



Научно-практический журнал

ОТКРЫТОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
№ 2 (103) 2014

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

ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

Н.В. Тихомирова

Будущее развитие российского образования: взгляд ректора..... 4

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

С.А. Баркалов, С.И. Моисеев, Н.С. Кочерга, Е.В. Соловьева

Математические модели подготовки и проверки качества освоения
компетенций в образовательном процессе 9

Г.А. Беркетов, А.А. Микрюков, А.П. Цуркин

Задача параметрического синтеза систем обеспечения целостности
данных в информационных системах и метод её решения 17

УЧЕБНЫЕ РЕСУРСЫ

Е.П. Богомолова, В.Ф. Очков

Необычные математические часы или обратная задача
коммивояжера..... 22

КАЧЕСТВО ЗНАНИЙ

Д.В. Власов

Роль личности преподавателя в мотивации работы студентов
в e-learning 29

А.И. Митин, Т.А. Филичева

Оценка рисков снижения качества профессиональной подготовки
с использованием метода когнитивного моделирования 34

Т.М. Шамсутдинова, С.В. Прокофьева

Оценка профессиональных компетенций студентов:
междисциплинарный аспект (на примере направления подготовки
бакалавров «бизнес-информатика»)..... 39

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА

В.В. Бабенко, Ю.В. Гольчевский

Концепция информационного пространства кафедры вуза
на основе web-портала..... 46

М.С. Гаспарян

Разработка учебных планов на основе интегрированного
информационно-образовательного пространства..... 51

Е.Н. Черемисина, В.В. Белага, Ю.И. Самойленко

Информационно-образовательная среда для обучения
информационным технологиям на базе Института системного
анализа и управления Университета «Дубна» 59

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Г.О. Артемова, Н.Ф. Гусарова, И.Ю. Коцюба

Применение нечетких когнитивных карт для поддержки принятия
решений при разработке рабочего учебного плана высшего
учебного заведения на основе учебного плана 66

И.В. Ряшенцев, В.А. Стародубцев

Авторские цифровые видеозаписи: создание и применение
в учебном процессе..... 72

О.А. Сычев, Д. П. Мамонтов

Автоматическое определение ошибок в порядке расположения
лексем в ответах на вопросы с открытым ответом в СДО Moodle..... 79



Scientific and practical journal

OPEN EDUCATION
№ 2 (103) 2014

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

PROBLEMS OF EDUCATION

Natalia V. Tikhomirova

The Future Development of Russian Education: the View from Rector .. 4

METHODICAL MAINTENANCE

*Sergey A. Barkalov, Sergey I. Moiseev, Natalia S. Kocherga,
Elena V. Solovyeva*

Mathematical Models of Training and Evaluation of Competence
Quality Acquisition in Educational Process 9

Gennady A. Berketov, Andrey A. Mikrukov, Anatoly P. Tsurkin

The Problem of Parametric Synthesis of Systems to Ensure Data
Integrity in Information Systems and Method for its Solution 17

EDUCATIONAL RESOURCES

Elena P. Bogomolova, Valerij F. Ochkov

Unusual Maths Clock or Reverse Traveling Salesman Problem 22

QUALITY OF KNOWLEDGE

Denis V. Vlasov

The Role of Teacher's Personality in Learning Motivation of Students
Working in E-learning..... 29

Alexander I. Mitin, Tatyana A. Filicheva

Assessment of Risks of Decrease in Quality of Professional Training
with Use of a Method of Cognitive Modeling 34

Tatiana M. Shamsutdinova, Svetlana V. Prokofyeva

Assessment of Students' Professional Competence: Interdisciplinary
Aspects (in the Case of Bachelor Program «Business-Informatics»)..... 39

EDUCATIONAL ENVIRONMENT

Victor V. Babenko, Yury V. Golchevskiy

Concept of Web-Based University Department Information Space 46

Mikhail S. Gasparian

The Development of Curriculum Based on the Integrated Information-
Educational Environment..... 51

Evgenia N. Cheremisina, Victoria V. Belaga, Yury I. Samoylenko

Electronic Educational Environment for Training in the it Field of
Study on the Basis of the Institute for System Analysis in Dubna
University..... 59

NEW TECHNOLOGIES

Galina O. Artemova, Nataliya F. Gusarova, Igor Yu. Kotciuba

Application of Fuzzy Cognitive Maps for Development the Work
Curriculum of an Institute of Higher Education Based on the Curriculum 66

Igor V. Riatshentsev, Viacheslav A. Starodubtsev

Author's Digital Video: Creating and Using for the Learning 72

Oleg A. Sychev, Dmitry P. Mamontov

Automatic Determining of Token Sequence Errors in Responses to
Open Answer Question in Moodle LMS 79

СОСТАВ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА журнала «Открытое образование»

Тихомирова Н.В., д.э.н., проф., академик, председатель редсовета, ректор МЭСИ

Тихомиров В.П., д.э.н., проф., академик, главный редактор, научный руководитель МЭСИ, президент Международного консорциума «Электронный университет»

Батоврин В.К., д.т.н., проф., заведующий кафедрой информационных систем Московского института радиоэлектроники и автоматики

Бершадский А.М., д.т.н., проф., научный руководитель Пензенского регионального ЦДО

Васильев В.Н., д.т.н., проф., ректор Санкт-Петербургского государственного института точной механики и оптики (технического университета)

Голосов О.В., д.э.н., проф., главный ученый секретарь Финансовой академии при правительстве Российской Федерации

Гридина Е.Г., д.т.н., проф., заместитель директора Государственного НИИ информационных технологий и телекоммуникаций

Домрачев В.Г., д.т.н., профессор

Иванников А.Д., д.т.н., проф., первый заместитель директора Государственного НИИ информационных технологий и телекоммуникаций

Карпенко М.П., д.т.н., проф., президент Современного гуманитарного университета

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

Курейчик В.М., д.т.н., проф., заместитель руководителя по научной и инновационной деятельности Технологического института Южного федерального университета

Малышев Н.Г., д.т.н., проф., чл.-корр. РАН, академик, президент Всемирного технологического университета

Осипов Г.С., д.ф.-м.н., проф., зам. директора по научной работе Института системного анализа Российской академии наук

Позднеев Б.М., д.т.н., проф., проректор по информатизации МГТУ «Станкин», председатель ТК461 «Информационно-коммуникационные технологии в образовании»

Приходько О.В., к.э.н., проректор МЭСИ по региональному развитию и непрерывному образованию

Тельнов Ю.Ф., д.э.н., проф., заведующий кафедрой Прикладной информатики в экономике МЭСИ

Тихонов А.Н., д.т.н., проф., директор Государственного научно-исследовательского института информационных технологий и телекоммуникаций

Усков В.Л., к.т.н., проф., содиректор НИИ по образовательным интернет-технологиям университета Бредли, США

Щенников С.А., д. пед. н., проф., ректор Международного института менеджмента «Линк»

THE EDITORIAL BOARD Of the journal «Open Education»

Tikhomirova N.V., Doctorate of Economics, Professor, Academician, Rector of MESI

Tikhomirov V.P., Doctorate of Economics, Professor, Academician, Scientific Director of MESI, the President of the International consortium «Electronic university»

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

Bershadskij A.M., Doctorate of Engineering Science, Professor, Scientific Director of Penza regional CRE

Vasiliev V.N., Doctorate of Engineering Science, Professor, Rector of Saint-Petersburg State Institute of Exact Mechanics and Optics (Technical University)

Golosov O.V., Doctorate of Economics, Professor, Chief Scientific Secretary of «Financial academy under the Government of the Russian federation»

Gridina E.G., Doctorate of Engineering Science, Professor, Deputy Director of the State Scientific Research Institute of Information Technologies and Telecommunications

Domrachev V.G., Doctorate of Engineering Science, Professor

Ivannikov A.D., Doctorate of Engineering Science, Professor, First Deputy Director of the State Scientific Research Institute of Information Technologies and Telecommunications

Karpenko M.P., Doctorate of Engineering Science, Professor, President of Modern University of Humanities, Moscow

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

Kureychik V.M., Doctorate of Engineering Science, Professor, Deputy Head for Research and Innovation, Institute of Technology, Southern Federal University

Malishev N.G., Doctorate of Engineering Science, Professor, Corresponding member of RAS, Academician, President of Worldwide University of Technologies, Moscow

Osipov G.S., Doctorate of Physics and Mathematics, Professor, Deputy Director for Scientific Work, Institute for Systems Analysis, Russian Academy of Sciences

Pozdneev B.M., Doctorate of Engineering Science, Professor, Vice President for informatization at MSTU «Stankin», Chairman of TK461 «Information and communication technologies in education»

Prikhodko O.V., PhD in Economics, Vice President for Regional Development and Continuing Education, MESI

Telnov Yu.F., Doctorate of Economics, Professor, Head of the Department of Applied Informatics in Economics, MESI

Tikhonov A.N., Doctorate of Engineering Science, Professor, Director of the State Scientific Research Institute of Information Technologies and Telecommunications

Uskov V.L., PhD in Engineering, Professor, co-director of the InterLabs Research Institute of Bradley University, USA

Schennikov S.A., Doctorate of Pedagogic Sciences, Professor, Rector of International Institute of Management «Link»

Будущее развитие российского образования: взгляд ректора

Как изменится российское и мировое образование в ближайшее десятилетие? Какими станут образовательная среда и образовательный путь студента? Сегодня перед университетами и перед каждым конкретным преподавателем стоят новые вызовы, соответствующие условиям быстроменяющегося информационного общества. В статье рассматриваются сегодняшние тренды развития образования, существенное влияние на которые оказывают современные социальные тенденции; приводится описание прогнозируемых путей долгосрочного развития высшей школы.

Ключевые слова: тренды развития высшего образования, открытые образовательные ресурсы, интернет-образование, новая ответственность университетов и преподавателей для устойчивого развития.

THE FUTURE DEVELOPMENT OF RUSSIAN EDUCATION: THE VIEW FROM RECTOR

How will Russian and global education change in the coming decade? What will be the educational environment and student's educational tracks? Today, the university and each individual teacher are facing new challenges related to the conditions of rapidly altering information society. The article discusses current education development trends extensively affected by the contemporary social tendencies and describes the projected paths of long-term transformation of higher school.

Keywords: trends in higher education, open educational resources, online education, new responsibilities of university and teachers for sustainable development.

Традиционная модель образования, в которой преподаватель обладал монополией на знание, а задача обучения сводилась к его трансляции, более неактуальна. Сегодня перед университетами и перед каждым конкретным преподавателем стоят новые вызовы, соответствующие условиям быстроменяющегося информационного общества.

«У российских вузов осталось лишь несколько лет, чтобы приспособиться к новым условиям, возникшим в результате всеобщего распространения интернета и появления мгновенного доступа к любой информации, — выживут только те из них, кто выдержит связанное с этим усиление конкуренции», — таково мнение главы Минобрнауки РФ Дмитрия Ливанова [1]. Руководство страны, подчеркивая необходимость перемен, разработало многочисленные программы и подготовило документы,

на которые сегодня необходимо ориентироваться вузам для их эффективной работы, среди которых в первую очередь необходимо выделить следующие:

- Указы Президента России от 7 мая 2012 г. №№ 596–606Я;
- Основные направления деятельности Правительства РФ на период до 2018 года;
- Бюджетное послание Президента РФ о бюджетной политике в 2013–2015 годах 28 июня 2012 г.;
- Распоряжение Правительства РФ № 2006-р от 29 ноября 2012 г. «План мероприятий по развитию ведущих университетов, предусматривающих повышение их конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров»;
- Дорожная карта проекта «Создание Национальной системы компетенций и квалификаций» Национальной предпринимательской

инициативы по улучшению инвестиционного климата в РФ;

- План мероприятий («дорожная карта») «Изменения в отраслях социальной сферы, направленные на повышение эффективности образования и науки»;
- Концепция долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 года;
- План мероприятий («дорожная карта») «Развитие отрасли информационных технологий»;
- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Гос. программа РФ «Развитие науки и технологий»;
- Гос. программа РФ «Доступная среда» на 2011–2015 годы;
- Гос. программа РФ «Информационное общество (2011–2020 годы)»;
- Гос. программа РФ «Развитие науки и технологий» на 2013–2020 годы;



Наталья Владимировна Тихомирова,
д.э.н., профессор,
ректор федерального
государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего профессионального
образования «Московский
государственный университет
экономики, статистики и
информатики (МЭСИ)»
Тел.: 8 (495) 442-77-77
Эл. почта: NTikhomirova@mesi.ru

Natalia V. Tikhomirova,
D.Sc. (Economics), Professor, Rector
Moscow State University of Economics,
Statistics and Informatics (MESI)
Tel.: 8 (495) 442-77-77
E-mail: NTikhomirova@mesi.ru

- Гос. программа РФ «Развитие образования» на 2013–2020 годы;
- Федеральная целевая программа развития образования на 2011–2015 годы;
- Федеральная целевая программа «Русский язык» на 2011–2015 годы;
- Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 29 декабря 2012 г. № 650 об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») «Повышение эффективности и качества услуг в сфере социального обслуживания населения (2013–2018 годы)».

