные особенности и принципы конструирования заданий для проектов могут выступать в качестве методических требований к целому спектру заданий, направленных на формирование и диагностику компетенций в высшей школе.

Предметная область, изучению которой посвящен учебный материал названных дисциплин, включает в себя основные современные технологии и программные средства, используемые для создания интернет-сайтов [3]. Изначально для представления и размещения информации во всемирной паутине использовался язык гипертекстовой разметки HTML (HyperText Markup Language). Язык развивается и не утратил своей системообразующей функции в настоящее время. Изучение его основ является обязательным элементом приобретаемой профессиональной компетенции.

Расширением возможностей и облегчением разработки многостраничных интернет-проектов на определенном этапе развития интернет-технологий явилось использование каскадных таблиц стилей, или CSS (Cascading Style Sheets). Каскадные таблицы стилей в настоящее время представляют собой существенное расширение языка HTML и выделяются в отдельный раздел учебного материала. Каскадные таблицы стилей позволяют компактно описать общие правила отображения и элементы дизайна

для множества отдельных интернет-страниц, что позволяет легко модернизировать и дополнять сложные многостраничные интернет-проекты.

Для задания интерактивной реакции веб-страниц на внешние события, а также в более общем смысле их интеллектуализации предназначены языки управления сценариями — VBscript и JavaScript. Изучение их основ также является необходимым элементом соответствующей профессиональной подготовки.

Современные интернет-сайты принято подразделять на статические и динамические. Статические веб-страницы представляют собой текстовые файлы, подготовленные традиционными средствами языка гипертекстовой разметки. Их содержание статично и всегда неизменно отображается программами-браузерами. Содержание динамических веб-страниц генерируется программно с использованием базы данных.

2. Разработка статических веб-ресурсов

Изучение дисциплины «Разработка и сопровождение информационных веб-ресурсов» строится на основе двух проектов. Первый из них предполагает самостоятельную разработку каждым из студентов (допускается работы в группах по два человека) интернет-сайта, главная страница которого содержит рецензию на научную либо художественную книгу, предварительно прочитанную авторами проекта. Вместе с заданием на разработку проекта студентам предлагается электронная подборка книг, характеризующих (с точки зрения преподавателя) и в доступной форме раскрывающих основные элементы и уровень развития современной научной мысли. При этом свобода выбора студентов не ограничивается, и они могут выбрать в качестве основы своего проекта другую книгу. Неизменным является лишь требование к структуре и объему рецензии, а также всей последующей общей структуре интернет-проекта.

Кроме главной страницы, содержащей подготовленную по за-

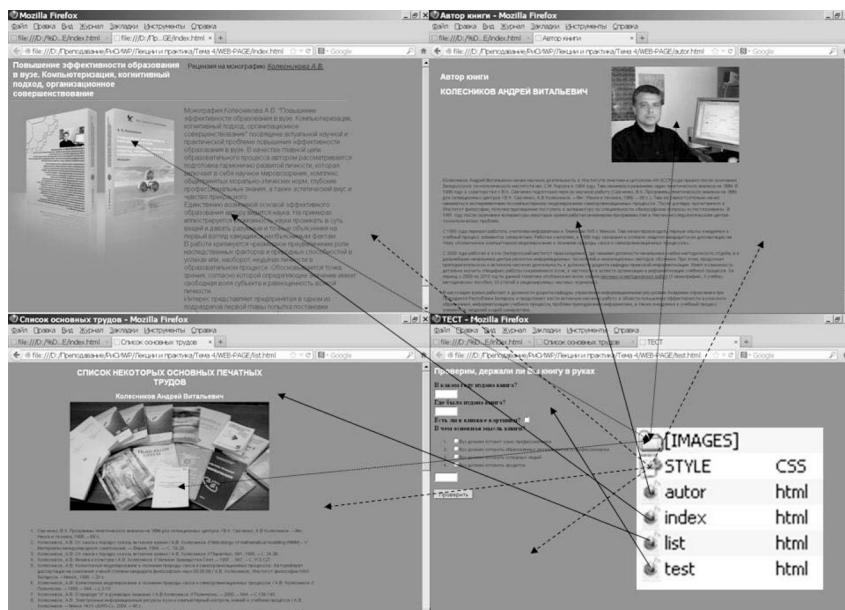


Рис. 1. Примерный состав и структура проекта статичного интернет-сайта

данной общей форме рецензию на книгу, веб-сайт должен содержать: страницу, на которой отображена творческая биография автора; страницу с информацией о других произведениях данного автора; страницу с интерактивным тестом, позволяющим определить, читал ли пользователь приведенную книгу или нет. Первой разрабатывается главная страница сайта, на которой отрабатывается дизайнерское решение проекта. Затем выбранное дизайнерское решение записывается в форме каскадной таблицы стилей и выносится в отдельный файл. Все последующие страницы используют его и, таким образом, оказываются оформленными в едином стиле. На последней странице проекта размещается форма, содержащая объекты для реализации интерактивного теста. Для программной обработки теста применяется один из языков управления сценариями — VBscript или JavaScript.

Таким образом, в процессе выполнения проекта оказываются задействованными все основные технологии, применяемые при разработке статичных интернет-сайтов. Для наглядности задание на выполнение проекта иллюстрировано примером его выполнения. В качестве основы для примера использована рецензия на монографию [4] одного из авторов статьи (рис. 1).

В подборку литературы, предлагаемой студентам в качестве основы для выполнения проекта, входили книги И. Пригожина, Б. Мандельброта, С. Хокинга, С.П. Капицы, Г. Хакена, С. Дали, А. Зиновьева, Т. Куна и др. (студентами может быть сделан самостоятельный выбор книги). Было отмечено, что на занятиях возникают неформальные обсуждения и дискуссии по широкой научной, философской и художественной проблематике.

В процессе создания столь интеллектуально насыщенного контента сайта происходит развитие интеллектуальной, эмоционально-ценностной сфер личности студента, расширяются возможности для творчества. Кроме того, синтезируемый информационный контент сам по себе представляет большой интерес с точки зрения культурного и интеллектуального обогащения информационно-образовательной среды университета. Идеи студентов по подбору книг можно в дальнейшем использовать в образовательной практике для формирования круга чтения обучаемых.

Некоторая часть студентов останавливала свой выбор на книгах из предложенного перечня. Например, студенты 2-го курса специальности УИР Павлов Роман и Календо Игорь посвятили проект книге «Вы, конечно, шутите, мистер Фейнман!» о некоторых эпи-

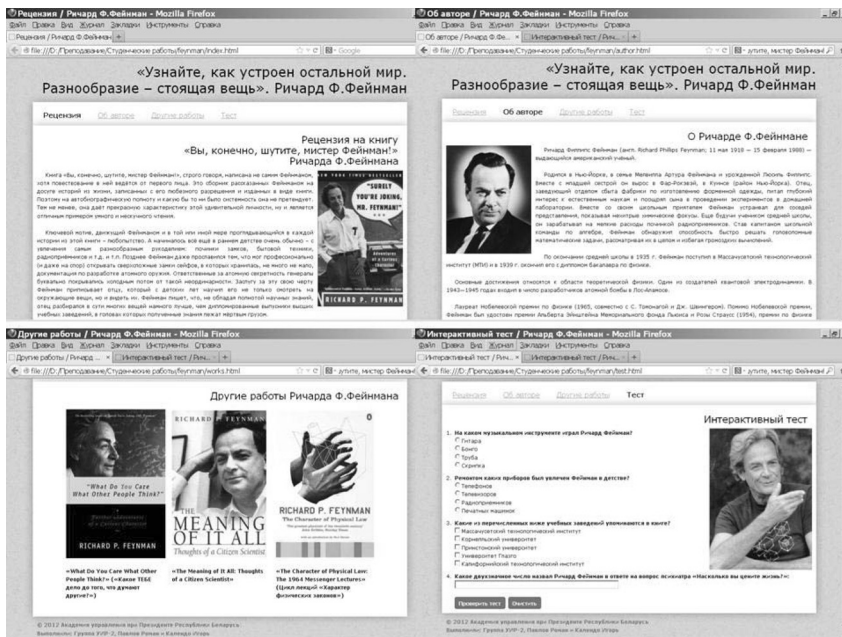


Рис. 2. Студенческий проект, посвященный Ричарду Ф. Фейнману (рецензия на книгу «Вы, конечно, шутите, мистер Фейнман!»)



Рис. 3. Главные страницы нескольких студенческих проектов

годах жизни знаменитого учено-физика, лауреата Нобелевской премии Ричарда Фейнмана (рис. 2).

Следует отметить, что на протяжении двух лет, в течение которых читалась данная дисциплина, значительная часть студентов отдавала предпочтение художественной литературе (в качестве положительной тенденции можно отметить тот факт, что преимущественно серьезным глубоким литературным произведениям). Среди авторов,

чьим книгам студенты посвящали свои проекты, были: Достоевский, Булгаков, Ремарк, Есенин, Хемингуэй, Лондон (рис. 3). Разумеется, что, наряду с перечисленными авторами, были представлены и Стивен Кинг, и Брем Стокер, и Макс Фрай...

3. Динамические интернет-сайты

Следующим важным элементом профессиональной компетенции является умение создавать

динамические интернет-сайты. Для их создания в настоящее время широко используются так называемые системы управления контентом, или CMS (Content Management System). Одной из наиболее популярных в мире свободно распространяемой CMS является система WordPress [5]. Для функционирования динамического интернет-сайта на локальной машине необходимо устанавливать специальное программное обеспечение для функционирования соответствующих сетевых технологий.

На приобретение практических навыков разработки динамических интернет-сайтов на основе CMS ориентирован проект, в котором студентам предлагается создать собственное портфолио. Портфолио разрабатывается по единой схеме и содержит: портфолио документов – перечень документально подтвержденных индивидуальных образовательных достижений – дипломы, сертификаты, свидетельства и др.; портфолио работ – содержит перечень работ студента, выполненные им проекты, доклады на конференциях, публикации, компьютерные программы, фотографии, рисунки, интернет-сайты и др.; портфолио отзывов — состоит из двух разделов – рефлексивной оценки студентом собственных достигнутых им наиболее значимых результатов, а также оценок, характеристик и отзывов о нем преподавателей, научного руководителя, специалистов с мест практики, поощрительные документы, похвальные грамоты и т.д. Работа над портфолио, кроме приобретения чисто профессиональных навыков, позволяет студентам проанализировать свою жизненную позицию, скорректировать свои цели, научиться презентовать свои достижения, а также объективно оценивать свои реальные достигнутые успехи. Портфолио (пример структуры см. рис. 4) позволяют не только оценить степень освоения специальных навыков, но и определить общий образовательный уровень студентов.