Кроме этого, государство выступает с целым рядом инициатив по оптимизации сети вузов в России, по повышению показателей академической мобильности студентов и преподавателей, по внедрению процедур независимой оценки деятельности образовательных учреждений всех уровней и образовательных процессов. Также руководство страны подчеркивает необходимость приведения содержания и структуры профессионального образования в соответствие с потребностями рынка труда, развития системы оценки качества образования и востребованности образовательных услуг, внедрения и эффективного использования информационных сервисов, систем и технологий обучения, электронных образовательных ресурсов нового поколения.

Рассмотрим каждую из поставленных задач подробнее. Совершенствование структуры и сети государственных образовательных организаций высшего образования включает в себя проведение ежегодного мониторинга эффективности образовательных организаций; разработку, утверждение и реализацию программы совершенствования сети государственных образовательных организаций высшего образования, в том числе путем реорганизации и присоединения организаций и их филиалов; модернизацию системы лицензирования и аккредитации образовательных программ в системе высшего образования. Результаты оптимизации сети вузов России наглядно показывает ежегодное уменьшение их

числа: 1134 вуза в 2008 г., 1114 – в 2009 г., 1115 – в 2010 г., 1080 – в 2011 г., 1046 – в 2012 г. [2].

Совершенствование структуры образовательных программ подразумевает введение прикладного бакалавриата в высшем образовании; обеспечение высокого качества программ магистратуры; создание новой модели аспирантуры на базе образовательных организаций высшего образования, активно участвующих в научно-исследовательской работе.

Развитие кадрового потенциала высшего образования требует разработки и внедрения механизмов эффективного контракта с научно-педагогическими работниками вузов, информационного и мониторингового сопровождения введения новой кадровой политики. Также необходима разработка и внедрение механизмов эффективного контракта с руководителями образовательных организаций высшего образования в части установления взаимосвязи между показателями качества предоставляемых государственных (муниципальных) услуг организацией и эффективностью деятельности руководителя образовательной организации системы высшего образования.

Повышение результативности деятельности образовательных организаций высшего образования с учетом их специализации включает в себя обновление программ развития федеральных университетов; поддержку программ развития сети национальных исследовательских университетов; реализацию программ развития ведущих университетов, получающих государственную поддержку в целях повышения их конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров, и их мониторинг в соответствии с утвержденным планом мероприятий; реализацию программ стратегического развития образовательных организаций высшего образования.

В целях совершенствования инструментов оценки качества и образовательной политики в сфере высшего образования необходимо создание системы оценки качества подготовки бакалавров; переход

на новые принципы распределения контрольных цифр приема граждан, обучающихся за счет средств федерального бюджета; введение нормативного подушевого финансирования образовательных организаций высшего образования.

Все предпринимаемые меры должны способствовать изменениям в сфере высшего образования, направленным на повышение эффективности и качества услуг.

В условиях обостряющейся конкуренции на глобальном образовательном рынке учебным заведениям также необходимо ориентироваться на показатели мировых рейтингов. Материалы Academic Ranking of World Universities, World University Rankings [3], QS подробно описывают те области и направления деятельности, в которые сегодня вузам необходимо инвестировать средства для улучшения и упрочения своих позиций в мире. Это в первую очередь преподавательский состав: численность преподавателей, получивших нобелевскую или филдсовскую премии; численность преподавателей, входящих в 200 наиболее цитируемых академических работников мира; численность иностранных преподавателей.

Образовательную деятельность следует соотносить со следующими показателями: образовательная репутация учреждения (по результатам экспертного опроса); оценки университета по результатам обследований работодателей; число присуждаемых докторских степеней; численность выпускников, получивших нобелевскую или филдсовскую премии; соотношение численности преподавателей и студентов, численность иностранных студентов.

Немаловажная группа показателей касается научной деятельности и включает в себя: оценки университета по результатам репутационных обследований; число публикаций научно-педагогических работников вузов в научных журналах, в т. ч. «Science» и «Nature», а также публикаций в базе индекса цитирования в области естественных и социальных наук (Science Citation Index Expanded и Social

Science Citation Index), число зарегистрированных патентов; цитирование статей научно-педагогических работников вузов. Рейтинговая оценка глобальной конкурентоспособности также основывается на финансовом положении университета: его доходах и финансировании научных исследований, в т.ч. из средств корпораций и предприятий.

Основные направления деятельности российских вузов, которые должны развиваться в первую очередь, по мнению Минобрнауки РФ, условно можно поделить на четыре группы. Это, во-первых, международная репутация: академическая мобильность, участие и проведение зарубежных конференций с ведущими учеными; реальные проекты межвузовской кооперации; образовательные программы по международным стандартам, экспорт образовательных услуг. Вторая группа показателей – это университетские условия: исследовательская среда, выход на международный академический рынок и формирование критической массы ведущих преподавателей-исследователей; инструменты закрепления в вузах лучших студентов, аспирантов; создание современной инфраструктуры, оснащение вузов современным оборудованием. В-третьих, вузам необходимо стремиться к признанию значимости результатов, а для этого нужно повышать публикационную активность, ориентированную на международный академический рынок; увеличивать рост патентования и внедрения инноваций; активно кооперировать с бизнесом и осуществлять разработки в интересах компаний. Четвертая группа аспектов связана с научной деятельностью: крупномасштабными международными исследовательскими проектами и программным финансированием науки на среднесрочной и долгосрочной основе (ГПРНТ).

Первоочередные задачи для высшей школы озвучила на совещании Комиссии по развитию дополнительного профессионального образования 17 июля 2013 г. директор Департамента государственной политики в сфере подготовки

рабочих кадров и ДПО Минобрнауки Н.М. Золотарева. Необходимо формирование стандартов ИТ-оборудования и веб-технологий для образовательных учреждений с целью повышения эффективности их использования и вместе с тем определение рамок формализации этого процесса. Предстоит разработать способы и механизмы признания обучения в интернете: нормативное регулирование, аккредитация учебно-методических ресурсов образовательного учреждения и др. Нуждается в развитии сетевое взаимодействие образовательных учреждений и бизнес-сообщества в реализации непрерывного образования, в т. ч. дополнительного профессионального образования в веб-сети. Особое внимание следует уделить вопросу реализации формальных, неформальных и спонтанных (неформальных) программ непрерывного образования с активным внедрением дистанционных веб-технологий, а также расширению компетенций профессорско-преподавательского состава в области использования дистанционных технологий в учебном процессе.

В ходе совещания была поставлена еще одна немаловажная задача: необходимо обсудить пути использования конструкта Coursera в реализации интернет-образования в России, а также целесообразность разработки и внедрения русскоязычных аналогов. Напомним, что Coursera – проект профессоров Стэнфордского университета в сфере онлайн-образования, который реализуется путем размещения бесплатных образовательных онлайн-курсов в интернете. Развитие подобных проектов инициировало повсеместное распространение всеобщих открытых онлайн-курсов – Massive Open Online Courses.

Большинство участников образовательного процесса уже по праву оценили преимущества MOOCs, а это – глобальность, открытость, трансформация процесса обучения в конструктор, доступность, обратная связь. Массовые курсы открывают сотням тысяч пользователей со всего мира бесплатный доступ к

тем знаниям, которые необходимы студентам. MOOCs доступны в любом месте и на любом компьютере/ноутбуке, подключенном к интернету, что позволяет организовывать двусторонний процесс обучения и возможность получить большой объем обратной связи. Массовые курсы открывают новые перспективы и перед вузами: они помогают привлечь студентов, а затем выбрать из них лучших; позволяют сэкономить средства университетам, у которых нет возможности финансировать разработку собственного контента. Сегодня использование MOOCs в формальных учебных заведениях – это только вопрос времени. Активное развитие технологий MOOCs – это уже не далекое будущее, а наше реальное сегодня.

Такие проекты, как Coursera и EdX, можно назвать «университетами для миллиарда», и именно они окажут серьезное влияние на систему высшего образования РФ в ближайшие 5–10 лет. К такому итогу пришли участники Форсайт-Флота 2013 и сделали вывод [4]: необходимо уделять важное внимание развитию российского высшего образования с учетом растущей международной конкуренции за интеллектуальные ресурсы и российский человеческий капитал. Были сформулированы и другие тренды. В следующее десятилетие в России усилится роль высших учебных заведений исследовательского и предпринимательского типа, формирующих вокруг себя распределенные мультикластеры различных образовательных форматов, работодателей, сообществ. В ближайшие 5–10 в России будут появляться новые форматы, направленные на обеспечение прозрачности результатов и процессов в системе высшего образования. Например, могут быть сформированы «пиринговые» (peer-to-peer) системы оценки курсовых и дипломных работ, а также сформированы онлайн-рейтинги преподавателей высшей школы РФ. Если прозрачность вузовской системы не будет обеспечена, российские вузы проиграют глобальным провайдером образования, приходящим на национальный рынок. Отдельное

внимание участники Форсайт-Флота 2013 уделили развитию дополнительного образования, которое, по прогнозам, трансформируется в сферу непрерывного образования в течение всей жизни и в течение 10–15 лет станет более значимым, чем высшее образование. Это связано с тем, что в результате ускорения технологического процесса в течение жизни одного человека сменяется несколько технологических циклов. Для обеспечения конкурентоспособности кадров на рынке труда курсы и программы дополнительного образования и повышения квалификации должны стать более короткими, но более интенсивными.

В целом образование становится более пластичным, актуализированным и интерактивным, персонализированным. Возможности обучения все больше расширяют современные гаджеты: телефон, КПК, нетбук, ноутбук, планшет, электронная книга, интерактивные доски и другие. Эти устройства уже стали неотъемлемой частью жизни современных детей, которые уже рождаются с гаджетами. С их помощью они играют в виртуальные игры и головоломки, развивающие логику, осваивают в игре простейшее 3D-моделирование, изучают музыкальные инструменты, набирают текст, изучают языки, рисуют, смотрят мультфильмы, общаются с друзьями. В результате современные дети много знают, свободнее мыслят, все подвергают сомнению: если ваши мысли не убедительны, то вы проиграли. Заставить современного ребенка подчиниться – невозможно, поэтому нужно уметь доказывать и выслушивать другую сторону. Перечисленные особенности оказывают сильнейшее влияние на способность детей учиться и характер восприятия и переработки ими новых знаний. Современные школьники не могут концентрироваться более 15 минут на одной сложной задаче, они на порядок быстрее разбираются с новыми типами задач, быстро прогрессируют (за первый учебный год успевают пройти программу 1–2-го и частично 3-го класса), на 20% лучше проходят междисциплинарные тесты,

создают собственные компьютерные программы и изучают основы интернет-безопасности. Разумеется, все это требует полного изменения образовательных программ и самих принципов работы, внедрения новых видов учебных материалов.