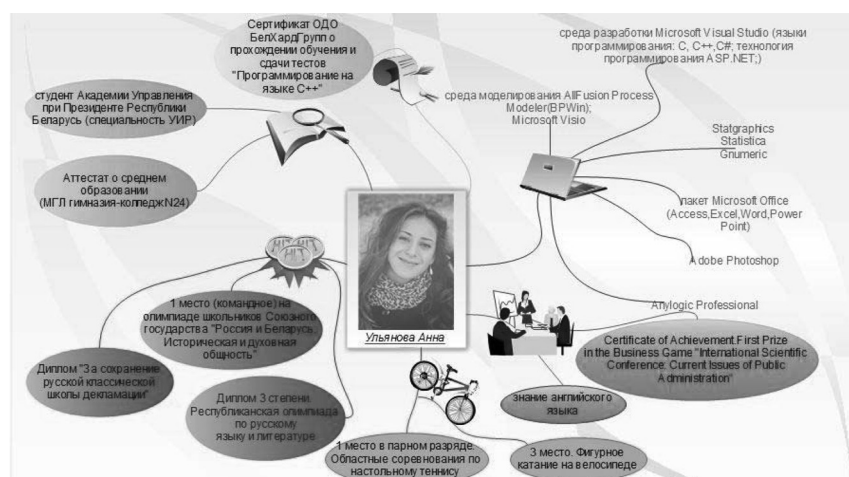


Рис. 4. Ментальная карта портфолио одной из успешных студенток

4. Компьютерная графика и мультимедиа

С развитием средств отображения графической, а в дальнейшем — звуковой и видеoinформации, компьютеры приобрели еще одно, крайне существенное качество — возможность обработки важнейшей с точки зрения человеческого восприятия графической и смешанной (мультимедийной) информации. Компьютерная графика и мультимедиа обогатили мировое киберпространство новым содержательным измерением, которое было недоступно традиционному базовому информационному носителю человечества — книгам. Важным профессиональным навыком при работе с современными интернет-сайтами является умение создавать качественный графический, анимационный и мультимедийный контент.

Развитию профессиональной компетенции, связанной с разработкой графического и мультимедийного контента, посвящена дисциплина «Компьютерная графика и мультимедиа», в рамках которой предусмотрено изучение основ: черепаховой, растровой, векторной и фотореалистичной 3D графики, gif и flash-анимации, основ редактирования звуковой и видеoinформации. Практическая часть учебной дисциплины включает в себя шесть тесно взаимосвязанных комплексных лабораторных работ проектного типа [6]. При этом часто результат предыдущей лабораторной работы является исходным материалом для выполнения следующей.

5. Построение рекурсивных геометрических фракталов

Первая лабораторная работа цикла посвящена черепаховой и фрактальной графике [7, 8]. При помощи интерпретатора языка Лого и текстового редактора предлагается построить один из геометрических фракталов, заданный в таблице вариантов. Процесс начинается с написания на языке Лого кода построения простой геометрической фигуры — инициатора. Это может быть треугольник, квадрат или отрезок. Далее в текстовом редакторе осуществляется серия рекурсивных замен. В различные места текста исходной программы вставляется фрагмент кода для построения фигуры — генератора. Полученный таким образом программный код

переносится в интерпретатор и осуществляется построение конечной фигуры — рекурсивного геометрического фрактала (рис. 5).

Процесс построения рекурсивных геометрических фракталов наглядно демонстрирует, как и в результате чего из простого возникает сложное. А именно эта проблема лежит в основе формирования научного мировоззрения. Кроме того, геометрические фракталы обладают интуитивно ощущаемым родством с множеством бионических форм. Их построение путем внесения «мутаций» в программный код в какой-то степени иллюстрирует на очень простом, наглядном и понятном уровне некоторые основные причинно-следственные связи в эволюционном процессе.

6. Растровая графика и gif-анимация

Следующая лабораторная работа посвящена изучению основ растровой графики и gif-анимации. При ее выполнении необходимо задействовать ряд основных функциональных возможностей растрового графического редактора. В основу формулировки задания положена гипотеза происхождения Солнечной системы, выдвинутая известным советским ученым-геологом, академиком Николаем Алексеевичем Шило [9]. В науке иногда встречаются гипотезы, которые просто сразу подкупают своей кра-

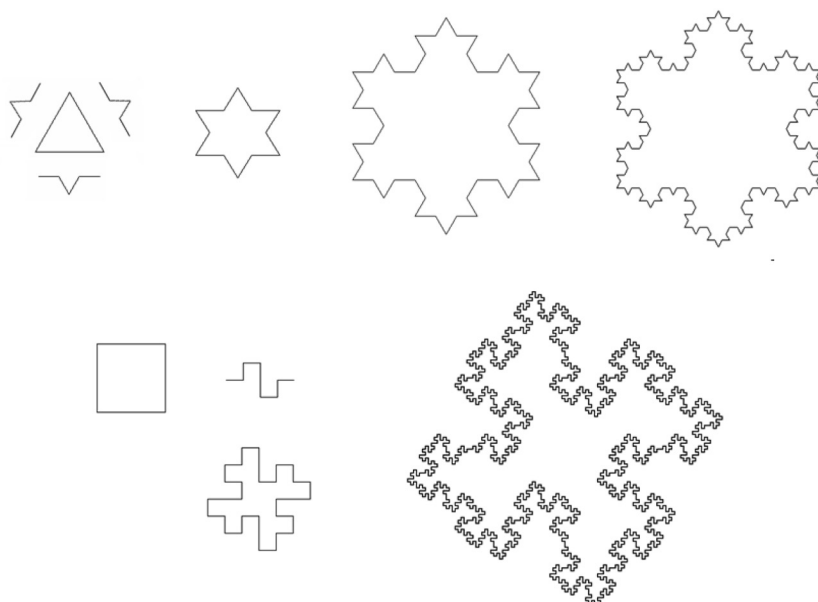


Рис. 5. Примеры построения рекурсивных геометрических фракталов

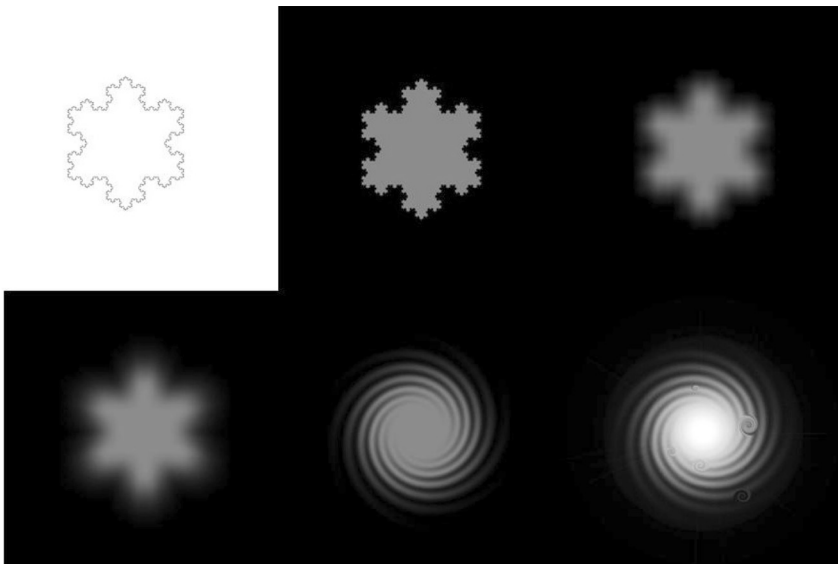


Рис. 6. Основные фазы превращения снежинки Коха в протопланетную туманность

сотой. Они изначально уже имеют некую эстетическую ценность вне зависимости от того, окажутся ли они, в итоге, верны или нет. К числу таких красивых идей, без сомнения, можно отнести гипотезу академика Шило. В ее основе лежит представление о том, что Солнечная система возникла из «энергетически целостного термоплазменного облака с вихревой структурой». То есть частицы разогретого газа и пыли, взаимодействуя друг с другом, образовали колоссальный спиральный вихрь. Причем в процессе вращения и закручивания основной спирали в рукавах основного вихря формировались вихри второго порядка, а в их рукавах, в свою очередь, могли возникать вихри третьего порядка. В ядре основной спирали вихря разогретые и сжатые газы и пыль сформировали Солнце, а в ядрах вихрей второго и третьего порядка сформировались планеты и их спутники. Вот такая красивая, целостная и логичная гипотеза. Кроме того, она как нельзя лучше подходит для тренинга умений и навыков использования разнообразных функциональных возможностей растрового графического редактора, что является в данном случае нашей основной педагогической задачей. Суть задания лабораторной работы состоит в том, чтобы превратить геометрический фрактал, построенный в процессе выполнения предыдущей

лабораторной работы, в это самое термоплазменное облако с вихревой структурой (рис. 6).

Базовые пророческие идеи Канта и Лапласа об эволюционном происхождении Солнечной системы из газопылевого облака дожили до наших дней. Вместе с тем в большинстве современных уточненных сценариев и реконструкций истории возникновения Солнечной системы ее эволюция представляется порой некой цепью случайных единичных совпадений, стечения обстоятельств и уникальных событий. В отличие от них гипотеза вложенных вихрей дает элегантный универсальный общий алгоритм происхождения планетных систем, подобных Солнечной. Этот алгоритм хорошо воспринимается мышлением человека, знакомого с программированием, так как основан на рекурсии и вложен-

ных циклах. Кроме того, в гипотезе содержится идея квазифрактальной организации и самоподобия структур, возникающих во Вселенной на всех уровнях ее организации.

Наиболее ценны в науке именно те идеи, которые позволяют дать простое, убедительное и логичное объяснение загадочным совпадениям. Гипотеза единого спиралевидного вихря позволяет подойти к проблеме объяснения закономерности соотношения радиусов орбит планет Солнечной системы. Эту закономерность выражает эмпирическое правило Тициуса – Боде [10]. Буквально оно утверждает, что последовательность расстояний планет от Солнца близка к геометрической прогрессии. Однозначного объяснения этому феномену нет, но вихревая гипотеза позволяет предположить, что наблюдаемое закономерное расположение современных орбит планет несет на себе печать закономерности структурной организации единого древнего спиралевидного вихревого протопланетного облака.

Построенное изображение спиралевидного вихревого протопланетного облака необходимо заставить вращаться и сохранить конечный результат в виде файла gif-анимации, пригодного для размещения на веб-странице (рис. 7).