Школам и университетам необходимо активно осваивать открытые учебники и электронные книги, применять облачные технологии, развивать обучение, основанное на применении игровых методов (геймификация). Современные инновационные вузы уже сейчас предлагают бесплатные онлайн-курсы, проводят консультации студентов с использованием высоких технологий, применяют SMS-маркетинг для связи и социальные медиа для связи с учащимися. Погружение рабочих и учебных мест в цифровое пространство – один из главных трендов развития на 2013–2017 гг. Среди других – усиление роли государства; введение жестких методов государственного регулирования деятельности образовательных учреждений и мониторинга; определение учредителем четко сформулированных требований и критериев к подведомственным образовательным учреждениям.

Целый ряд трендов касается изменения образовательных программ в соответствии с реалиями современной экономики: разработка и внедрение новых образовательных стандартов; внедрение новых уровней образования; прогнозирование, формирование заказа и анализ результата на основании реализации образовательной программы; глубокое вовлечение в формирование заказа на подготовку кадров заинтересованных сторон; акцент на удовлетворении региональных потребностей, поддержка развития региональных образовательных систем.

Некоторые из существующих сегодня трендов только усилят свои позиции: так, демографическая яма по-прежнему будет только углубляться. По данным Росстата [2], количество выпускников школ сократилось с 731 745 чел. в 2011–2012 гг. до 708 231 чел. в 2012–2013 гг. Уменьшилась и численность сту-

дентов вузов: в 2008 г. их было 7,5 млн, в 2009 г. – 7,4, в 2010 г. – 7,0, 2011 г. – 6,5, в 2012 г. – 6,1. Новые тренды развития образования также окажут влияние на деятельность и роль преподавателя. Реалии усиливают требования к педагогической деятельности, заставляют учителя быть гибким, мобильным, уметь хорошо ориентироваться в жизни.

Скорость, мобильность, информированность – эти факторы выходят на первый план во всей системе образования, более того, максимальное информирование обеспечивает конкурентоспособность в наступающей эпохе. Необходимо постоянно общаться со студентами, выбирая способы, наиболее удобные для них. Все это заставляет учебные заведения перестраивать ИТ-системы и бизнес-процессы, активно внедрять и использовать различные мобильные устройства и каналы коммуникации. Уже недостаточно просто предоставить современным молодым людям хороший сервис – нужно поразить их, а для этого необходимо быть на шаг впереди.

Обеспечить постоянный процесс получения новых знаний в современном мире способны только электронные технологии. На данный момент они являются

не только ресурсом для успешного функционирования образовательного процесса, но и гарантом трансформации университетов в инновационные научные, образовательные, культурные центры, в которых реализуются принципы «обучения в течение всей жизни», решаются задачи инновационной экономики региона и в целом страны. Только такие вузы способны отвечать основным целям современной системы образования, а это: обеспечение доступности и качества образования; подготовка компетентных и конкурентоспособных специалистов, способных адаптироваться в современном обществе и обладающих функциональной грамотностью; интеллектуальное и нравственное развитие личности, формирование критического и творческого мышления, умения работать с информацией. Решение этих задач гарантирует прогрессивное развитие сферы образования, а это, по словам В.В. Путина, «важнейшая составляющая, от эффективной реализации которой зависит будущее страны» [5].

Следующий год для образовательного сообщества, по нашим прогнозам, будет посвящен активному развитию и внедрению в образовательный процесс всеобщих

открытых онлайн-курсов. Сегодня подобные проекты стали мегапопулярными. Coursera и edX уже объединяют несколько десятков престижных учебных заведений. Курс на развитие MOOCs взяли не только Штаты, но и вся Европа. Следует отметить, что МЭСИ пока единственный российский вуз, который принимает участие в создании общеевропейской платформы MOOCs под эгидой Европейской ассоциации университетов дистанционного обучения (EADTU).

Дальнейшее развитие и распространение электронного обучения потребует совершенствования законодательства в сфере лицензирования и аккредитации. Также необходимо развитие инфраструктуры, создание экспертной платформы, профессиональная переподготовка и повышение квалификации педагогических работников. Как ни трудны поставленные задачи, но их предстоит решать. Электронное обучение в нашей стране необходимо развивать, и не потому, что это модная тенденция, – это требование самого времени и современных студентов. А залогом успеха нашей работы станет совместная деятельность государства, учебных заведений, работодателей, профессиональных сообществ и организаций.

Список литературы

1. Д.Д. Ливанова на деловом завтраке Сбербанка РФ в рамках работы Петербургского международного экономического форума [Электронный ресурс]. С.-Петербург, 21 июня. – Режим доступа: РИА «Новости»: <http://ria.ru/society/20130621/944834266.html>
2. Россия` 2013: стат. справочник / Росстат. – М., 2013. – 62 с.
3. Рейтинг Times, Thomson-Reuters [Electronic resource]. – URL: <http://www.timeshighereducation.co.uk/world-university-rankings/>
4. Материалы ФОРСАЙТ-ФЛОТ 2013: <http://foresighttrip.asi.ru/>
5. Стенограмма выступления Владимира Путина на Всероссийском молодежном форуме «Селигер-2013» [Электронный ресурс] / 14.07.2013 – 05.08.2013, Тверская область. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/transcripts/18993>

Математические модели подготовки и проверки качества освоения компетенций в образовательном процессе

В работе рассмотрена оригинальная модель проверки качества компетентностного обучения, основанная на оценке латентных переменных, в том числе и в динамике, и предлагаются методики организации групповых занятий с оценкой их качества.

Ключевые слова: образование, компетенции, математическая модель, групповые занятия, латентные переменные, Раиш-анализ.

MATHEMATICAL MODELS OF TRAINING AND EVALUATION OF COMPETENCE QUALITY ACQUISITION IN EDUCATIONAL PROCESS

The work presents an original model of competence-approach education quality evaluation, based on assessment of latent disposal variable, including dynamics. We offer methods for group work arrangement and its quality evaluation.

Keywords: education, competences, mathematical model, group work, latent disposal variables, Rush analysis

В связи с внедрением новых образовательных стандартов, одним из основных требований к образовательным методикам и технологиям является компетентностный подход [1–4]. Он предполагает не усвоение учащимися отдельных друг от друга знаний и умений, а овладение ими в комплексе. В связи с этим по иному определяется структура методов обучения, увеличивается роль практических занятий – как по объему, так и по форме. В образовательный процесс внедряются новые формы организации практических занятий: деловые игры, диспуты, «мозговой штурм», решение ситуативных задач и другие. Естественно, что компетентностный подход предполагает иные способы проверки качества проводимых занятий.

На сегодняшний день основной технологией проверки качества в образовании является тестирование. Тестирование, как средство обучения и контроля знаний, в образовательных процессах используется давно. Однако в последнее

десятилетие наблюдается явный рост популярности тестовых проверок при оценке качества знаний, что в том числе связано с информатизацией образовательных технологий и повсеместной компьютерной обеспеченностью учебного процесса.

Тестирование, несомненно, имеет ряд преимуществ по сравнению с классическими формами проверки качества знаний. Это, прежде всего, возможность автоматизировать процесс тестирования с помощью ЭВМ, что влечет удобство использования тестовых материалов, снижение трудоемкости, исключение ошибок при проверке, объективность оценивания, широкий спектр тестовых заданий по сравнению с классическими узкими экзаменационными вопросами. Кроме того, тестирование является чуть ли не единственным способом проверки знаний при дистанционном обучении, интерес к которому постоянно растет.

Среди недостатков тестирования можно отметить следующие:

1. Трудность формулировки ответов на вопросы по предметам, связанным с общими законами развития природы, общества, для которых свойственны неоднозначные ответы и двоичной логики «да/нет» – недостаточно.

2. Невозможно контролировать творческие знания.

3. Трудность выявления областей знаний, по которым тестирующийся испытывает наибольшие проблемы, и глубины знаний, что довольно легко сделать при беседе с помощью наводящих вопросов.

Авторами предлагаются оригинальные модели организации учебного процесса, включающие в себя новые методы контроля качества. Эти модели в той или иной степени исправляют описанные выше недостатки тестовых проверок. В работе рассмотрена одна из разработанных современных моделей проверки качества обучения, основанная на оценке латентных переменных, излагается новая оценочная модель, устраняющая некоторые недостатки классической, и



Сергей Алексеевич Баркалов,
д.т.н., профессор, академик РАЕН,
почетный строитель РФ,
почетный работник высшей школы
декан факультета экономики,
менеджмента и информационных
технологий, заведующий кафедрой
«Управление строительством»,
Воронежский государственный
архитектурно-строительный
университет
www.vgasu.vrn.ru
Эл. почта: Sbarkalov@nm.ru

Sergey A. Barkalov
D. Sc. in Engineering, professor,
Academician RANS honorary builder of
RF, honorary worker of higher education,
Dean of Economics, Management,
and IT Department, head of the chair
“Management of construction”, Voronezh
state architectural and construction
university
www.vgasu.vrn.ru
Email: Sbarkalov@nm.ru

предлагаются методики организации групповых занятий, позволяющие оценить качество освоения компетенций.

1. Модель освоения качества обучения, основанная на методе Раша оценки латентных переменных

Современной, развевающейся и хорошо зарекомендовавшей себя методикой тестирования в образовании является модель, основанная на Раш-анализе [5–7]. Она была предложена датским математиком Георгом Рашем (G. Rusch) в 1960-е гг. для оценки латентных показателей, и ее в последнее время активно внедряют в методики оценки качества образовательного процесса. Предпосылками для осуществления этой идеи было то, что, во-первых, такой показатель, как качество знаний, является латентной переменной [6–7], а во-вторых, модели тестирования являются вероятностными и удобными для Раш-анализа.

Приведем основные понятия предлагаемой модели [6]. В качестве итоговой оценки качества знаний служит латентная, или скрытая, переменная, которая явно не измеряется, но каким-то образом проявляет себя, что можно зафиксировать с помощью регистрируемых переменных, которые называются индикаторными. Единицей измерения латентных переменных являются логиты, некоторые безразмерные величины, которые можно перевести потом в любую другую шкалу. Необходимо подчеркнуть, что шкала измерения латентных переменных на основе модели Раша является линейной и интервальной, что позволяет использовать широкий класс процедур статистического анализа. Кроме того, в интервальной шкале начало отсчета (точка «0») не фиксировано, и с помощью линейных преобразований легко перевести оценки измерений в логитах в другие оценки, например, в баллы. Чаще всего за нуль логитов принимается среднее значение оценок индикаторных переменных.

Модель Раша опирается на четкие и конструктивные понятия

«трудность задания» и «уровень подготовленности». Так, одно задание считается более трудным, чем другое, если вероятность правильного ответа на первое задание меньше, чем на второе, независимо от того, кто их выполняет. Аналогично более подготовленный студент имеет большую вероятность правильно ответить на все задания, чем менее подготовленный. Эти свойства следуют непосредственно из модели.

Пусть в тестировании участвуют n субъектов и тест состоит из m вопросов (дидактических единиц). В задачах тестирования наиболее простой и наглядной является ситуация, когда ответы на индикаторные переменные (тестовые задания) варьируются на двух уровнях: «правильные» – 1 или «неправильные» – 0. Согласно модели Раша вероятность p_{ij} правильного ответа i -го тестируемого на j -е задание определяется логистической функцией

$$p_{ij} = \frac{e^{\theta_i - \beta_j}}{1 + e^{\theta_i - \beta_j}}, \quad (1)$$

где θ_i – уровень знаний i -го студента (в логитах);

β_j – трудность j -го задания (в логитах).

Из приведенной формулы следует, что при $\theta_i = \beta_j$, т.е. когда уровень знаний студента равен трудности задания, вероятность правильного ответа $p_{ij} = 1/(1+1) = 0,5$. Если уровень знаний студента значительно превышает трудность задания, т.е. $\theta_i \gg \beta_j$, то вероятность правильного ответа будет стремиться к 1, но никогда не будет равна 1. Таким образом, эта вероятностная модель допускает, что даже отличник может ответить неправильно на очень легкое задание (правда, вероятность неправильного ответа очень мала). С другой стороны, если трудность задания значительно превосходит уровень знания студента, т.е. $\theta_i \ll \beta_j$, то вероятность правильного ответа будет стремиться к 0, но никогда не будет равна 0. Следовательно, даже в такой ситуации модель допускает небольшую вероятность правильного ответа. Это означает, что модель является достаточно гибкой и



Сергей Игоревич Моисеев,
к.ф.-м.н., доцент
Автономная образовательная
негосударственная организация
высшего профессионального
образования
«Институт менеджмента,
маркетинга и финансов»
<http://www.immf.ru/>
Эл. почта: mail@moiseev.su

Sergey I. Moiseev,
PhD in Physics and Mathematics,
Associate Professor
Autonomous educational non-government
institution of higher professional
education "Institute of management,
marketing, and finance"
<http://www.immf.ru/>
Email: mail@moiseev.su

позволяет описывать широкий круг ситуаций.

Ставится задача на основании результатов тестирования оценить параметры θ_i и β_j . Она решается методом максимального правдоподобия (МП-метод) [5].

Исходными данными будет являться матрица:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если тестируемый } i \\ & \text{правильно ответил на} \\ & \text{задание } j; \\ 0, & \text{если тестируемый } i \\ & \text{неправильно ответил на} \\ & \text{задание } j. \end{cases} \quad (2)$$

Функция правдоподобия, из максимизации которой находятся искомые параметры (логиты), равна вероятности того, что все теоретические вероятности ответов на вопросы в совокупности по вероятности приближаются к эмпирическим вероятностям (1) ответов на эти вопросы. То есть параметры выбираются так, чтобы было наибольшее статистическое приближение $p_{ij} \rightarrow x_{ij}$.

Для решения задачи существуют различные математические программные продукты, например Winsteps, RUMM 2020, Facets, Quest, ConQuest, Summary и др.

Отметим еще одно достоинство представленной модели. Используемая классическая балльная система тестирования не является линейной относительно сложности тестовых заданий. Например, при сдаче ЕГЭ для школьника достаточно легко поднять свой уровень знаний с 50 до 60 баллов, а для поднятия на те же 10 единиц, но с 80 до 90 баллов требуется приложить намного больше усилий и усвоить больше материала. А шкала логитов является линейной.

Однако у данного подхода существует и ряд существенных недостатков.

Главным недостатком такого подхода является ограниченность использования исходных данных. Выборка x_{ij} должна быть двоичной и равной 1 (вероятность включения) либо 0 (не включается). Это ограничение не позволяет применять методику для заданий, ответ на которые может быть дан частично. Однако при

оценке компетенций предполагает возможность неполного выполнения тестовых заданий и множество x_{ij} должно быть нечетким. В какой-то мере данная проблема решена [6, 8, 9] путем введения политомических индикаторных переменных x_{ij} , которые могут принимать значения $x' = 0, 1, \dots, m$, имеющие смысл уровня выполнения задания, для которых должны быть определены $\tau_{x'i}$ – относительные трудности x' -й градации i -го задания. Тогда вероятность выбора i -го испытуемого варианта x для j -го задания:

$$P(x_{ij} = x) = p_{ij} = \frac{e^{-\tau_{i1} - \tau_{i2} \dots - \tau_{ix} + x(\theta_i - \delta_j)}}{\sum_{x'=0}^{m_i} e^{-\tau_{i1} - \tau_{i2} \dots - \tau_{ix'} + x'(\theta_i - \delta_j)}}. \quad (3)$$

Однако данный подход не позволяет в полной мере использовать тесты с непрерывной оценкой результата и значительно усложняет вычислительную часть задачи.

Вторым существенным недостатком является то, что для практического использования Раш-анализа необходимо специальное программное обеспечение.

Эти недостатки в полной мере исправляет предлагаемая далее модель.

2. Модель оценки латентных переменных, основанная на методе наименьших квадратов

Предлагается кардинально новый подход в расчете оценок логитов, согласно которому МП-метод заменяется методом наименьших квадратов (МНК): *параметры θ_i и β_j модели (1) выбираются так, чтобы сумма квадратов отклонений эмпирических данных (2) от расчетных вероятностей (1) была наименьшей.*

Задача сводится к минимизации остаточной суммы:

$$S(\theta_i, \beta_j) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (x_{ij} - p_{ij})^2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left(x_{ij} - \frac{e^{\theta_i - \beta_j}}{1 + e^{\theta_i - \beta_j}} \right)^2 \rightarrow \min. \quad (4)$$

В случае нормирования логитов и установки начала отсчета на средние значения логитов, целевая



Наталья Сергеевна Кочерга,
Аспирант,
Московский государственный
университет экономики, статистики
и информатики (МЭСИ)
www.mesi.ru
Эл. почта: skonna@mail.ru

Natalia S. Kocherga,
Post-graduate student,
Moscow State University of Economics,
Statistics and Informatics (MESI)
www.mesi.ru
Email: skonna@mail.ru

Тестируемый	Тестовое задание														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0
2	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0
3	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0
4	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1
5	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0
7	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1
8	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0
9	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1

функция (4) дополняется системой ограничений:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^m \theta_i = 0; \\ \sum_{j=1}^n \beta_j = 0. \end{cases} \quad (5)$$

Основное преимущество данной модели в том, что в качестве эмпирических данных в ней вместо (2) можно использовать нечеткое множество x_{ij} , имеющее смысл степени решения i -м студентом j -го задания, которая измеряется непрерывно от 0 до 1. Данный подход позволит использовать модель для анализа степени освоения компетенций, которые во многих методиках измеряются по непрерывным и дискретно-непрерывным шкалам. Кроме того, для практического решения задачи не нужны специальные программы. Предлагаемая модель, основанная на МНК, представляет собой классическую задачу нелинейного программирования с целевой функцией (4) и ограничениями (5), численное решение которой возможно с помощью множества прикладных программ [10].

Рассмотрим методику решения задачи в MS Excel на примере.

Пример. Пусть 9 студентов проходили тестирование по 15 тестовым вопросам. Для сравнения с классическим Раш-анализом данные представляют собой четкое множество (ноль или единица), однако ничего не мешает в качестве данных использовать и дробные значения. Результаты тестирования отражены в табл. 1.

Рассмотрим методику нахождения МНК оценок θ_i и β_j на ЭВМ в MS Excel. Исходные данные вносим в электронную таблицу в ячейки В3-Р11, ячейки А3-А11 выделяем под переменные θ , В1-Р1 – под переменные β , в эти ячейки в первом приближении вносим произвольные числа, например единицы. Квадраты отклонений суммы (4) определяем в ячейки В13-Р21. Для этого в В13 вносим формулу = (В3 – EXP(\$A3 – B\$2)) / (1 + EXP(\$A3 – B\$2))^2 и с помощью автозаполнения распространяем ее на ячейки В13-Р21. Целевая функция (4) заносится в ячейку В23 в виде формулы = СУММ(В13 : Р21). Полу-

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1																
2	$\theta_i \beta_j$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0
4	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0
5	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0
6	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1
7	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
8	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0
9	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1
10	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0
11	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
12																
13		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
14		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
15		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
16		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
17		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
18		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
19		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
20		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
21		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
22																
23	Целевая	33,75														

Рис. 1. Данные для решения задачи МНК в Excel

Таблица 2.



Соловьева Елена Валентиновна,
аспирант,
Воронежский государственный
архитектурно-строительный
университет
www.vgasu.vrn.ru
Эл. почта: delema88@mail.ru

Elena V. Solovyeva,
Post-graduate student,
Voronezh state architectural and
construction university
www.vgasu.vrn.ru
Email: delema88@mail.ru

Оценки θ

МНК	0,20	1,58	0,84	1,74	0,43	1,25	1,83	1,26	0,99
МП метод	-0,71	0,42	-0,13	0,42	-0,71	0,14	0,71	0,14	-0,13

Оценки β

МНК	0,85	0,28	0,93	0,86	0,00	0,33	0,28	1,43	1,87	2,02	1,31	2,70	1,34	1,42	1,42
МП метод	-0,13	-0,67	-0,25	-0,15	-1,32	-0,65	-0,68	0,17	0,71	0,7	0,26	1,19	0,28	0,2	0,34

чается таблица исходных данных, изображенная на рис. 1.

Затем вызывается надстройка Excel Поиск решения (Solver Add – in) с адресацией на целевую функцию B23 и условием минимизации. При необходимости можно добавить ограничения (5). После выполнения расчетов в ячейках B3-R11 и A3-A11 отображаются оценки параметров θ_i и β_j , по которым можно рассчитать вероятности выполнения студентами заданий (1).

Данную задачу можно решить и с использованием других пакетов прикладных математических программ, например MathCad, Mathematica, MathLab, Maple и др.

Оценки параметров θ_i и β_j , полученные МП-методом (начало отсчета – среднее значение) и МНК (начало отсчета – 0, разные начала отсчета выбраны для лучшей визуализации результатов), для приведенных данных приведены в табл. 2 и на рис. 2.

Видно, что оценки хорошо коррелируют друг с другом. Коэффициент корреляции Пирсона [7] между оценками θ и β , полученными МП-методом и методом МНК, для приведенных данных составляет 0,97 и 0,96. Авторами были проведены расчеты для большого числа различных матриц x_{ij} различного размера и везде получена высокая корреляция. Однако можно наблюдать и расхождения оценок

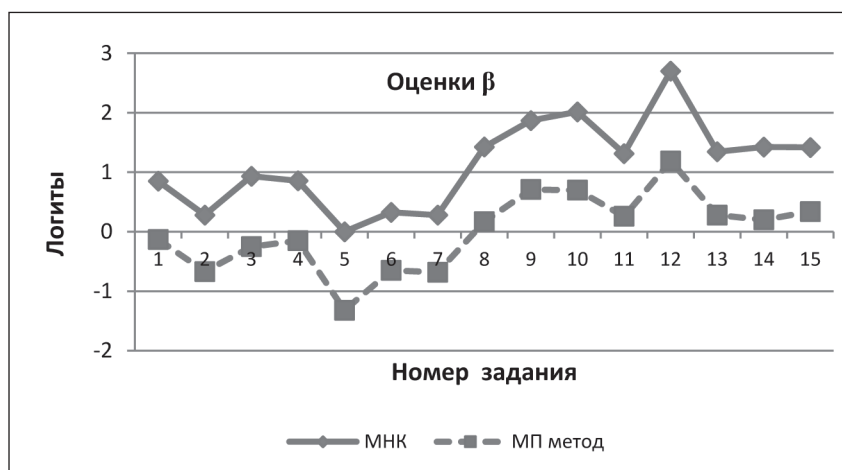
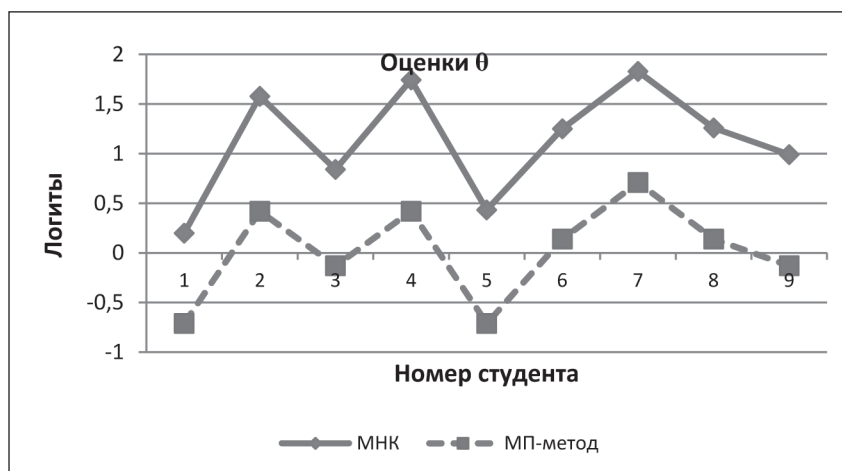


Рис. 2. Оценки параметров, полученные МП-методом и МНК

параметров разными методами. Так, видно, что МП-метод дает более высокую сложность задания № 4 по сравнению с № 3, а также 15-го задания по сравнению с 14-м, в то же время оценки по МНК противоположные. Какой метод дает более объективные оценки – вопрос пока открытый.