7. Редактирование готовых фотографических изображений

Основная доля визуальной информации в сети интернет представлена в форме растровой графики и gif-анимации. Поэтому для более полного освоения функциональных возможностей современ-

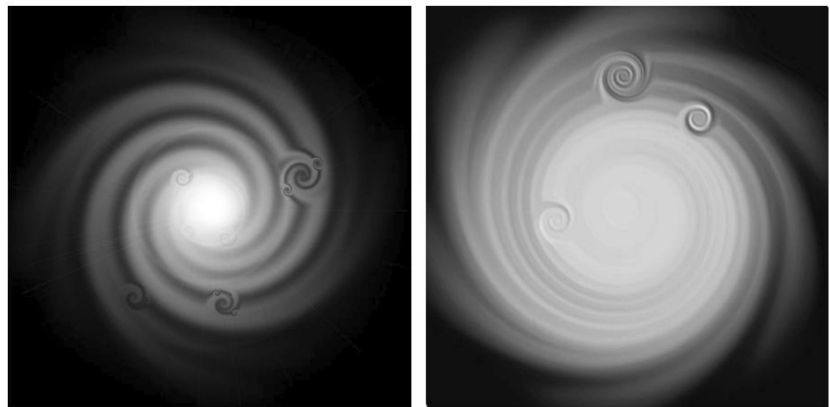


Рис. 7. Примеры изображений вихревой протопланетной туманности

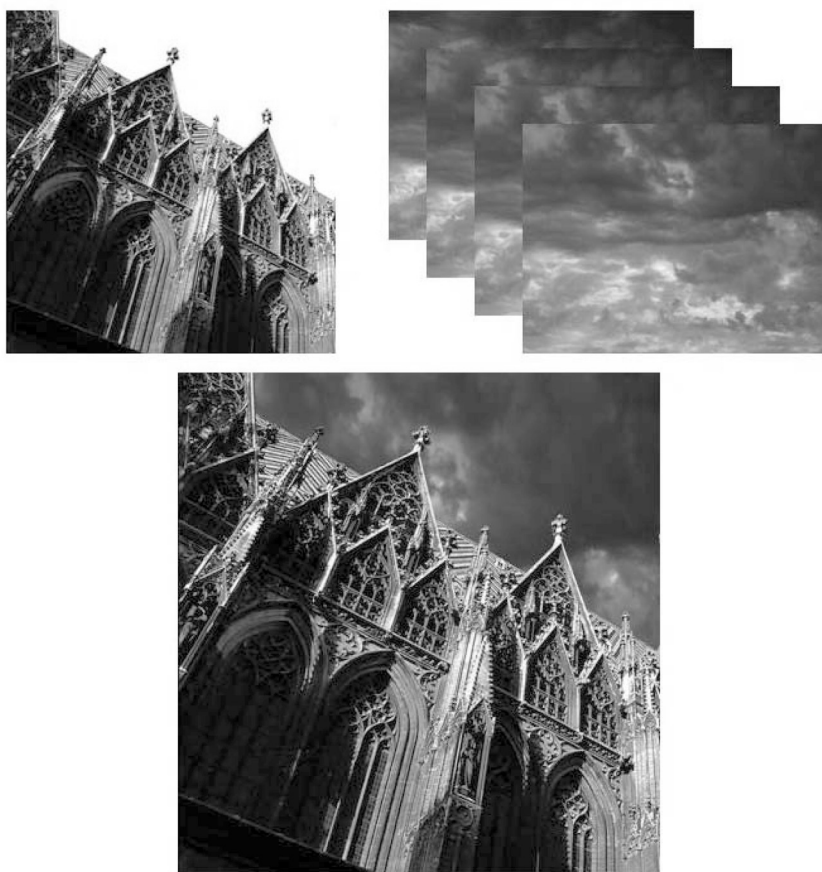


Рис. 8. Пример синтеза стилизованного облачного небесного фона с изображением фрагмента фасада Собора Святого Стефана

ных графических редакторов растровой графики (прежде всего Adobe Photoshop, а также свободно распространяемых его аналогов, таких как Gimp или Paint.NET) в программе дисциплины предусмотрена еще одна лабораторная работа по данной теме. Если в рамках предыдущей лабораторной работы необходимо было создать изображение, то следующее задание, напротив, предусматривает освоение средств редактирования готовых фотографических изображений. Собственно такие редакторы растровой графики, как Adobe Photoshop, в значительной степени и предназначены именно для обработки готовых растровых изображений, прежде всего – фотографий.

Исходными данными для выполнения лабораторной работы являются серия фотографий неба, сделанных из одной точки с интервалом в несколько секунд, а также фотография какого-либо архитектурного сооружения (например, храма или замка). Суть задания состоит в следующем. Необходимо при помо-

щи кривых коррекции стилизовать изображения неба, предав им определенный выразительный колорит, а затем наложить на них изображение храма или замка и сделать анимацию движущихся облачных масс над архитектурным сооружением.

Анимация последовательной серии снимков либо ускоренная съемка облачного неба – часто используемый в кинематографии прием. Будучи воспроизведенной на экране, такая анимация делает видимой обычно не заметную глазу игру света и тени, эволюцию облачных масс. Наблюдаемое ускоренное роение облаков, причудливые светотеневые эффекты рожают ощущение зримого течения времени и заставляют задуматься о его природе. До появления фрактальной геометрии трудно было ответить на вопрос, какой формы облака. Форма облаков сложна и изменчива. Небесные фрактальные структуры обладают свойством самоподобия на различных масштабных уровнях рассмотрения. Именно поэтому изображения облачного неба обла-

дают свойствами масштабной инвариантности. Истинные дистанции и размеры облаков визуалью очень сложно определить. Несколько забегая вперед, можно сказать, что благодаря развитию фрактальной геометрии стало возможным моделирование облачного неба в области фотореалистичной трехмерной компьютерной графики.

Соединение архитектурных шедевров и облачного неба в лабораторной работе выбрано неслучайно. В рабочем примере использованы фотографии готического архитектурного шедевра — Собора Святого Стефана в Вене (рис. 8). Фрактальная геометрия готических форм, устремленные ввысь сложные самоподобные каменные кружева обладают фрактальными свойствами, что роднит их с природными формами.

В процессе выполнения лабораторной работы необходимо задействовать ряд основных функций обработки растровых изображений, таких как макросы, пакетная обработка файлов, работа со слоями, цветокоррекция и т.д. Кроме развития конкретных профессиональных навыков, работа дает мощный стимул для общего интеллектуально-культурного развития.

8. Векторная графика и flash-анимация

Для выполнения следующей лабораторной работы потребуется изображение спиралевидной протопланетной туманности, уже подготовленное в процессе выполнения прежней лабораторной работы. Цель работы состоит в приобретении навыков использования векторных объектов и flash-анимации. Суть задания в следующем. При помощи программы coolMoves следует подготовить анимационный flash-ролик, изображающий планетную систему, образовавшуюся из спиралевидного протопланетного облака, о котором речь шла выше. Изображение протопланетной туманности необходимо для того, чтобы первоначально загрузить его в качестве фонового рисунка и на место вторичных вихрей поместить векторные изображения планет. Затем планеты следует за-

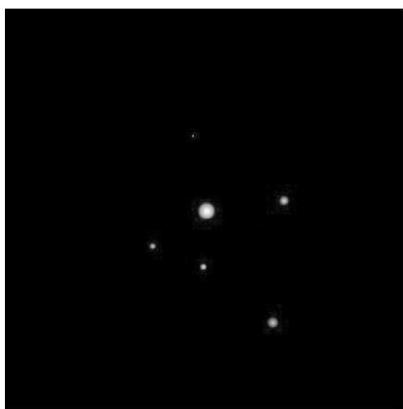
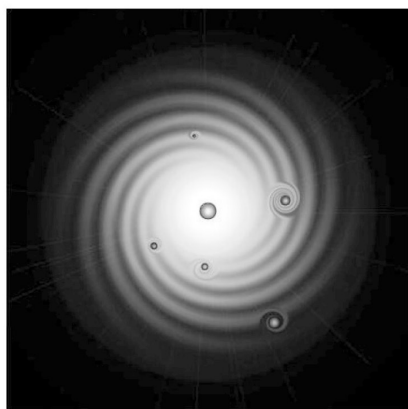


Рис. 9. Преобразование протопланетного облака в сформированную планетную систему

ставить вращаться по круговым орбитам вокруг центрального светила. В конце фоновый рисунок нужно убрать (рис. 9) либо заменить какой-либо космической панорамой, например, одной из фотографий, полученной орбитальным телескопом Хаббл. Таким образом, в процессе выполнения работы мы как бы переносимся на несколько миллиардов лет во времени и на месте протопланетной туманности создаем сформировавшуюся планетную систему. На рис. 9 внешние планеты крупнее и окрашены в синий цвет. Этим обращается внимание на тот факт, что солнечный ветер выдувает легкую газовую фракцию протопланетного облака на периферию, где формируются газовые гиганты, а каменные планеты образуются из твердой пыли на внутренних орбитах.

Разумеется, что основной педагогической задачей, которую призвана решать, и решает, данная лабораторная работа, является практическое освоение технологии создания анимационных flash-роликов для веб. Это значимый элемент профессиональной компетенции веб-мастера и веб-дизайнера. Вместе с тем материал работы позволяет поднять, задуматься и обсудить проблемы эволюции планетных систем во Вселенной, их распространенность, механизмы и временные масштабы образования. Студент в процессе выполнения этих связанных лабораторных работ не только приобретает конкретные профессиональные знания и навыки, но и проигрывает создание своей собственной планетной системы – от момента ее

зарождения до окончательного формирования. Этот опыт имеет определенное мировоззренческое общеобразовательное значение и важен для становления современного научного взгляда на мир.

9. Фотореалистичная 3D-графика

Наиболее эффектным и одним из самых значимых направлений развития технологий обработки графической информации является фотореалистичная 3D-графика. Еще относительно недавно – в 1990-е гг. – из-за высокой вычислительной емкости обработка фотореалистичной трехмерной графики была возможна лишь с применением суперкомпьютерной техники. Сегодня эти технологии доступны обычным персональным компьютерам. Успешное развитие фотореалистичной 3D-графики стало возможно благодаря развитию не только технических средств, но и математического аппарата, а также программного обеспечения. Важную роль в области реалистичного трехмерного мо-

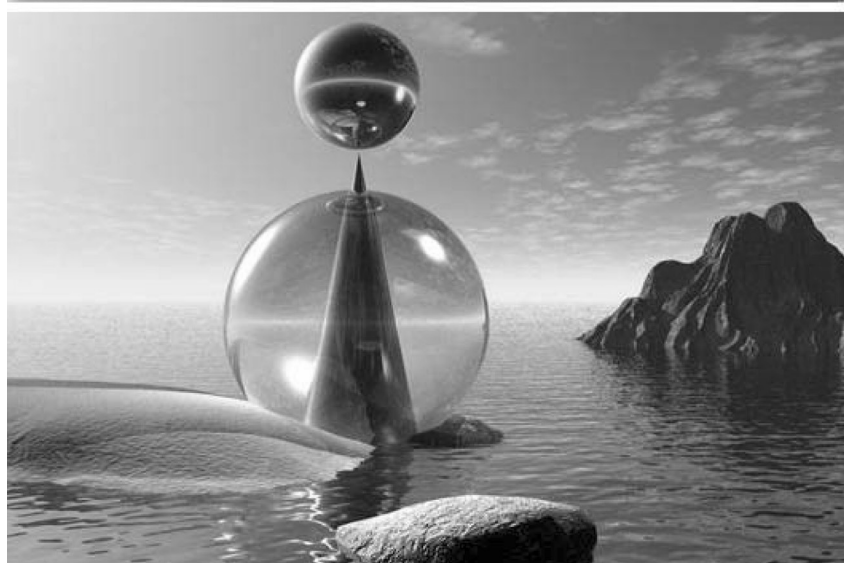
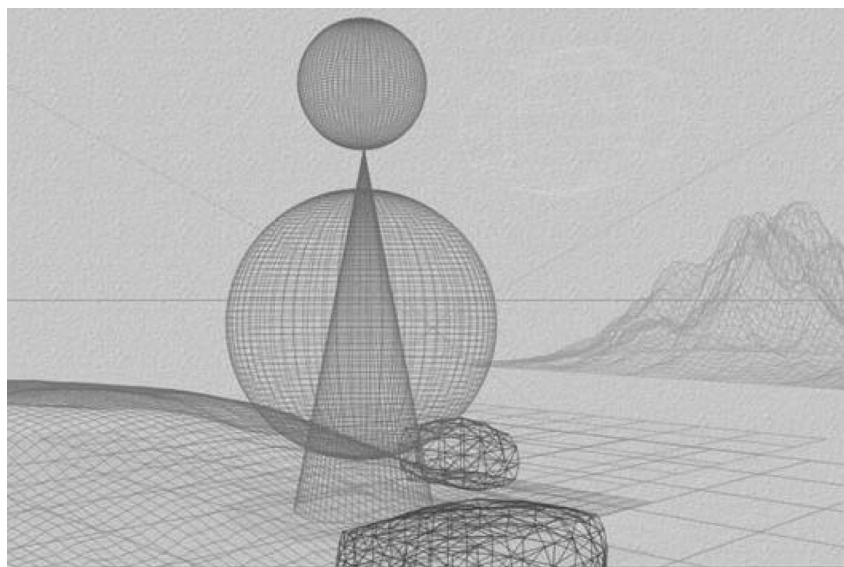


Рис. 10. Синтез виртуальных миров в фотореалистичной 3D-графике

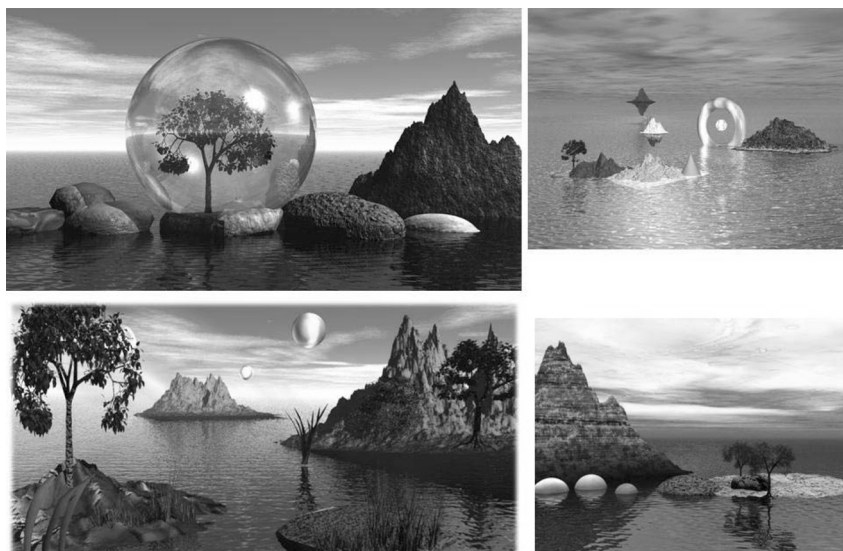


Рис. 11. Примеры выполнения лабораторной работы студентами

делирования играет фрактальная геометрия. Благодаря фрактальной геометрии стало возможной фотореалистичная визуализация элементов природной среды – водной поверхности, естественного ландшафта местности (гор, холмов, камней), облаков, пламени, растительности. Это напоминает древние учения о первоэлементах, к которым причислялись – вода, воздух, огонь и земля. Задание следующей лабораторной работы состоит в том, чтобы средствами фотореалистичной трехмерной графики воссоздать мир одной из планет, входящих в ранее смоделированную планетную систему. Задание предусматривает наличие на планете воды, суши, облаков, растительности и артефактов, представленных традиционными геометрическими формами. Пример выполнения работы представлен на рис. 10.

Создание виртуальных миров средствами трехмерной компьютерной графики — не только увлекательное, но и полезное занятие. Кроме тренинга конкретных профессиональных навыков, перед студентом открывается поле для размышлений об иных мирах, условиях для возникновения и развития на них внеземной жизни и разума. Космическая тематика усиливает мотивацию к освоению конкретных профессиональных знаний, воздействуя на естественную человеческую любознательность. Студенты, как правило, весьма творчески подходят

к выполнению данной лабораторной работы, создавая иногда целые циклы изображений, посвященных библейским легендам о сотворении мира или своим собственным мирам, рождающимся в их фантазии (рис. 11). При таком подходе освоение средств 3D-графики основывается на разработке выразительных графических образов, осмысленной композиции сцен, визуализации идей и сценариев [11].

10. Видеомонтаж и работа со звуком

Последняя лабораторная работа цикла посвящена изучению основ видеомонтажа и работе со звуком. Суть задания состоит в обработке и озвучении фрагмента немого кинофильма с применением речесинтезирующих программ. В качестве исходного материала используются ленты немого периода развития кино. Визуальный ряд немого кинематографа отличается более развитым и выраженный символизм изображения, призванный компенсировать отсутствие звука. Видеоряд немого фильма традиционно сопровождается только музыкой. Точно подобранная музыка позволяет гораздо глубже понять происходящие на экране действия фильма.

Главная цель лабораторной работы, как и во всех предыдущих случаях, состоит в освоении конкретных профессиональных навыков, а именно – основ видеомонтажа и редактирование звука. При

этом, однако, необходимо художественно осмыслить выбранную сцену. Стимулом к размышлениям в данной ситуации во многом оказывается поиск музыкального сопровождения соответствующего фрагмента. В процессе поиска музыки необходимо определить свое отношение к происходящему на экране, определиться, какова внутренняя ритмика события.

Заключение

Еще раз подчеркнем, что в процессе изучения веб-технологий и компьютерной графики происходит сочетание освоения специальных компетенций и общенаучной подготовки, формирования современного научного мировоззрения и эстетического вкуса. Принципиально важно, чтобы высшее образование рождало у студентов чувство сопричастности к тайнам мироздания. Чтобы это чувство, однажды возникнув, сопровождало их всю дальнейшую жизнь, делая ее творческой, захватывающей, интересной и плодотворной. Как писал один из основоположников нового компьютерного экранного искусства, режиссер очень своеобразного интеллектуального научно-популярного кино Владимир Кобрин: «При такой постановке вопроса собственно идеология педагогической деятельности должна строиться не в рамках любительского кружка с видеокомпьютерным уклоном, но в обязательном порядке предполагает серьезную естественнонаучную и гуманитарную подготовку. Не спекулятивное разделение естественных наук на «науки» и «лженауки», не противопоставление комплекса естественнонаучных представлений комплексам представлений религиозным, но целенаправленное формирование целостного взгляда на мир и духовно-творческое его освоение» [12]. Комплекс дисциплин, посвященных веб-технологиям и компьютерной графике, в полной мере соответствует указанному мнению и может рассматриваться как модель организации образовательного процесса вуза, построенного на принципах сочетания компетентностного и междисциплинарного подходов.

Список литературы:

1. Сиренко С.Н., Колесников А.В. Сбалансированная парадигма высшего образования как фактор и основа прогрессивного развития общества // Философия образования. – 2010. – № 4. – С. 29–37.
2. Сиренко С.Н., Колесников А.В. Синтез фундаментальной и прикладной составляющих в курсе информатики на основе использования межпредметных связей // Педагогическая информатика. – 2011. – № 3. – С. 30–38.
3. Прохоренко Н.А. HTML, JavaScript, PHP и MySQL. Джентльменский набор Web-мастера. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 912 с.
4. Колесников А. В. Повышение эффективности образования в вузе. Компьютеризация, когнитивный подход и организационное совершенствование: монография. – Минск: БИП-С Плюс, 2009. – 256 с.
5. Грачев А. Создаем свой сайт на WordPress: быстро, легко и бесплатно. Работа с CMS WordPress 3. – СПб.: Питер, 2011. – 288 с.
6. Колесников А.В. Компьютерная графика и мультимедиа. – Минск: Академия управления при Президенте Республики Беларусь, 2012. – 90 с.
7. Колесников А.В., Сиренко С.Н. Развитие системно-аналитического мышления у студентов социально-гуманитарных специальностей средствами компьютерного моделирования с элементами синергетики // Открытое образование. – 2010. – № 2. – С. 4–14
8. Колесников А.В., Сиренко С.Н. Элементы фрактальной геометрии в общенаучной подготовке студентов и школьников // Информатизация образования. – 2010. – № 1. – С. 17–35.
9. Шило Н.А. Четыре космопланетарных проблемы: от Солнечной системы до Каспия. – М.: Фонд «Новое тысячелетие», 2000. – 167 с.
10. Правило Тициуса – Боде // Элементы большой науки [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа : <http://elementy.ru/trefil/21221?context=20444> (дата доступа: 29.03.2013).
11. Локалов В.А., Тозик В.Т. Образовательные среды и инструментальные средства их разработки // Информатизация образования. – 2011. – №2. – С. 12–21.
12. Кобрин В. Образование без границ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cobrin.divenvrsk.org/article/obrazovanie.html> (дата доступа: 18.02.2013).

Конкурентная стратегия в области образовательного потенциала

В ходе рыночного реформирования российской экономики проявилась тенденция ослабления ее образовательного потенциала. Обострились проблемы доступности образования и возможности его оплаты. В связи с задержкой развития инновационной модели и сырьевой примитивизацией экономики упали потребности в интеллекте и спрос на квалифицированных специалистов. Дополнительные трудности возникли в связи с переходом на так называемую двухуровневую систему образования – «бакалавриат – магистратура».

Исходя из отмеченных обстоятельств, в статье предлагается совершенствование российской образовательной системы в направлении демократизации и индивидуализации учебного процесса, имея ввиду предоставление студентам возможности выбора между различными образовательными системами и модулями, а также различные способы активизации студенческой массы (развитие корпоративного образования, предоставление возможности учёбы в созданных в России филиалах западных университетов, организация НСО на рыночных принципах, создание молодежных дискуссионных клубов, студенческих инновационных предприятий, проведение конкурсов на рыночных началах, создание в вузах «аллей студенческой славы» и прочее).

Ключевые слова: демократизация учебного процесса, индивидуализация форм обучения, двухуровневая система «бакалавриат – магистратура», молодежные дискуссионные клубы, студенческие инновационные предприятия.

COMPETITIVE STRATEGY IN THE FIELD OF EDUCATIONAL POTENTIAL

In the course of market reforms in the Russian economy there has been a trend of weakening its educational potential. The problems of access to education and the possibility of payment have exacerbated. Delay in the development of innovative models and raw primitivization economy resulted in decrease of intelligence needs and the demand for qualified professionals. Further, there arose difficulties in connection with the transition to the so-called two-tier education system – «Bachelor – Master.»

On the basis of the circumstances mentioned in the article, the improvement of the Russian educational system in the direction of democratization and individualization of the learning process, referring to giving students a choice between different educational systems and modules, and various ways to improve students' weight (the development of corporate education, the provision of learning opportunities created in the Russian branches of Western universities, the organization of NSO on market principles, the creation of youth discussion clubs, innovative student enterprises, competitions on market principles, the establishment of universities' student avenues of glory, etc.).