Следует отметить, что авторами была предпринята попытка решить данную задачу методом абсолютных отклонений, когда целевая функция принимала вид:

$$S(\theta_i, \beta_j) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n |x_{ij} - p_{ij}| = \\ = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left| x_{ij} - \frac{e^{\theta_i - \beta_j}}{1 + e^{\theta_i - \beta_j}} \right| \rightarrow \min,$$

однако данная модель при численном решении показала плохую сходимость, и ее использование кажется нецелесообразным.

Предлагаемая методика обработки тестовых заданий позволяет использовать методику непрерывного контроля качества обучения, описанную ниже.

3. Динамическая модель контроля качества

Рассмотрим ситуацию, что при проведении обучения постоянно проводится контроль качества усвоения знаний по дидактическим единицам курса. При каждой тестовой проверке формируется матрица (2), позволяющая производить контроль качества на данном этапе. Однако часто нужно иметь некоторый интегральный показатель степени подготовленности учащихся по всем дидактическим единицам и уровня сложности дидактических единиц, который бы учитывал результаты всех тестов в совокупности. Такие показатели в обучении принято называть рейтингом учащихся по дисциплине. Методика обработки результатов тестирования, описанная в предыдущем разделе, позволяет решать подобные задачи. Простейшей (но не единственной) моделью оценки качества обучения в этом случае является формирование единой матрицы результатов тестирования, построенной с применением весовых коэффициентов.

Пусть обучение проводится в r этапов, и на каждом предусмотрено промежуточное тестирование, на k -м этапе тестирования получена матрица результатов (2) вида $x_{ij}^{(k)}$. Важность данного этапа определяется весовым коэффициентом $W^{(k)}$. Тогда итоговую матрицу с обобщенными результатами тестирования можно построить по формуле

$$x_{ij} = \sum_{k=1}^r x_{ij}^{(k)} \cdot W^{(k)}.$$

Данная матрица будет содержать произвольные значения от 0 до 1, и ее можно обработать методикой, описанной в предыдущем разделе.

4. Организация и оценка качества групповых занятий

В основе одной из методик контроля освоения компетенций лежат групповые задания, когда учащиеся создают группы, которые выполняют некоторые общие комплексные задачи.

Как правило, групповое задание содержит несколько работ, каждую из которых может выполнить как один, так и несколько учащихся. Авторами предлагаются три методики организации выполнения групповых заданий, в основе которых лежат рассмотренные модели оценки латентных переменных.

1) Формирование рабочих коллективов – когда группа учащихся разбивается на подгруппы с различной степенью ответственности и внутри каждой подгруппы определяются роли участников.

2) Случай индивидуального выполнения группового задания – когда каждому участнику поручается только одна работа и каждую работу может выполнить только один участник.

3) Случай совместного выполнения работ группового задания – когда одну работу могут делать сразу несколько учеников и один ученик может участвовать в нескольких работах.

4.1. Случай формирования рабочих коллективов

Пусть число работ в задании m , а число учеников в группе n .

На первом этапе выполняется опрос или тестирование, позво-

ляющее предварительно оценить, может ли каждый участник выполнить каждое задание. В простейшем случае это может быть опрос, где каждый ученик ставит отметку о том, может ли он или не может уверенно выполнить каждую работу. В другом варианте это может быть тест из заданий, определяющий способности учеников выполнять работы.

В результате получаем матрицу (2), построенные по ней Раш-оценки уже можно использовать для выявления сильных и слабых учеников и сложных и легких заданий. Вероятности (1) показывают оценки возможностей учащихся выполнять конкретные работы, но не всего задания в целом, кроме этого, нет оценки такого итогового показателя, как вероятность выполнения задания всей группой.

Далее предлагаются оригинальные продолжения методики оценивания, устраняющие эти недостатки. В основе первой модели, позволяющей разделить группу участников на подгруппы с разной ответственностью и ролями, лежит модель, основанная на *теории парных матричных игр* [11–14].

Согласно модели группа тестируемых играет роль игрока А, выигрыш которого максимизируется. В качестве платежной матрицы игры выступает матрица вероятностей p_{ij} (1). Одним из общих методов решения игровых задач является приведение модели к задаче линейного программирования [14–17]. Вводим некоторые переменные x_i , $i = 1, 2, \dots, n$, для которых составляется целевая функция и ограничения вида:

$$\sum_{i=1}^n x_i \rightarrow \min; \\ \sum_{i=1}^n p_{ij} x_i \geq 1, \quad j = 1, 2, \dots, m; \\ x_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (6)$$

Из решения (6) находим оптимальные значения переменных x_i^* , на основании которых определяем цену игры: $v = \frac{1}{\sum_{i=1}^n x_i^*}$ и вероятности стратегий в смешанной: $P_i = vx_i^*$.

Данные вероятности можно интерпретировать как оптимальные доли участия учеников в общем задании, или, по-другому, как степень доверия ученику, его надежность. Однако следует заметить, что, если игровые стратегии не активные и их вероятности равны нулю, это не означает, что ученику нельзя доверять совсем, просто в оптимальной стратегии ему стоит доверять наименее ответственные роли. Цена игры v имеет смысл при вероятности всей группе выполнить все задание целиком.

Еще одно преимущество данного подхода заключается в следующем. Согласно теореме об активных стратегиях теории матричных игр [11, 14], *если один из игроков придерживается своей оптимальной смешанной стратегии, то выигрыш остается неизменным и равным цене игры v , если второй игрок не выходит за пределы своих активных стратегий*. Перекладывая смысл теоремы на представленную модель, можно сделать вывод, что полученные результаты и вероятность выполнить все задание не будут зависеть от того, какие работы будут содержаться в задании, что позволяет использовать полученные оценки априори, еще не зная, какие работы войдут в групповое задание.

Следует отметить, что данный подход позволяет разбить группу учащихся на подгруппы. Из решения игровой задачи выделяется первая, самая ответственная группа, которой соответствуют активные стратегии игровой задачи, вероятности P_i , которых отличны от нуля. Затем из оставшихся учеников вновь составляется задача теории игр, решение которой позволяет выделить очередную активную группу, но уже с меньшей ответственностью, и т.д. При большом количестве участников это позволяет создать иерархию малых групп, среди которых производится распределение ролей с разной ответственностью – руководители, контролеры, исполнители, помощники и т.д., т. е. моделируется коллектив реальной организации.

4.2. Случай индивидуального выполнения работ группового задания

Рассмотрим случай, когда имеется n учеников (исполнителей), которым нужно выполнить n работ. При этом на одну работу назначается один исполнитель и один ученик может выполнять только одну работу. Нужно так распределить учеников по работам, чтобы суммарная вероятность выполнения всего задания была максимальна.

Из постановки задачи очевидно, что имеем типичную **задачу о назначениях** [16–18]. На первом этапе получают Раш-оценки так же, как и в предыдущем разделе. В качестве матрицы выигрышей с максимальной стоимостью будем использовать матрицу вероятностей (1) (но она должна быть квадратной). Задачу аналитически обычно решают Венгерским методом [18], однако, как и в предыдущем пункте, приведем ее общее решение путем сведения к задаче линейного программирования.

Обозначим за y_{ij} матрицу назначений, которая определяется как:

$$y_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-й ученик будет} \\ & \text{выполнять задание } j; \\ 0, & \text{если } i\text{-й ученик не будет} \\ & \text{выполнять задание } j. \end{cases}$$

Тогда математическая модель задачи будет иметь вид:

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_{ij} y_{ij} \rightarrow \max; \\ & \begin{cases} \sum_{i=1}^n y_{ij} = 1, & j = 1, 2, \dots, n; \\ \sum_{j=1}^n y_{ij} = 1, & i = 1, 2, \dots, n; \\ y_{ij} \geq 0, & y_{ij} - \text{целое}, \\ i = 1, 2, \dots, n, & j = 1, 2, \dots, n. \end{cases} \quad (7) \end{aligned}$$

Решение поставленной задачи будет давать оптимальное распределение учеников по работам группового задания. Оценку вероятности выполнения всего группового задания в этом случае также можно получить, но она будет зависеть от структуры задания. Известны вероятности выполнения каждой работы задания. Это значения матрицы

вероятностей (1), соответствующие единицам матрицы назначений y_{ij} . На основании них вычисляется итоговая вероятность. Например, если срыв хотя бы одной работы ведет к невыполнению всего задания, то итоговая вероятность равна единица минус произведение вероятностей невыполнения работ. В простейшем случае можно в качестве оценки использовать среднее значение из вероятностей выполнения всех работ.

4.3. Случай совместного выполнения работ группового задания

Рассмотрим теперь общую ситуацию, когда каждый участник может выполнять каждую из работ (в той или иной доле) и каждую работу делают все участники (также в определенной доле). Эти доли можно рассчитать, используя подход решения **транспортной задачи** [14–17], но с максимизацией результата. Матрица y_{ij} вводится аналогично задаче о назначениях, но она не будет дискретной и ее значения будут иметь смысл доли участника i в работе с номером j . За исходные данные вновь берем матрицу вероятностей (1). Математическая модель задачи для числа участников, равного числу работ, будет:

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_{ij} y_{ij} \rightarrow \max; \\ & \begin{cases} \sum_{i=1}^n y_{ij} = 1, & j = 1, 2, \dots, n; \\ \sum_{j=1}^n y_{ij} = 1, & i = 1, 2, \dots, n; \\ y_{ij} \geq 0, & i = 1, 2, \dots, n, & j = 1, 2, \dots, n. \end{cases} \quad (8) \end{aligned}$$

Как видно, модель (8) отличается от (7) отсутствием условия целочисленности переменных. Решение задачи в Excel аналогично решению задачи о назначениях, но в ограничениях на рис. 4 будет отсутствовать третье условие. Оптимальное значение целевой функции имеет смысл при сумме вероятностей выполнения работ для всех учеников. Разделив ее на число исполнителей, получим оценку средней вероятности выполнения задания.

Следует отметить, что число учеников и работ в данной моде-

ли не обязательно должны быть равными. В таком случае модель будет основываться на открытой транспортной задаче [16] и в основных ограничениях модели (8) равенства будут изменены на неравенства.

В заключение следует отметить, что предлагаемые модели можно применять не только в образовательном процессе. Методика оценки латентных переменных может быть использована для оценок многих показателей в экономике,

социальной сфере, строительстве и других отраслях, а методы организации групповых занятий могут быть использованы для организации более эффективной работы в трудовых коллективах различного профиля.