Keywords: democratization of the educational process, individualization of learning modes, a two-level system of «baccalaureate – magistracy», youth discussion clubs, student innovation enterprises.

На стадии постиндустриализма наиболее эффективной моделью национальной экономики является модель, основанная на знаниях и интеллекте человека, его соответствующей современному уровню развития «просвещенности», понимании человеком сложившегося положения и задач развития страны, осуществления необходимых для

решения этих задач преобразований.

Продуктивной и конкурентоспособной в современных условиях может быть только просвещенная в интеллектуальном, идеологическом и нравственном отношениях экономика. Задача системы образования на современном этапе, можно сказать, ее историческая миссия со-

стоит не только в обеспечении приобретения и накопления знаний, но и в «просвещении» и духовном возрождении граждан Российского государства. Необходимо привить им новую трудовую постиндустриальную идеологию и новое творческое отношение к своей трудовой деятельности на основе осознания значимости, места и роли страны и



Юрий Федорович Шамрай,

к.э.н., профессор РГГУ,
зам. зав. кафедрой мировой экономики
Тел.: 8 (909) 988-69-68
Эл. почта: yury.shamrai@yandex.ru
Российский государственный
гуманитарный университет (РГГУ)
<http://rsuh.ru/>

Yuri F. Shamrai,

Candidate of Economic Sciences,
Professor of RSUH,
Deputy Head of the Department of World
Economy
Tel.: 8 (909) 988-69-68
E-mail: yury.shamrai@yandex.ru
Russian State University for the
Humanities
<http://rsuh.ru/>

ее конкурентоспособности в современном мировом хозяйстве.

Эффективно работать в системе постиндустриализма может не просто профессионально подготовленный, но и нравственно зрелый, целеустремлённый человек. Только такой человек сможет выдержать «нагрузку» постиндустриализма.

Такая задача возникает перед Россией не впервые. В свое время российские народники также считали базисным фактором обновления России просвещение и высокую нравственность ее населения, понимание им предназначённости России для высоких свершений и преобразования окружающего их мира. Решить эту задачу народники предлагали путем «хождения в народ» и пытались осуществлять такое «хождение» на практике. Однако у них не хватило потенциала, сил и времени для полной реализации их начинаний.

На современном этапе отмеченная задача опять актуальна. Отличие только в том, что для ее решения имеются другие, более эффективные, чем «хождение в народ», средства, связанные с новыми образовательными технологиями и новыми информационно-коммуникационными возможностями и обеспечивающие создание новой платформы и модели хозяйствования, укрепление конкурентных позиций в «новой мировой экономике».

Что собой представляет «образовательный потенциал», каково его текущее состояние в России и в чем могут состоять перспективные направления его развития в целях повышения уровня «просвещённости» и нравственности будущих трудовых ресурсов и трудового потенциала национальной экономики?

1. Структура образовательного потенциала, уровень и образовательные возможности страны по созданию «нового человека»

Образовательный потенциал национальной экономики представляет собой совокупность факторов и механизмов, обеспечивающих современный уровень квалификации и просвещения трудовых ресурсов,

развитие их способностей, знаний, умений, навыков, культуры, просвещённости и нравственности. Только при таком подходе к образовательному потенциалу и его работе со студенческой массой можно решить задачу создания «нового человека» – человека постиндустриальной эпохи.

При решении этой задачи плодотворной, на наш взгляд, является следующая мысль: образование само по себе бесценно. Его не надо нагружать функциями приобретения прикладных навыков. Такие навыки приобретаются в процессе последующей профессиональной деятельности. Главная задача образования – развитие способности и умения мыслить, творчески отражать и осваивать окружающую действительность, а уж затем на этой базе в процессе последующей профессиональной деятельности заниматься «приложением» полученных знаний и умений к практике и разработкой соответствующих рекомендаций.

К настоящему времени Россия постепенно преодолевает негативную тенденцию развития и утраты своего образовательного потенциала, проявлявшуюся с начала рыночных реформ в 1980–1990-х гг. Не продуманные до конца и неправильно ориентированные рыночные реформы различных сфер национальной экономики, в том числе сферы образования, привели к «утратам» и «провалам» в сфере образования. Это проявилось в том, что Россия в 1990-е гг. по показателям коэффициента интеллектуализации населения (КИН – число студентов на 10000 населения) откатилась с 1–2-го места в мире в 1950–1970-х гг. на 15-е место. На 10 тысяч населения в России в 1993–1995 гг. приходилось лишь около 200 студентов (в США – 500) [1]. В вузах России обучалось около 3 млн студентов, в то время как по расчетам ЮНЕСКО для страны такого масштаба и традиционно высокого уровня развития научной мысли эта цифра должна достигать не менее 8 млн человек.

Сегодня положение несколько подправилось. В вузах страны в 2011 г. обучалось более 6,5 млн

студентов [1]. Однако существенная часть этих вузов приходится на негосударственные учебные заведения (в 2010 г. более 450 негосударственных учебных заведений против 655 государственных и муниципальных вузов), программы обучения которых отклоняются от госстандартов и, следовательно, обучения на среднемировом уровне [1]. Кроме того, согласно нашим расчетам на базе данных официальной статистики, программы начального, среднего и высшего профессионального образования в середине нулевых годов XX в. охватывали всего около 25% молодежи (население в возрасте 15–34 года). Следовательно, 75% молодежи оказываются неохваченными образовательным процессом. Коэффициент интеллектуализации населения в последние годы хотя и вырос по сравнению с началом 1990-х гг., но составил всего примерно 5% [2], что свидетельствует о малозначительной мобилизации интеллектуального ресурса нации.

Негативным показателем образовательного потенциала российской экономики являются также недостаточные по сравнению с ростом числа студентов темпы наращивания преподавательского корпуса и невысокий удельный вес докторов и кандидатов наук в общем числе профессорско-преподавательского состава. Причем начиная с 2005 г. рост последнего показателя не наблюдается: удельный вес докторов и кандидатов наук стабилизировался на уровне примерно 55%, что недостаточно для качественного обеспечения процесса обучения. Одним из последствий такого положения является риск распада научных школ, сокращение возможностей поддержания направлений признанного мирового уровня.

При изложенных показателях система современного российского образования вряд ли может рассматриваться как достаточная и эффективная для воспроизводства интеллектуальных ресурсов и обеспечения конкурентоспособности страны на перспективу.

Трудности ее развития связаны как с недофинансированием обра-

зования (на подготовку одного студента в России к началу текущего столетия затрачивалось всего 300 долларов в год, т.е. меньше чем 1 доллар в день), так и с отсутствием в самой экономике (в первую очередь из-за ее примитивизации в результате отсталой структуры) действенных стимулов для повышения интеллекта. Во-первых, за интеллект не платят, так как используемые в настоящее время для повышения интеллекта и просвещенности в российской экономике системы оплаты труда достигли в своем развитии пока только максимум уровня платы за коэффициент трудового (а не интеллектуального) участия и не предусматривают никакого участия (наряду с зарплатой) в прибылях предприятия. Во-вторых, неразвитость конкуренции в российской экономике и её примитивная сырьевая структура не создают и не активизируют потребности в интеллекте и просвещенности и специалистах, обладающих интеллектуальными творческими способностями. Особенно страдает экономика от отсутствия в образовательном потенциале способов развития у подготавливаемых специалистов нетрадиционного латерального мышления.

Термин «латеральное мышление» был предложен известным исследователем феномена творчества Э. де Боно, в противоположность «вертикальному» или логическому мышлению.

Э. де Боно отмечал: «Невозможно вырыть яму в ином месте, если только углублять уже существующую. Вертикальное мышление необходимо для углубления имеющейся ямы. При латеральном мышлении яму копают на новом месте». Таким образом, латеральное мышление – это поиск решений нестандартными новыми методами, которые строятся на путях, отличных от прямой логики. Например, замена материала нижней части ковра (обычно её делают – из пластика или веревки) на тот же самый материал, из которого изготовлена лицевая часть, привела к новой концепции двусторонних ковров. Или построение бизнеса вместо принципа «пицца, которая достав-

ляется на дом» на базе противоположного принципа «пицца, которая не доставляется на дом», привело к идее замороженной пиццы, что снизило расходы по доставке пиццы на 30% (см. Котлер Ф., Фернандо Т. «Новые маркетинговые технологии. Методы создания гениальных идей»). Нестандартные решения, инновационные подходы к выработке решений являются ведущим резервом современного бизнеса, так как сегодня, чтобы оставаться конкурентоспособными, компании не могут более опираться только на традиционные подходы и технологии – необходимы инновации, которые смогут дать неоспоримое преимущество перед конкурентами.

Сама российская экономика, однако, пока не предъявляет нужного спроса на интеллект и на латеральное мышление, и потому ее продукция в существенной части остается неконкурентоспособной на мировом рынке, не содержит в достаточных пропорциях элементов наукоемкости и технологичности.

Преодолеть такое состояние, разорвать складывающийся порочный круг, замыкающий выход экономики на обеспечивающие конкурентоспособность рубежи, можно только через развитие и совершенствование ее образовательного потенциала. Он, в свою очередь, позволяет повышать коэффициент интеллектуализации продукции и экономики в целом, воспитать современный предпринимательский корпус, вооружить его новыми идеями и концепциями хозяйствования, направленными на модернизацию экономики и нетрадиционность решения возникающих проблем и тем самым создающими спрос на интеллектуальные ресурсы, и новые технологии.

2. Формирование образовательного потенциала как базисное направление конкурентной стратегии страны на современном этапе

Образовательные возможности страны определяются главным образом двумя показателями: доступностью начального, среднего и высшего образования и возмож-

ностями оплаты получаемого образования. Сопоставительный анализ России с другими странами мира по этим показателям возможен на базе соответствующих глобальных рейтингов по доступности высшего образования и финансовым возможностям его получения.

Согласно результатам этих рейтингов на 1-м месте в 2010 г. находилась Финляндия, на 2-м – Нидерланды, на 3-м – Норвегия, на 4-м – США [3].

Анализ рейтингов выявляет слабость конкурентных позиций России как по доступности (12-е место из охваченных рейтингом 14 стран, в число которых входят наиболее развитые страны мировой экономики – Финляндия, Нидерланды, Норвегия, США, Канада, Великобритания, Швеция, Франция, Германия, Япония и др.), так и по финансовым возможностям получения высшего образования (также 12-е место из 14 стран). Если сопоставить конкурентные позиции России по показателям, рассматриваемым рейтингом, с ее общими конкурентными позициями, зафиксированными в Давосском рейтинге глобальной конкурентоспособности стран мира (67-е место в 2012 г. из примерно 150 стран), то легко установить что в Давосском рейтинге конкурентные позиции России выглядят выше: российская экономика занимает середину в перечне охватываемых рейтингом стран. В двух рассмотренных выше рейтингах по образовательным возможностям, Россия находится в конце перечня охваченных рейтингами стран. Такой факт свидетельствует, что образовательный потенциал России, к сожалению, не поддерживает общие конкурентные позиции страны в мировой экономике.