Список литературы

1. Андреев А.Л. Компетентностная парадигма в образовании: опыт философско-методологического анализа // Педагогика. – 2005. – № 4. – С. 19–27.
2. Лебедев О.Е. Компетентностный подход в образовании // Школьные технологии. – 2004. – № 5. – С. 3–12.
3. Равен Дж. Компетентность в современном обществе: выявление, развитие и реализация / пер. с англ. – М.: Когито-Центр, 2002.
4. Хуторской А. Ключевые компетенции как компонент личностно-ориентированного образования // Народное образование. – 2003. – № 2. – С. 58–64.
5. Rasch G. Probabilistic models for some intelligence and attainment tests. – Copenhagen: Danmarks Pædagogiske Institut, 1960.
6. Маслак А.А. Измерение латентных переменных в социально-экономических системах: монография. – Славянск-на-Кубани: Изд. центр СГПИ, 2006.
7. Васильев В.И., Красильников В.В., Плакий С.И., Тягунова Т.Н. Статистический анализ многомерных объектов произвольной природы. – М.: ИКАР, 2004.
8. Andrich D. Advanced Social and Educational Measurement. – Perth: Murdoch University, 2001. – 128 p.
9. Wright B.D. Solving measurement problem with the Rasch model // Journal of Educational Measurements. – 1977. – V. 14, № 2. – P. 97–116.
10. Тюрин Ю.Н. Статистический анализ данных на компьютерах / Ю.Н. Тюрин, А.А. Макаров; под ред. В.Э. Фигурнова. – М.: ИНФРА-М, 1998.
11. Нейман Дж. фон, Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. – М.: Наука, 1970.
12. Баркалов С.А., Курочка П.Н., Колпачев В.Н. Определение внутренних цен на основе коалиционных игр // Современные сложные системы управления: сб. трудов межд. конф. – Липецк: ЛГТУ, 2001. – С. 9–13.
13. Мазалов В.В. Математическая теория игр и приложения. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2010.
14. Баркалов С.А., Белоусов В.Е., Санина Н.В. Квалиметрия: учебник. – Воронеж: Научная книга, 2013.
15. Моисеев С. И., Обуховский А.В. Математические методы и модели в экономике: учеб. пособие. – Воронеж: ИММиФ, 2007.
16. Математические основы управления проектами / под ред. В.Н. Буркова. – М.: Высшая школа, 2005
17. Акоф Р., Сасиени М. Основы исследования операций. – М.: Мир, 1971. Глава 5 Распределительные задачи: назначение и размещение ресурсов.
18. Kuhn Harold W. The Hungarian Method for the assignment problem // Naval Research Logistics Quarterly. – 1955. – № 2. – P. 83–97.

Задача параметрического синтеза систем обеспечения целостности данных в информационных системах и метод её решения

В статье рассматривается математическая модель процесса восстановления данных в информационных системах. Предлагается метод оптимизации периода регенерации копии базы данных, используемой при восстановлении информации.

Ключевые слова: контроль целостности базы данных и модель ее восстановления, точка синхронизации целостности, оптимальный интервал копирования, оптимизация и параметрический синтез систем.

THE PROBLEM OF PARAMETRIC SYNTHESIS OF SYSTEMS TO ENSURE DATA INTEGRITY IN INFORMATION SYSTEMS AND METHOD FOR ITS SOLUTION

In the article the mathematical model of the recovery process data in information systems is considered. We propose a method to optimize the regeneration copies of the database used in the recovery of information.

Keywords: control of integrity of database and model of its restoration, synchronization point integrity, the optimal interval copy, optimization and parametric synthesis of the system.

Введение

Обеспечение целостности данных является важной задачей, которую приходится решать как при разработке автоматизированных информационных систем (АИС), так и в процессе их эксплуатации. Целостность базы данных (БД) может быть нарушена в результате неисправностей в работе оборудования, программного обеспечения или неверных действий обслуживающего персонала и терминальных пользователей. В реальных условиях полностью защитить данные от ошибок или разрушения не удастся, поэтому в СУБД предусматриваются средства контроля и восстановления БД. Один из самых распространенных методов обеспечения процесса восстановления заключается в том, что через определенные интервалы времени создается копия базы данных, которая затем используется в процессе восстановления

[1, 2]. При нарушении целостности копия загружается на место БД, после чего в нее вносятся все изменения, накопленные с момента ее получения. Для накопления изменений используется так называемый системный журнал, в который заносятся тексты входных сообщений, тип изменений и адреса изменяемых данных наряду с их значениями до и после изменения. Длительность отдельного восстановления зависит от объема журнала, который, в свою очередь, определяется «возрастом» используемой копии и интенсивностью входного потока сообщений. При копировании база данных вначале проверяется с помощью специальных программ контроля, которые позволяют выявить нарушения ограничений целостности. В дальнейшем проверку целостности и получение новой копии БД будем называть точкой синхронизации целостности (ТСЦ).

Одной из проблем, связанных с восстановлением баз данных, является определение оптимального интервала между ТСЦ. Проблема заключается в том, что при более частом копировании много времени уходит на создание копий, в противном случае много времени требуется для восстановления. Поэтому при выборе интервала между ТСЦ необходимо учитывать нагрузку системы и ее надежность.

В работе рассматривается математическая модель определения оптимального интервала копирования базы данных из условия минимизации относительных потерь, измеряемых отношением производительного времени системы, т.е. времени на копирование и восстановление, к общему времени ее функционирования. Подобные проблемы обсуждались также в работах [1–4]. Рассматриваемая в настоящей статье модель является уточнением и обобщением моделей, описанных в этих работах.



Геннадий Александрович Беркетов,
к.т.н., профессор, профессор кафедры
автоматизированных систем
обработки информации и управления,
Московский государственный
университет экономики, статистики
и информатики (МЭСИ)
Тел.: 8 (495) 442-61-11
Эл. почта: GABerketov@mesi.ru

Gennady A. Berketov,
PhD in Technical Sciences, Professor,
Department of Automated Systems
of Information Processing and
Management, Moscow State University of
Economics, Statistics and Informatics
Tel.: 8 (495) 442-61-11
E-mail: GABerketov@mesi.ru



Андрей Александрович Микрюков,
к.т.н., доцент, зав. кафедрой
автоматизированных систем
обработки информации и управления,
Московский государственный
университет экономики, статистики
и информатики (МЭСИ)
Тел.: 8 (495) 442-61-11
Эл. почта: AMikrukov@mesi.ru

Andrey A. Mikrukov,
PhD in Technical Sciences, Associate
Professor, Head of Department of
Automated Systems of Information
Processing and Management, Moscow
State University of Economics, Statistics
and Informatics
Tel.: 8 (495) 442-61-11,
E-mail: AMikrukov@mesi.ru

1. Описание модели

Неисправности, возникающие при работе АИС, приводят к отказам, которые состоят в прерывании нормальной работы АИС (например, «зависание» системы) или выдаче неверных выходных данных. В дальнейшем рассматриваются только такие отказы, которые возникают в результате нарушения целостности БД и для устранения которых необходимо выполнение процедуры восстановления. При этом предполагается, что СУБД содержит необходимые программные средства для обнаружения ошибок и обеспечения процесса восстановления БД в случае отказа. К таким средствам относятся программы контроля, разгрузки, ведения системного журнала и программы восстановления [1, 2].

Рассматривается следующая схема системы восстановления (СВ). Через определенный интервал времени T производится копирование БД. Перед копированием БД проверяется с помощью программ контроля. Если при этом выявляются какие-либо нарушения целостности (ошибки), то выполняется редактирование БД с целью их устранения.

В качестве исходных данных для операции восстановления используется последняя копия БД, а также системный журнал, в котором фиксируются вносимые в БД изменения. При отказе копия загружается на место БД, после чего в нее вносятся все изменения, накопленные с момента ее получения. Заканчивается операция восстановления действиями по обработке прерванных и поступивших за время восстановления сообщений.

На рис. 1 изображена диаграмма функционирования системы восстановления. Интервал времени между двумя последовательными моментами начала выполнения ТСЦ обозначен через S и называется циклом системы восстановления. Случайная величина $v(t_i)$ равна затратам времени на восстановление системы после i -го отказа, происшедшего в момент t_i после выполнения ТСЦ. Величина ξ_i равна интервалу времени до появления отказа после очередного восстановления.

Примем следующие допущения.

1. Интервалы времени безотказной работы ξ_i являются независимыми одинаково распределенными случайными величинами с одной и той же функцией плотности вероятности $\rho_\xi(x)$.

2. Интервал времени между сообщениями, поступающими в систему, является случайной величиной со средним значением μ и стандартным отклонением δ . Сообщения, поступающие во время восстановления, накапливаются в системе и обрабатываются после его окончания.

3. Время загрузки копии БД при выполнении операции восстановления q является случайной величиной с плотностью распределения $p_q(x)$ и средним Q .

Рассмотрим интервал времени, соответствующий одному циклу системы восстановления. Через t обозначим текущее время от момента выполнения последней ТСЦ. При вычислении суммарных потерь времени на восстановление исходный процесс будем интерпретировать как процесс накопления [5], который определяется следующим образом.

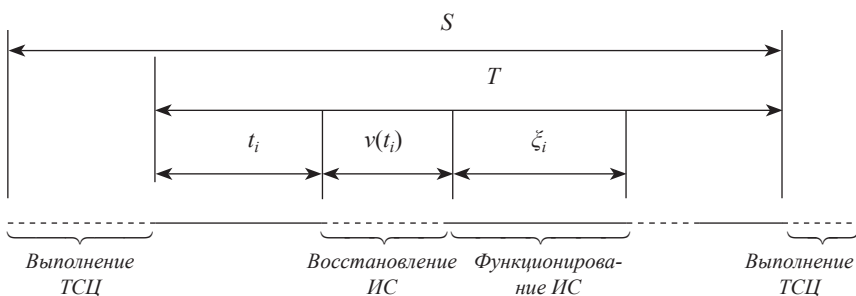
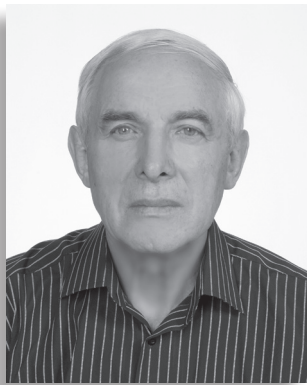


Рис. 1. Диаграмма функционирования системы восстановления данных



Анатолий Петрович Цуркин,
к.ф.-м.н., доцент, профессор кафедры
автоматизированных систем
обработки информации и управления,
Московский государственный
университет экономики, статистики
и информатики (МЭСИ)
Тел.: 8 (495) 442-61-11
Эл. почта: Apcurkin@mesi.ru

Anatoly P. Tsurkin,
PhD in Physics and Mathematics,
Associate Professor, Professor,
Department of Automated Systems
of Information Processing and
Management, Moscow State University of
Economics, Statistics and Informatics
Tel.: 8 (495) 442-61-11
E-mail: Apcurkin@mesi.ru

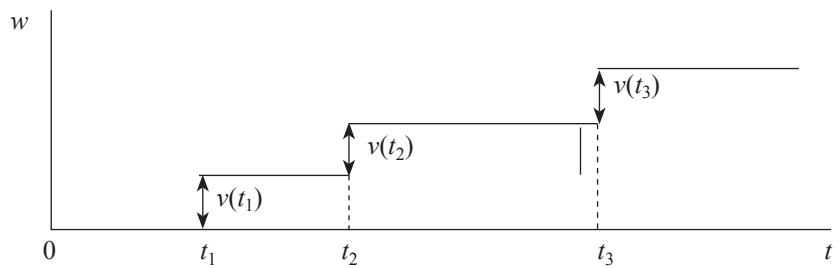


Рис. 2. Иллюстрация процесса накопления

С i -м отказом, произошедшим в момент времени t_i , свяжем случайную величину $v(t_i)$, равную затратам времени на восстановление системы после отказа; эта величина зависит от времени отказа t_i . Затем введем величину $w(t)$, определяемую равенством

$$w(t) = \sum_{i=1}^{N(t)} v(t_i),$$

где $N(t)$ – число отказов за время t . Последовательность значений $\{w(t)\}$ образует процесс накопления, иллюстрация которого представлена на рис. 2.

Средние суммарные потери времени на восстановление за период $[0, T]$, где T – время между ТСЦ, обозначим через $W(T) = M[w(T)]$. Тогда средние потери времени на копирование и восстановление на цикле S будут равны $C + W(T)$, где C – среднее время выполнения ТСЦ.