О недоиспользовании возможностей образовательного потенциала как фактора конкурентоспособности свидетельствуют и международные рейтинги российских вузов. В этом отношении достаточно рассмотреть результаты трех наиболее известных и признанных рейтингов различных университетов мира: Академический рейтинг университетов мира, Times Higher Education-QS World University Rankings, Webometrics

Ranking of World Universities. Лидируют в перечисленных рейтингах США с большим отрывом от других стран. В числе лидирующих стран во всех трех рейтингах – Великобритания, Германия, Австралия, Канада, Япония [4].

Отмеченные рейтинги фиксируют серьезную слабость российского образовательного потенциала. Анализ этих рейтингов выявляет два примечательных обстоятельства:

1) в число нескольких сотен университетов мира, охваченных этими рейтингами, входят всего несколько российских университетов: МГУ, Санкт-Петербургский университет, Новосибирский университет, Высшая школа экономики, Казанский, Томский, Алтайский, Уральский университеты. У

остальных российских университетов не хватило «весомости» для того, чтобы быть включенными в эти рейтинги;

2) лишь МГУ и СПбГУ занимают более или менее достойное место в этих рейтингах: находятся в первых двух сотнях. Другие университеты занимают места в четвертой, пятой сотне, а МГИМО, Алтайский и Уральский университеты находятся примерно на полуторатысячном месте. При этом для российских университетов характерна понижательная динамика их мест в указанных рейтингах.

В целом слабы конкурентные позиции России и по качеству образования, что особенно плохо для влияния образовательного потенциала на конкурентоспособность

Таблица 1

Индекс развития человеческого потенциала по группам стран

Очень высокий ИРЧП				
Место		Страна	ИРЧП	
2011	Изм. к 2010		Индекс 2011	Изм. к 2010
1	–	Норвегия	0,943	▲ 0,002
2	–	Австралия	0,929	▲ 0,002
3	–	Нидерланды	0,910	▲ 0,001
4	–	США	0,910	▲ 0,002
5	–	Новая Зеландия	0,908	–
Высокий ИРЧП				
Место		Страна	ИРЧП	
2011	Изм. к 2010		Индекс 2011	Изм. к 2010
1	–	Уругвай	0,783	▲ 0,003
2	–	Палау	0,782	▲ 0,003
3	–	Румыния	0,781	▲ 0,002
4	–	Куба	0,776	▲ 0,003
5	–	Россия	0,755	▲ 0,004
Средний ИРЧП				
Место		Страна	ИРЧП	
2011	Изм. к 2010		Индекс 2011	Изм. к 2010
1	▼ (-1)	Иордания	0,698	▲ 0,001
2	–	Алжир	0,698	▲ 0,002
3	▲ (1)	Шри-Ланка	0,691	▲ 0,005
4	▲ (2)	Доминиканская Республика	0,689	▲ 0,003
5	–	Самоа	0,688	▲ 0,002
Низкий ИРЧП				
Место		Страна	ИРЧП	
2011	Изм. к 2010		Индекс 2011	Изм. к 2010
1	–	Соломоновы Острова	0,510	▲ 0,003
2	▲ (1)	Кения	0,509	▲ 0,004
3	▼ (-1)	Сан-Томе и Принсипи	0,509	▲ 0,003
4	–	Пакистан	0,504	▲ 0,001
5	–	Бангладеш	0,500	▲ 0,004

Источник: hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2013

российской экономики, поскольку это влияние на настоящем этапе определяется не только общими параметрами и масштабами системы образования (количество вузов, число студентов, техническая оснащенность вузов и т.д.), но и качеством подготавливаемых специалистов. О том, что Россия серьезно уступает в этом отношении многим не только развитым, но и развивающимся странам, свидетельствует рейтинговая таблица индекса развития человеческого потенциала (ИРЧП), ежегодно публикуемого ООН в своём докладе о развитии человека в странах мира.

По показателям ИРЧП Россия уступает сегодня конкурентам из развитых стран. Резервы активизации в этой области весьма существенны.

Конкретные представления об этих резервах можно получить на базе сопоставления России с развитыми странами по основным показателям, входящим в базу расчетов ИРЧП. В докладе ООН по ИРЧП страны классифицируются по 4 группам: очень высокий ИРЧП, высокий ИРЧП, средний и низкий ИРЧП.

Согласно данным таблицы Россия имеет довольно высокий потенциал развития человеческих ресурсов: она входит в группу стран с высоким ИРЧП (0,755). Однако использование этого потенциала, к сожалению, тормозится рядом негативных факторов, связанных с научно-исследовательской сферой и информационно-коммуникационными технологиями. Анализ индикаторов ИРЧП относительно других стран показывает, что для России актуально, во-первых, увеличение финансирования сферы научных разработок и исследований, в том числе информационно-коммуникационных технологий. В среднем за последние годы расходы на научные исследования и разработки в процентах от ВВП составляли в России немногим более 1,2%, в то время как по миру в целом они формировались на уровне 2,3%, в том числе в США 2,7%, в Финляндии – 3,5%, в Швеции – 3,6%, в Израиле – 4,5%. Иными словами, Россия уступает развитым

странам по этому показателю в 2–3 и более раз.

Во-вторых, необходимо более активно развивать информационно-коммуникационные технологии, прежде всего распространение широкополосного доступа в интернет. Развитию информационно-коммуникационной сферы могло бы содействовать формирование единого информационного пространства в рамках российского инновационного рынка (по типу единого европейского инновационного пространства – ЕЕИП) и налаживание его взаимодействия с ЕЕИП и мировым рынком новых технологий.

В-третьих, требуется разработка комплекса мероприятий по привлечению частных предпринимателей в научно-технологическую сферу, как в плане финансирования, так и осуществления разработок, в частности, развитие малых форм предпринимательства в этой сфере, создание хотя бы точечного, а еще эффективнее сетевого финансирования малых венчурных инновационных предприятий.

Место России в приведенном рейтинге существенно ниже ее места в общем публикуемом Всемирным экономическим форумом (ВЭФ) в Давосе рейтинге глобальной конкурентоспособности (67-е место). Рейтинговый коэффициент России 0,775 значительно ниже соответствующих коэффициентов развитых стран: Норвегия – 0,943, Австралия – 0,929, США – 0,910 и т.д.

Отставание по уровню образования является весомым фактором, ослабляющим конкурентные позиции России в мировой экономике, поскольку образование обеспечивает интеллектуальный фундамент экономического роста.

Впервые классик политэкономии Д. Рикардо особо отметил, что отставание стран в уровне общественного развития является наряду с другими причинами результатом недостатка образования во всех слоях народа. Другой классик политэкономии А. Смит в 1776 г. писал, что «человек, получивший образование путем затраты большого труда и времени... может быть приравнен к одной из дорогих машин» [5].

Инвестиции в образование способствуют росту образовательного потенциала и повышению темпов экономического роста. Так, американский ученый Е. Кон определил, что степень корреляции между ростом национального дохода на душу населения и затратами на образование, приходящимися на одного человека, чрезвычайно высока (коэффициент корреляции близок к единице и составляет $k = 0,96$ [6]). Расчеты были сделаны на базе показателей экономического развития семнадцати стран. По Т. Шульцу, за период с 1929 по 1957 г. развитие системы образования в США обеспечило прирост национального дохода на 21%, а в последующие 25 лет – на 13%. Приблизительно 20% роста экономики США объясняется повышением уровня квалификации населения [7]. Непосредственная экономическая значимость образования состоит в его влиянии на улучшение качества рабочей силы.

При этом весомость образования и образовательного потенциала как фактора, влияющего на конкурентоспособность экономики, непрерывно нарастает, поскольку для мировой экономики и национальных экономик характерна тенденция ускорения накопления знаний и изменения их содержания. По подсчетам науковедов, с начала нашей эры для удвоения общей суммы знаний потребовалось около 1750 лет, второе удвоение произошло к 1900 г., это есть через 150 лет, а третье – уже к 1950 г., т.е. через 50 лет. С этого года удвоение происходит уже каждые 10 лет, а с 1970 г. – каждые 5 лет. Современный научно-технический прогресс ведет к постоянному росту научно-технической информации при относительной стабильности фундаментальных знаний. Начиная с 1990 г. удвоение объема информации происходит ежегодно.

Расширение объема знаний и информации, повышение скорости и ускорение их изменения делает актуальным вопрос оптимизации использования полученных знаний и информации без перегрузок и неадекватных затрат. Критерии оптимальности – конвертация знаний на практике. Для такой конвертации

важно взаимодействие образовательного потенциала с практикой и по каналам рынка труда, и по каналам непосредственных контактов.

Работодатели ставят кадровую проблему на одно из первых мест в качестве серьезного ограничителя развития в России бизнеса и выдвигают серьезные претензии ко всем без исключения уровням профессионального образования. Этот фактор считается более существенным, нежели низкий уровень развития инфраструктуры, трудности в получении кредита или недобросовестная конкуренция. Необходимо также обратить внимание на то обстоятельство, что если значимость таких факторов, как высокие ставки налогов, трудности в получении кредита или нестабильность законодательства с 2000 по 2012 г. заметно снизилась, то значимость дефицита квалифицированных управленцев, напротив, возросла, несмотря на то что многие вузы открыли факультеты менеджмента и выпускают все больше и больше менеджеров.

3. Возможные направления совершенствования образовательного потенциала

В сфере образовательного потенциала в последние годы все чаще ставится проблема сопряжения системы образовательного потенциала и рынка труда. Предпосылкой такого сопряжения является налаживание тесных связей между образованием и бизнесом. Возможны разные пути решения этой проблемы: 1) создание корпорациями своих собственных университетов и вузов, внедрение в практику работы вузов обсуждений тех или иных проблем совместно со специалистами соответствующих предприятий; перенесение места расположения кафедр вузов на соответствующие их проблематике предприятия, в крупные банки; 2) формирование образовательных программ в соответствии с запросами работодателей; 3) формирование новых образовательных технологий, позволяющих ускорить использование получаемых знаний и подгото-

вить выпускаемых специалистов к ускорению их применения.

Достаточно привести один пример. На Горьковском автомобильном заводе автомобиль ГАЗ-24 собирали лет тридцать, а то и больше. Выпускники специализированных вузов приходили на производство, будучи «укомплектованными» знаниями технологической цепочки сборки этой модели. Сегодня же реальность такова, что модель полностью обновляется за два-три года. Процесс подготовки специалистов в этих условиях должен предполагать такой тип мобильности, который существенно изменяет само содержание образования. При этом модули обучения должны применяться по выбору студентов и в соответствии с их выявленными в процессе собеседования способностями.

Качество образовательного потенциала в современных условиях во многом зависит также от его связи с наукой, поскольку практически на все области массовой деятельности человека в условиях интеллектуально технологического способа производства распространяется творческий научно-технический стиль мышления. Сочетание науки и образования позволяет готовить специалистов на современном уровне, побуждает студентов к научным исследованиям, формирует выпускника вуза как человека, руководителя, заинтересованного в продвижении современных достижений науки в производство, переводе экономики нашей страны на инновационные рельсы. Благодаря единству научного и образовательного процессов студентов можно привлекать к научной работе уже на младших курсах. Как правило, в дальнейшем научная деятельность перерастает в магистерские диссертации, а затем и в исследовательские работы аспирантов [8].