Обозначим через $R(T)$ относительные потери времени, т.е. отношение средних потерь на интервале S к средней величине самого интервала:

$$R(T) = [C + W(T)] / (C + T).$$

Задача оптимизации частоты копирования базы данных заключается в определении интервала T^* , такого, что $R(T^*) = \min R(T)$ при заданных характеристиках системы.

2. Определение оптимального интервала копирования базы данных

Для оптимизации интервала копирования БД необходимо найти выражение относительных издержек времени через заданные характеристики системы.

Рассмотрим интервал времени, соответствующий одному циклу системы восстановления. Для определения средних затрат времени на восстановление $W(T)$ необходимо найти условное распределение $p_t(x;t)$ случайного интервала времени до следующего отказа τ , при условии что предыдущий отказ произошел в момент t .

Случайная величина τ может быть представлена в виде $\tau = v(t) + \xi$, где ξ – длительность безотказной работы ИС после восстановления. В свою очередь, $v(t) = q + z(t)$, где q – время загрузки копии БД, $z(t)$ – затраты времени на обработку журнала и внесения соответствующих изменений в копию БД при отказе в момент t . Таким образом, $\tau = q + z(t) + \xi$. Так как плотности распределения случайных величин q и ξ предполагаются известными, для определения $p_t(x;t)$ необходимо найти лишь плотность распределения величины $z(t)$. В соответствии с принятым допущением интервалы времени между моментами поступления сообщений в систему являются независимыми, одинаково распределенными величинами со средним значением μ и стандартным отклонением δ . Известно [5], что в этом случае число сообщений $m(t)$, поступивших за время t , будет иметь асимптотически нормальное распределение со средним t/μ и дисперсией $\delta^2 t/\mu^3$. Так как предполагается, что средняя наработка на отказ $\xi_0 = M[\xi]$ значительно превышает величину μ , действительное распределение для $m(t)$ можно аппроксимировать асимптотическим распределением. Обозначим через m число сообщений, обрабатываемых за единицу времени при повторной обработке в процессе восстановления. Тогда

$$p_z(x;t) = \frac{m\mu\sqrt{\mu}}{\delta\sqrt{2\pi t}} \exp\left[-\frac{m^2\mu^3(x-t/m\mu)^2}{2\delta^2 t}\right].$$

Условная плотность распределения случайной величины τ при фиксированном t определяется сверткой

$$p_\tau(x;t) = \int_{-\infty}^{+\infty} p_z(y,t)p_q(u-y)p_\xi(x-u)\delta y\delta u, \quad (1)$$

или в более краткой записи:

$$p_\tau(x;t) = p_z(x;t)*p_q(x)*p_\xi(x).$$

Перейдем теперь к выводу соотношения для средних затрат времени на восстановление $W(t)$ за период $[0, t]$. Введем в рассмотрение функцию плотности восстановления $h(t) = H'(t)$, где $H(t) = M[N(t)]$, $N(t)$ – число отказов за время t . Плотность восстановления можно найти, разрешив интегральное уравнение

$$h(t) = p_\xi(t) + \int_0^t p_\tau(t-u;u)h(u)du, \quad (2)$$

вывод которого приводится в приложении.

Из определения $h(t)$ следует, что приращение $\Delta W(t)$ функции $W(t)$ на отрезке $[t, t + \Delta t]$ равно

$$\Delta W(t) = V(t)h(t)\Delta t + o(\Delta t), \quad (3)$$

где $V(t) = Q + t/m\mu$ – средние затраты времени на устранение отказа, произошедшего в момент t .

Разделив обе части равенства (3) на Δt и переходя к пределу при $\Delta t \Rightarrow 0$, получим уравнение

$$W'(t) = V(t)h(t) \quad (4)$$

Учитывая, что $W(0) = 0$, можно записать

$$W(t)' = \int_0^t V(x)h(x)dx. \quad (5)$$

Относительные потери времени на копирование и восстановление на цикле СВ вычисляются по формуле

$$R(T) = [C + W(T)] / (C + T). \quad (6)$$

На рис. 3–5 изображен вид графиков функций $W(T)$, $R_1(T) = C / (C + T)$, $R_2(T) = W(T) / (C + T)$, полученных в результате численного моделирования для пуассоновского потока отказов и экспонен-

циально распределенного времени загрузки копии БД. В большинстве случаев явное выражение для $R(T)$ либо не удается получить, либо оно имеет громоздкий, малоприспособный для практического использования вид. Поэтому для нахождения $R(T)$ и поиска экстремума следует использовать численные методы.

Уравнение (2) является уравнением Вольтерра второго рода, численные методы решения которых известны. Для вычисления интеграла (5) можно использовать метод механических квадратур.

3. Приближенная формула для оценки оптимального интервала копирования

Приведенный в предыдущем разделе способ оптимизации интервала копирования БД требует применения численных методов, поэтому представляет интерес вывод приближенной формулы, дающей решение задачи в явном виде.

Обозначим, как и прежде, через t время после очередной регенерации копии БД. Предположим, что отказы происходят в моменты

$$t_1 = \tau_1, t_2 = t_1 + \tau_2, t_3 = t_2 + \tau_3, \dots$$

где τ_i – интервал времени между двумя последовательными отказами.

Будем считать, что $\tau_i = \xi_i, i \geq 1$, т. е. при определении длительности интервалов между отказами время восстановления не учитывается. В этом случае τ_1, τ_2, \dots являются независимыми случайными величинами с одной и той же плотностью распределения $p_\xi(x)$. Обозначим через $\tilde{N}(t)$ число отказов за период $[0, t]$ в рассматриваемом процессе. Поскольку процесс $\tilde{N}(t)$ является простым процессом восстановления [5], то для него выполняется соотношение

$$h(t) \sim 1/\xi_0, \text{ при } t \rightarrow \infty,$$

где $h(t)$ – функция плотности восстановления, ξ_0 – средняя наработка на отказ. Как и прежде, с i -м отказом будем связывать величину $v(t_i) = z(t_i) + q$, равную *затратам* времени на отдельное восстановление БД. Стохастический процесс накопления

$$\tilde{\omega}(t) = \sum_{i=1}^{\tilde{N}(t)} v(t_i)$$

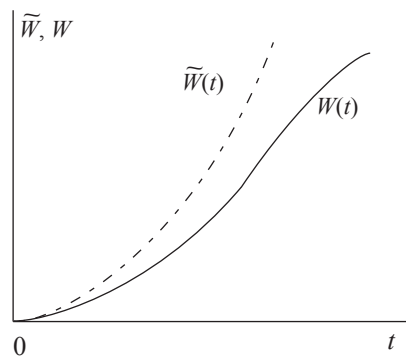


Рис. 3. Графики функций средних затрат на восстановление (приближенной и точной)

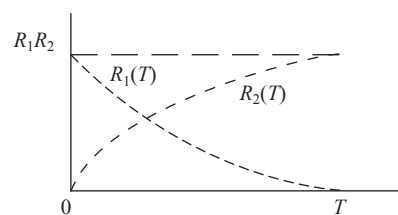


Рис. 4. Графики относительных потерь времени на копирование и восстановление

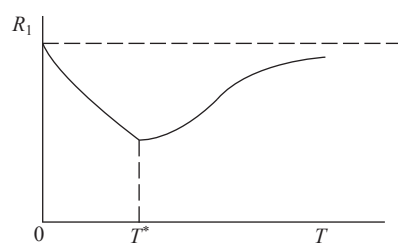


Рис. 5. Относительные потери времени на копирование и восстановление

приближенно описывает суммарные потери времени на восстановление за период $[0, t]$. Подставим в уравнение (4) вместо плотности восстановления для процесса $\tilde{N}(t)$ ее асимптотическое значение, получим

$$\tilde{W}'(t) = \frac{1}{\xi_0} V(t), \quad \tilde{W}(0) = 0, \quad (7)$$

где $V(t) = M[v(t)] = t/m\mu + Q$.

Интегрируя (7), найдем оценку для средних затрат времени на восстановление

$$\tilde{W}(t) = \frac{1}{2} \alpha t^2 + \beta t, \quad (8)$$

где $\alpha = 1/m\mu\xi_0, \beta = Q/\xi_0$.

Вид графика функции $\tilde{W}(t)$ представлен на рис. 3. Для иллюс-

трации характера отклонения $\tilde{W}(t)$ от $W(t)$ графики этих функций совмещены.

Относительные потери на цикле системы восстановления будут оцениваться величиной

$$\tilde{R}(T) = [C + \tilde{W}(T)] / (C + T).$$

Разрешив уравнение $\tilde{R}'(T) = 0$, найдем оценку для оптимальной величины интервала копирования

$$T = \frac{1}{\alpha} (\sqrt{\alpha^2 C^2 + 2\alpha C(1-\beta)} - \alpha C). \quad (9)$$

Очевидно, что $T < T^*$. Относительная ошибка $\delta = (T^* - T) / T^*$ будет небольшой, если $E = \tilde{W}(T) / T \leq 0,1$.

При нарушении этого условия ошибка быстро возрастает.

Заключение

В настоящей работе рассмотрена задача определения оптимального интервала T^* между моментами получения копий БД, используемых в процессе восстановления. Исследована схема, при которой восстановление БД осуществляется в результате актуализации последней из полученных копий. При актуализации копии используется информация о происшедших изменениях в БД, накапливаемая в системном журнале. Выбор оптимального интервала копирования производится по критерию минимума относительных потерь, определяемых как отношение времени на копирование и восстановление к общему времени функционирования системы. При определении

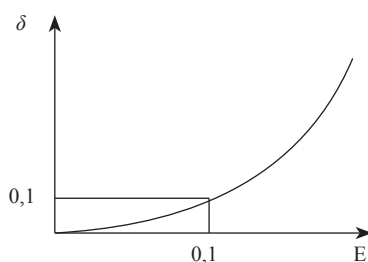


Рис. 6. График относительной ошибки для приближенной формулы определения интервала копирования

оптимального интервала копирования учитываются характеристики надежности системы и интенсивность ее нагрузки.

Рассмотренная в работе математическая модель процесса восстановления отличается от известных тем, что вместо пуассоновских потоков отказов в ней рассматриваются более общие потоки Пальма. В модели также учитывается зависимость затрат времени на восстановление от момента возникновения отказа.

Приближенное значение оптимального интервала копирования может быть определено по формуле (9). В предположении, что поток отказов является пуассоновским, аналогичная формула была указана ранее в работе [3]. Качество приближения иллюстрируется на рис. 6, где показана зависимость относительной ошибки приближенной формулы δ от относительных потерь на восстановление E , полученная в результате численных экспериментов.

Предлагаемый в работе метод определения накладных расходов

на организацию восстановления и оптимального интервала копирования БД может быть использован как при разработке АИС, так и в процессе их эксплуатации.

Приложение

Рассмотрим вывод интегрального уравнения (2).

Приращение функции $H(t)$ на элементарном отрезке $[t, t + \Delta t]$ равно вероятности отказа на этом отрезке. Введем два события:

A – на отрезке $[t, t + \Delta t]$ произошел отказ и $N(T) = 0$;

B – на отрезке $[t, t + \Delta t]$ произошел отказ, причем $N(T) \geq 1$.

Тогда $\Delta H = H(t + \Delta t) - H(t) = P(A) + P(B)$. Вероятность того, что первый отказ произойдет в промежутке $[t, t + \Delta t]$, будет равна $P(A) = \rho_\xi(t)\Delta t + o(\Delta t)$.