Эффективная интеграция науки и образования позволит преодолеть отставание российских вузов, проводящих малозначимые исследования, от западных университетов (особенно элитарных), которые выступают в качестве лидеров в научно-техническом комплексе соответ-

ствующих стран. Для решения этой проблемы российским вузам целесообразно придерживаться принципов организации университетов и институтов по Гумбольдту, согласно которым главным в системе образования является свобода и единство исследований и преподавания.

Необходимо также преодолеть отставание от западной практики по затратам на научные исследования в вузах. Внутренние затраты на научные исследования и разработки составили в России в 2010 г. 1,16% к ВВП, в том числе расходы федерального бюджета на науку составили 237657,6 млн руб., или 0,53% к ВВП [9].

Часто встречаемый в дискуссиях контраргумент о существовании в России системы государственных академий наук как альтернативы западной модели университетской науки вряд ли может служить здесь оправданием: в странах, где функционируют аналогичные мощные академические структуры, в частности в Германии (общества Макса Планка, Гельмгольца, Лейбница и др.) и во Франции (Национальный центр научных исследований – CNRS), на университеты приходится соответственно 16,5 и 18,1% национальных затрат на науку. Таким образом, положение дел в российской вузовской науке резко контрастирует с практикой ведущих стран мира, где в университетах сосредоточен основной потенциал фундаментальной науки, выполняются масштабные прикладные исследования и разработки.

Реализация поставленных задач и целей требует совершенствования институциональных структур, в рамках которых организуется взаимодействие образовательного потенциала и науки. Возможны различные направления такой реализации:

– разнообразные центры передовых исследований (центры превосходства), создаваемые путем объединения наиболее продуктивных вузовских, академических и отраслевых научных коллективов с предоставлением им необходимых ресурсов и финансируемые на конкурсной основе [10];

- альянсы, позволяющие развивать так называемую проектную интеграцию между НИИ, КБ, вузами и предприятиями;
- совместное участие НИИ и вузов в конкурсах на получение грантов и заказов на исследования и разработки, в издательской деятельности, присуждении совместных стипендий, международных программах и проектах; организация совместных ученых советов по научным направлениям, специализированных советов по присуждению ученых степеней на базе НИИ и вузов. Это позволит сформировать среду, благоприятную для любых интеграционных инициатив в научно-образовательном сообществе;
- создание инновационных консорциумов, объединяющих вузы, научные организации, предприятия и, возможно, финансовые структуры, с последующим формированием на этой основе устойчивых инновационных кластеров;
- образование совместных с производственными структурами базовых кафедр, лабораторий и других интеграционных структур.

Для постоянного совершенствования конкурентной платформы российской экономики необходимо обеспечить опережающее развитие образовательного потенциала, основывающееся на современных технологиях.

Концепция модернизации российского образования должна быть направлена на повышения его качества, доступности и эффективности. Необходимо избежать упрощенной, облегченной трактовки курса на совершенствование образовательной системы и факторов, определяющих масштабы и возможности ее совершенствования.

Факторы совершенствования образования необоснованно связывать только с увеличением капиталовложений в образовательный потенциал. Одного увеличения капиталовложений мало. Необходимо продуманная и детально разработанная схема основных направлений использования капи-

тальных вложений, базирующаяся на понимании комплексности факторов, обуславливающих эффективность системы образования. Тем более что задача не только в приобретении и накоплении знаний, а в просвещении, повышении уровня нравственности и принципиальном изменении отношения к будущей профессии и будущей трудовой деятельности обучающейся молодежи.

В настоящее время в российской образовательной системе происходят масштабные сдвиги. К ним относится, в частности, переход на систему «бакалавриат – магистратура». Однако ещё не ясна его истинная итоговая эффективность и реальные последствия. Проблематично, в частности, удлинение процесса подготовки высококвалифицированных специалистов: чтобы получить диплом магистра и магистерскую степень студенту надо учиться уже не 5 лет, как ранее, а 6 лет (4 года – бакалавриат, плюс 2 года – магистратура).

Что касается бакалавриата, если рассматривать его как самостоятельную законченную форму обучения, то подготовка бакалавра не охватывает полный цикл квалификации специалиста. После окончания курса бакалавриата выходит «недоквалифицированный» специалист.

Не оптимальной является, на наш взгляд, пропорция между лекционной частью учебного курса и практическими занятиями: количество часов, выделяемых на практические занятия, в несколько раз превышает учебное время лекционного курса, в результате студенты подходят к практическим занятиям, не освоив концепции, а также теоретических, методологических и методических подходов к проблематике, выносимой на практические занятия. Лекционного времени просто не хватает для ознакомления студентов с теориями и концепциями разбираемой проблематики.

Стандартизация образовательной системы по типу западных моделей и определение дидактических единиц по тем или иным образовательным программам, исходя из западных модулей, не пре-

допределяют заранее повышение эффективности образования. Все зависит от того, как поведет себя в условиях новых стандартов и модулей студенческая масса.

Таким образом, переход на образовательную схему «бакалавриат – магистратура» требует дальнейшего осмысливания и совершенствования. Тем более что сами западные страны совершенствуют указанную схему, дополняя её различными компонентами и ответвлениями, в частности корпоративной системой образования.

Следует также учитывать, что существуют и другие возможности и направления развития действующей системы образования.

Совершенствование этой системы могло бы идти, в частности, в направлении демократизации и индивидуализации образования, на базе действующих образовательных моделей. Суть индивидуализации заключается в предложении абитуриентам нескольких систем и модулей образовательного процесса с разными специализациями (международный бизнес, внешнеэкономическая деятельность, МЭО и т.д.) и предоставлении студентам возможности выбора между этими направлениями.

Масштабы и результативность выбора можно было бы повысить, расширив варианты возможных для студентов систем образования: в частности, предлагая студентам, наряду с действующими на практике системами «бакалавриат – магистратура», прежней российской пятилетней модели с последующей аспирантурой, а также возможности учёбы в созданных российскими и зарубежными корпорациями корпоративных университетах, а также в филиалах западных университетов, создаваемых в России по приглашению российского правительства (например, такими признанными в мире лидерами мирового образовательного процесса, как Гарвард, Кембридж, Сассекс и др.). Последний вариант особенно привлекателен и эффективен, так как позволит готовить студентов по западным нормативам и методикам без их отъезда с Родины и даст возможность развернуть часть «интел-

лектуальной миграции» в российском направлении.

Изложенный подход означает демократизацию системы образования, её формирование с учетом потребительских предпочтений студенческой массы.

Индивидуализацию образовательного процесса можно также обеспечить, сделав его проблемным, и в лекциях ставить новые проблемы, а не излагать материалы, содержащиеся в опубликованных учебниках и учебных пособиях.

Индивидуализации учебного процесса могла бы также содействовать трансформация его формата, внедрение новых организационных форм обучения. Проблемное освоение учебного материала в ходе лекций и семинаров предполагает детальную работу непосредственно с каждым студентом. Занятия группами по 20–30 человек (семинары) и 120–150 человек (лекции) по таким дисциплинам, как мировая экономика, таможенное дело, международный маркетинг и др., не позволяют охватить всю аудиторию, осуществлять непосредственные контакты со студентами. Формат массовой аудитории при обучении ушёл в прошлое, так же как и массовое стандартное производство в других отраслях экономики. При массовой аудитории, с одной стороны, преподаватель не может установить индивидуальный контакт с каждым студентом, охватить дискуссией по той или иной проблеме весь студенческий состав, с другой стороны, далеко не все студенты смогут задать интересующие их вопросы и обменяться мнениями по этим вопросам с преподавателем. Между тем указанные контакты, обсуждения или обмен мнениями абсолютно необходимы и неизбежны при построении обучения на основах индивидуализации. Учитывая отмеченные обстоятельства, в учебном процессе по экономическим и другим гуманитарным дисциплинам, так же, скажем, как при обучении иностранным языкам, объективно обусловленным является переход на группы в 5–7 человек (максимум 10 человек), что позволит преподавателю чувствовать всю аудиторию

и работать в ходе семинара или лекции непосредственно с каждым студентом.

Для усиления практической направленности образования плодотворным могло бы быть изменение соотношения в образовательном процессе прикладных и общеобразовательных, так называемых гуманитарных, дисциплин в сторону большего удельного веса первых. Речь идет, конечно, не о преобладании или доминировании прикладных дисциплин, а о большем удельном весе учебных занятий по этим дисциплинам в образовательном процессе. Тем более что в принципе все образовательные дисциплины можно рассматривать как прикладные, но только с разными сроками «приложения» их знаний и положений: по одним дисциплинам реализация полученных знаний и умений осуществляется немедленно, а по другим – растягивается на годы, а то и десятилетия (например, применение положений «Капитала» Маркса).

Какие дисциплины можно рассматривать в качестве прикладных в условиях российской рыночной экономики? В образовательных программах по экономике в число прикладных можно, в частности, включить следующие дисциплины: «Особенности формирования и функционирования рынка в России», «Формирование отраслевых экономик в условиях рыночных отношений» (рынок и экономика промышленности, рынок и экономика сельского хозяйства, рынок и экономика внешней торговли), внутрихозяйственный (внутринациональный) и международный маркетинг, поскольку маркетинг представляет рыночный способ организации и управления производством и сбытом как в масштабах национальной экономики в целом, так и в масштабах её отдельных отраслей и при выходе национальной экономики на мировой рынок. Исходя из западной практики соотношение между прикладными и общеобразовательными дисциплинами может формироваться на уровне 80–70 и 20–30% соответственно.

Практическая направленность образования зависит, конечно, не

только от соотношения прикладных и общеобразовательных дисциплин. Определяющим является содержание предлагаемых образовательных программ, а также формы и методы обучения.

Развитию практических способностей и навыков студентов могло бы содействовать, в частности, внедрение дискуссионных форм ведения практических (семинарских) занятий.

Одним из направлений совершенствования российской системы образования является развитие её связей с западными системами образования, учет в своем совершенствовании форм и методов образовательного процесса, практикуемых развитыми странами.

Развитие связей с западными системами образования будет содействовать подключению российской системы образования к постепенно формирующемуся единому глобальному мировому образовательному пространству. Однако целью таких связей не должно быть слепое копирование западного опыта и западных стандартов. Обычно в качестве аргумента в пользу использования западных стандартов приводят признание в результате вестернизации российского образования дипломов, получаемых российскими специалистами, на Западе и вытекающую отсюда возможность для российских студентов там работать. Аргумент, на наш взгляд, сомнительный, в корне несостоятельный. Во-первых, зачем России заботиться об обеспечении западных экономик специалистами, подготавливаемыми в России? Получится, что Россия несёт расходы на подготовку специалистов, а самими специалистами будут пользоваться её конкуренты из развитых стран. Во-вторых, подготовленные российские специалисты, как показывает опыт, пользуются спросом на рынках западных стран, получали и получают работу в этих странах и с теми дипломами, которые они получили ранее без всяких бакалавриата и магистратуры. Известен факт, что из 36 тысяч специалистов, работающих в Силиконовой долине, 2/3 являются выходцами

из России. Общеизвестным фактом является и неблагоприятное соотношение России с западными странами в области интеллектуальной миграции, а именно: наблюдается интенсивная «утечка умов» из России, в то время как обратная тенденция особо не проявляется.

При своей общей негативной для России значимости, эта тенденция свидетельствует о большом и непрекращающемся спросе на российских специалистов. Зачем же тогда «ломать» этот спрос?

Главная задача российской системы образования должна заключаться в развороте тенденции «интеллектуальной миграции» в российском направлении. Настоятельно необходимо повысить миграционную привлекательность российской экономики, определяемую в первую очередь уровнем доходов и условиями работы высококвалифицированных специалистов в России относительно их возможных доходов и условий работы в западных странах. Примером в этом отношении может быть создание техноинкубатора и технопарка «Сколково», где западным специалистам предлагаются президентом России многомиллионные оклады. Без таких окладов высококвалифицированные специалисты, естественно, не приедут в Россию. Однако схема Сколково ущербна в том плане, что этот технополис организуется в виде «оазиса» и потому явится «каплей в море» и для экономики такого пространственного и хозяйственного размаха, как российская экономика, будет, грубо говоря, «все равно, что голодной собаке муха». Необходим системный подход при организации сколковских «оазисов».

Для системного подхода предпосылкой может быть повышение конкурентоспособности миграционного потенциала России. Конкурентоспособность миграционного потенциала можно определять, исходя из доли расходов на привлекаемую из-за рубежа рабочую силу и специалистов в ВВП страны относительно аналогичного показателя по развитым странам. Чем больше такая доля, тем выше конкурентный потенциал страны в сфере

образования. Сравнение России с западными экономиками в этом отношении дает отрицательный показатель.

В настоящее время и на правительственном уровне, и в вузах страны ведется интенсивная работа по совершенствованию действующей системы образования. Исходная проблема этой работы – нужно ли коренным образом менять действующую систему, принципиально реформировать её или же целесообразней пойти по пути модернизации действующей системы, на основе её эволюционного совершенствования с учетом тенденций развития образовательных систем в странах экономического авангарда и развивающихся странах мира? Полагаем, что более обоснованным является второй путь, хотя в настоящее время в качестве доминирующего вектора взято довольно глубинное преобразование существующей системы образования – её перевод на новую схему «бакалавриат – магистратура».

Несмотря на такую ориентировку, мы думаем, что практика постепенно откорректирует движение в этом направлении, приведет к определенному симбиозу отмеченных выше путей совершенствования образовательного процесса. Нельзя не учитывать, что система образования, существовавшая в «советскую эпоху», была одной из лучших в мире. Об этом можно судить по итоговым результатам развития российского государства: страна первая в мире вывела на космическую орбиту спутник Земли, а до этого в борьбе с имперскими стремлениями других стран создала ядерную бомбу. Эти достижения были должным образом оценены в свое время руководителями других стран – У. Черчиллем, Ф. Рузвельтом, Д. Кеннеди.

Ломать такую систему в корне вряд ли разумно. Подключение российской системы образования к постепенно формирующемуся единому мировому образовательному пространству возможно в различных вариантах: простое копирование западных стандартов и технологий; развитие российской образовательной модели

с сохранением ее национальной самобытности и положительного опыта. Оптимальным вариантом интернационализации образования для России, по нашему мнению, является интеграция западных технологий в российскую образовательную систему с сохранением ее основ и своеобразия. Этот вариант не исключает, как отмечено выше, взаимодействия с иностранными партнерами по линии создания на территории России корпоративных университетов и филиалов ведущих западных университетов.

Конечно и российская (в прошлом советская), и западная системы образования имели и имеют свои недостатки. Некоторые из недостатков схемы «бакалавриат – магистратура» отмечены нами выше.

Общим негативом обеих систем является в определенной мере односторонний подход к развитию образовательного процесса. В чем состоит указанная односторонность? При совершенствовании образовательного процесса доминирует подход, в котором центр тяжести лежит на изменении в соответствии с потребностями хозяйственной практики содержания образовательных программ, повышении квалификации преподавателей, совершенствовании применяемых форм и методов работы со студентами, внедрении технических новшеств в учебный процесс (компьютерные классы и компьютеризация учебных материалов, дистанционное обучение и прочее). Такое направление достаточно обосновано, плодотворно и, конечно, необходимо.

Однако совершенствование образовательных программ, мастерство преподавателей, применение новой техники и т.д. – это только одна, и притом, наверное, все же не главная сторона образовательного дела. Как бы ни «увивались» преподаватели вокруг студентов и какими совершенными ни были предлагаемые программы, методы обучения и техника обучения не дадут эффективного результата, если студенческая масса будет оставаться пассивной, относиться апатично к содержанию и проблемам соответствующих учебных дисциплин.

Из этого следует, что определяющим фактором эффективности образования на текущем этапе является активизация студенческой массы, изменение характера и качества её отношения к учебному процессу, настрой на творческую работу и создание условий и стимулов для такой учебы, на развитие творческих способностей студентов на базе осмысления поставленных в ходе лекций материалов и проблем.

Таким образом, при совершенствовании системы образования в центр должно быть поставлено совершенствование главного объекта и субъекта образования, «носителя» приобретаемых знаний – студенческой массы. Мы имеем в виду внедрение с самого начала учебы в вузе в сознание и подсознание пришедших в него студентов ориентации на творческий подход к учебе (а не просто механическое усвоение преподаваемых дисциплин), создание условий и предпосылок для развития природных и получаемых в процессе образования способностей к творческому восприятию и осмысливанию получаемых материалов и проблематики, на развитие стремления быть полезным для своей страны. Решение этих задач возможно разными методами. Базисные из них – создание и масштабное развитие в вузах научных студенческих обществ (НСО), вовлечение в эти НСО как можно большего числа принятых студентов, с тем чтобы они с самого начала привыкали не только слушать то, что говорят преподаватели, но проверять и исследовать поставленные проблемы, не останавливаться на поверхности учебного процесса, а идти «в глубь» изучаемых проблем и самостоятельно развивать представления о них. Как известно, НСО существовали и раньше. В современных условиях новеллой в использовании данного института могла бы быть его организация на рыночных началах, имея, в частности, в виду коммерциализацию результатов деятельности самого НСО, а также участие НСО в коммерциализации научной и методической продукции соответствующего вуза.

Далее могло бы быть полезным создание молодежных дискуссион-

ных клубов и центров по стержневым проблемам учебного процесса, которые бы работали постоянно, а не только в виде периодически проводимых конференций и семинаров. Плодотворным явится также проведение различных конкурсов и олимпиад и, наконец, участие студентов в молодежных инновационных предприятиях, создаваемых в настоящее время в вузах. Работа в таких предприятиях будет ориентировать студентов на получение определенного практического результата и получение удовлетворения от этого результата. Участие в работе молодежных инновационных предприятий позволит студентам приобретать навыки ведения бизнеса и оценить полезность выдвигаемых идей и мыслей.

Ориентация не только на простую учебу, но и на исследовательскую работу и получение в качестве её результата полезного инновационного продукта (реализуемого далее в деятельности студенческого инновационного предприятия), на постоянное накопление знаний и разработку различного рода идей, их предложение практике и использование при подготовке своих рефератов, курсовых и дипломных проектов активизирует студенческую массу, будет все время держать ее в творческом напряжении. Для обеспечения изложенного вектора совершенствования образовательного процесса необходимо использовать материальные стимулы (именные стипендии, премии, ценные подарки, обеспечение жильем нуждающихся студентов и т.д.) и, что не менее важно в студенческой среде, которая еще не обременена «вещизмом», «золотым тельцем» и тяготами карьеризма и бытовой жизни, моральные стимулы (создание, например, в вузах «аллеи славы» выдающихся студентов – на стенах вузов должны висеть не только портреты известных ученых страны, но и успешных в научном отношении выпускников вуза). Во многих случаях для молодого человека социальный «имидж» важнее, чем материальное поощрение.

Новых подходов требует и вопрос о платности обучения. Совершила ли Россия шаг назад, дви-

нувшись в направлении рыночных отношений сфере образования? Следует ли всегда и везде «вбивать» рынок в экономику и общественные отношения? Исследование глубин процесса образования и природы образования не позволяет дать утвердительный ответ на последний вопрос. Образование – это креативный процесс, процесс создания творческой личности, развитие в человеке механизма формирования идей, творческих озарений и творческого мышления. Разные студенты в неодинаковой мере подготовлены к развитию творческих начал. Неодинакова природная одаренность индивидуумов. В связи с этим неодинаковы затраты на творческое развитие и получение адекватного результата в работе с каждым студентом.

Поэтому законы рынка, основанные на соизмерении затрат и результатов, не могут определять оценочные процессы в творческой сфере. В этой сфере закон стоимости, если и может проявляться, то в весьма своеобразной форме. Почему, скажем, стоимость обучения в Высшей школе экономики или в МГУ им. М.В. Ломоносова выше, чем в РГГУ или любом другом российском вузе, и насколько обоснованы эти различия? В основе таких различий лежат не затраты на учебный процесс, определяющие его стоимость, а полезный эффект учебы для студентов и «имидж» соответствующего вуза.

Оптимальным в сочетании платности и бесплатности образования является, как показывает мировая практика, смешанный принцип их применения: использование одновременно и платного и бесплатного образования в зависимости от состоятельности студентов, их специализации в определённой отрасли знаний и пр.

В ряде развитых странах высшее образование на сегодняшнем этапе стало бесплатным. Такой подход дает для национальной экономики больший эффект, поскольку расширяет источники и масштаб формирования высококвалифицированных специалистов, и их последующий вклад в развитие национальной экономики.

Литература

1. Росстат. «Россия в цифрах 2012 г.», табл. 8.9, стр. 153.
2. Росстат. «Россия в цифрах 2012 г.», табл. 8.9, стр. 154.
3. Источник: Alex Usher, Jon Modow. Global Higher Education Rankings: Affordability and Accessibility in Comparative Perspective. [Electronic resource]. – Electronic data. – Toronto, 2010. – Modeaccess :http://higherstrategy.com/publications/GHER2010_FINAL.pdf
4. Бершадская М.Д. Высшее образование стран мира в контексте международных показателей // AlmaMater. 2008. №11. С. 49–51.
5. Смит А. Исследование о природе и причинах богатства народов. М., 2007. С. 88–89.
6. Гапонюк П.Н. Функции образования как социально-экономической системы // Журнал научно-педагогической информации. 2009. № 1 С. 30.
7. Schulz T. Education and Productivity (prepared for the National Commission on Productivity). Washington, 1972. P. 17.
8. Фомичев В.В. Наука как основа подготовки высококвалифицированных специалистов // Высшее образование в России. 2010. № 6, С. 49.
9. Росстат «Россия в цифрах 2012 г.», табл. 22.7, 22.8 стр. 398.
10. Гохберг Л.М. Национальная инновационная система России в условиях «новой экономики» // Вопросы экономики. 2003. № 3. С. 42.