Определим условную вероятность того, что в промежутке $[t, t + \Delta t]$ произошел очередной отказ при условии, что предыдущий отказ произошел в точке и $(0 < u < t)$. Она равна

$$\rho_t(t - u; u)\Delta t + 0(\Delta t).$$

Тогда справедливо равенство

$$\text{Следовательно,} \\ \Delta H(t) / \Delta t = \rho_\xi(t) +$$

$$+ \int_0^t \rho_t(t - u; u)h(u)du + o(\Delta t) / \Delta t.$$

Переходя к пределу при $\Delta t \rightarrow 0$, получим искомое соотношение:

$$h(t) = \rho_\xi(t) + \int_0^t \rho_t(t - u; u)h(u)du.$$

Список литературы

1. Гультяев А.К. Восстановление данных. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 379 с.
2. Беркетов Г.А., Микрюков А.А., Федосеев С.В. Способ восстановления целостности базы данных // Сборник научных трудов XIII научно-практической конференции «Реинжиниринг бизнес-процессов на основе современных информационных технологий. Системы управления процессами и знаниями», г. Москва, 2010. – С. 61–64.
3. Беркетов Г.А., Микрюков А.А., Федосеев С.В. Модель подсистемы восстановления целостности базы данных // Сборник трудов V Международной научно-практической конференции «Информационные и коммуникационные технологии в образовании, науке и производстве», г. Протвино Моск. обл., 2011. – С. 79–83.
4. Беркетов Г.А., Микрюков А.А., Федосеев С.В. Задача обеспечения целостности данных в процессе функционирования информационной системы // Сборник трудов научно-практической конференции «Инновации в условиях развития информационно-коммуникационных технологий». Инфо-211, г. Сочи, 2011 г. – С. 196–199.
5. Вентцель А.Д. Курс теории случайных процессов. – М.: Наука, 1975. – 320 с.

Необычные математические часы, или Обратная задача коммивояжера

В статье рассмотрены некоторые математические задачи, связанные с часами. Показано, как можно использовать часы на занятиях по математике для иллюстрации некоторых математических задач.

Ключевые слова: часы, простые числа, задача коммивояжера, Mathcad, Первое апреля

Unusual Maths clock or Reverse Traveling Salesman Problem

The article discusses some of the mathematical problem, attached to the clock. We show how to use the clock in the classroom for mathematics to illustrate some mathematical problems

Keywords: Watch, prime numbers, traveling salesman problem, Mathcad, April Fool's Day

Современные *обычные* часы – это круглый диск со стрелками. По периметру такого диска расположены двенадцать арабских или римских цифр, образуя *циферблат*. Но нет на свете человека, которого бы оставили равнодушными *необычные часы*, как по форме, так и по содержанию. С момента изобретения часов люди не переставали менять не только их устройство (солнечные, песочные, водяные, механические, электронные, атомные и т.д.), но и их внешний вид, преследуя при этом и практические, и декоративные цели. Если говорить о практических целях, то тут можно вспомнить нестандартные часы с 24-часовым циферблатом. Такие часы (хронометры) размещают на кораблях (морских, воздушных, космических), чтобы не спутать день с ночью. Есть часы с двумя циферблатами, показывающими путешественнику и местное и «родное» время. В гостиницах и офисах можно увидеть часы с несколькими циферблатами, вернее, несколько связанных часов, фиксирующих местное время в ключевых столицах мира: Tokyo, Moscow, Paris, London, New York и т.д.

Смешанные практические и декоративные функции несут так называемые *цифровые часы*, где

время отмечается не стрелками («аналоговые» часы), а числами: 14:21:37, например. Такие часы когда-то были и механическими, а сейчас они, как правило, только электронные. Наиболее практичными считаются часы, где время отмечается стрелками (по стрелкам проще оценивать, сколько времени осталось до какого-то события), а календарная дата – числами.

Но основные «изыски и изощрения» в сфере *необычности* часов развернулись на чисто «декоративном фронте». В этом можно убедиться, если в интернете сделать запрос по ключу «Необычные часы». Каких только часов там ни увидишь! Вершина дизайнерского аскетизма – вращающиеся у стенки две стрелки разной длины без каких-либо цифр или других меток на циферблате, которого, кстати говоря, у таких часов совсем и нет. Другая крайность – перегруженность часов различными «художественными излишествами». Глядя на некоторые подобные часы, долго ломаешь голову, чтобы понять, какое время они показывают. Часто в этой «головоломке» и заключена вся дизайнерская суть таких «часов», доходящая иногда до абсурда. Читаем у Даниила Хармса – мастера литературного абсурда: «На дворе стоит старуха и держит

в руках стенные часы. Я прохожу мимо старухи, останавливаюсь и спрашиваю ее: «Который час?» – «Посмотрите», – говорит мне старуха. Я смотрю и вижу, что на часах нет стрелок. – «Тут нет стрелок», – говорю я. Старуха смотрит на циферблат и говорит мне: «Сейчас без четверти три» [1].

Из всех часов необычной формы особо выделяются часы с неким *математическим смыслом*. Безусловно, математика присутствует во всех часах – стоит только вспомнить о дифференциальном уравнении колебания маятника, балансира или кремневого кристалла, на которых основан ход современных часов [2]. В некоторых часах корпус делают прозрачным, чтобы была видна вся их внутренняя «механико-математическая сущность». Но мы сейчас поговорим о внешней, так сказать, математике часов.

Есть часы не с цифрами 1, 2, 3...12, а с математическими выражениями $\sqrt{1}$, $\sqrt{4}$, $\sqrt{9}$, ..., $\sqrt{144}$, на циферблате. В этой «декоративности» можно отметить и некую «практичность» – такие часы будут уместны, например, в школьном кабинете математики: ученики, поглядывая на часы, будут запоминать таблицу квадратов натуральных чисел. На рис. 1 показаны часы, где вмес-



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

Valerij F. Ochkov
D. Sc. in Engineering, Professor
National research university «Moscow
Power Engineering Institute»
Тел.: 8 (495) 362-71-71
E-mail: ochkov@twi.mpei.ac.ru



Елена Петровна Богомолова,
к.ф.-м.н., доцент
Национальный исследовательский
университет «Московский
энергетический институт»
Тел.: 8 (495) 362-73-92
Эл. почта: bogep@yandex.ru

Elena P. Bogomolova,
Ph.D. Math.&Phys,
Associate Professor
National research university «Moscow
Power Engineering Institute»
Тел.: 8 (495) 362-73-92
Email: bogep@yandex.ru

то цифр записаны математические формулы и выражения, по которым эти цифры можно вычислить в среде инженерного калькулятора Mathcad. Читатель по этим часам может не только узнать текущее время, но и оценить свои знания математики и пакета Mathcad: все ли формулы и обозначения чисел ему понятны [3]?

Легко заметить, что вместо привычных натуральных чисел 1, 2, ..., 12, записанных цифрами от 0 до 9, на циферблат можно поместить те же самые числа, но записанные только с помощью цифр 1, 2 и 3, операций сложения, умножения и возведения в степень. Действительно: $4 = 2^2$; $5 = 2^1 + 3^1$; $6 = 2^1 \times 3^1$; $7 = 2^2 + 3^1$; $8 = 2^3$; $9 = 3^2$; $10 = 2^3 + 2^1$; $11 = 2^3 + 3^1$; $12 = 2^2 \times 3^1$.

Стоит напомнить, что 2 является единственным четным простым числом, а 3 – первым нечетным простым числом. Единица не считается простым числом, хотя и является ключевой в возникновении этого понятия. Евклид определял простые числа так: «Простое число есть измеряемое только единицей». О каких же измерениях здесь идет речь? О самых привычных измерениях отрезка числовой оси от нуля до натурального числа посредством многократного откладывания отрезка единичной длины. Все натуральные числа, которые больше единицы и не являются простыми, можно помимо единицы «измерить», по крайней мере, еще одним числом. То есть можно откладывать отрезок, например, длины 2 (четные числа) или 5 (числа, кратные пяти). Такие числа называются составными. Говоря строго математически, простые числа не имеют других делителей, кроме единицы и самого себя. Саму единицу математики предпочитают не считать простым числом, еще и потому, что в этом случае многие важные теоремы теории чисел формулируются проще.

В обозначении часов на циферблате, что удивительно, участвуют ровно 6 (половина от 12) составных чисел: 4, 6, 8, 9, 10 и 12; 5 простых чисел и единица. Таким образом, простые числа составляют почти 42% чисел первой дюжины. Всегда ли они расположены так часто?

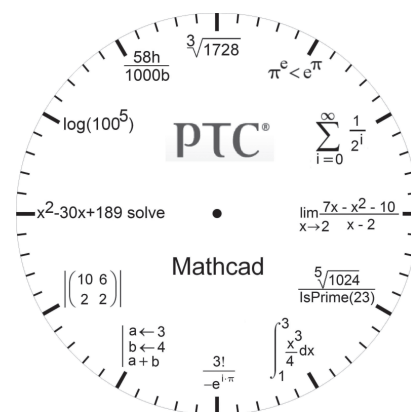


Рис. 1. Часы с «математическим» циферблатом

Для того чтобы это понять, математики ввели функцию $\pi(N)$ – количество простых чисел, не превосходящих N , и специальную величину $\frac{\pi(N)}{N}$, называемую средней плотностью простых чисел среди первых N натуральных чисел. Изучение таблиц простых чисел показывает, что с ростом N простые числа встречаются в среднем всё реже и реже (хотя все же чаще квадратов натуральных чисел). Эйлер доказал, что $\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{\pi(N)}{N} = 0$, т.е. чем длиннее отрезок $[0, N]$, тем меньший процент от всех натуральных чисел на этом отрезке составляют простые числа. Но если предел плотности равен нулю, то возможно, что рано или поздно все простые числа «закончатся»? Оказывается, что это невозможно. Теорему о бесконечном множестве простых чисел мы легко докажем с вами прямо сейчас.

Предположим, что нашлось самое большое (и поэтому последнее) простое число. Перемножим все известные простые числа, включая наибольшее, а к произведению добавим единицу. Если полученное таким способом число делить на каждое из известных простых чисел, то в остатке мы получим 1, т.е. новое число не делится ни на одно простое число. Поэтому оно не делится ни на одно составное число, так как каждое составное число, в свою очередь, является произведением некоторых простых чисел. Итак, мы нашли число, которое больше любого известного простого числа и делится только на

1 и на себя, т.е. само является простым, превосходящим все известные простые числа. Мы получили противоречие, а это означает, что наибольшего простого числа не существует.

Если вам захочется узнать, какие же простые числа лежат между двумя заданными натуральными числами, то вы сможете отыскать их, используя Mathcad-функцию `IsPrime` (см. «четыре часа» на рис. 1), определяющую, являются ли аргумент простым числом, и/или оператор `factor`, раскладывающий составное число на простые множители (рис. 2). Кстати, разложение большого числа на простые множители – это довольно сложная и длительная математическая операция. Одни из самых распространенных алгоритмов шифрования текстов основан на разложении числа на простые множители.

```
IsPrime(1) → 0
11  $\xrightarrow{\text{factor}}$  11
11111111111111111111  $\xrightarrow{\text{factor}}$  2071723 · 5363222357
11111111111111111111  $\xrightarrow{\text{factor}}$  11111111111111111111
```

Рис. 2. Анализ числа «на простоту» в среде Mathcad

Из рис. 2 видно, что 1 – не является ни простым числом, ни тем более составным. Показаны также два первых простых числа с двумя и девятнадцатью цифрами-единицами. Следующие такие простые числа составлены из 23, 317, 1031 и т.д. единиц. Кстати, поиск таких «одноединичных» простых чисел («ит.д.») – это отдельная интересная задача.

В оформлении часов иногда закладывают сложные математические алгоритмы. Одна корейская фирма выпускает часы (рис. 3) в виде решения задачи коммивояжера. Несколько слов о самой задаче. Вот что о ней можно прочесть в «Википедии» (www.wikipedia.org): «Задача коммивояжера (разъездного торговца) является одной из самых известных задач комбинаторной оптимизации. Задача заключается в отыскании наиболее выгодного маршрута, проходящего через указанные города, с последующим возвратом в исходный город. В условиях задачи указываются критерий выгоды маршрута (кратчайший,

самый дешевый и т.п.) и соответствующие данные о расстояниях, стоимости и т.п.». Коммивояжер при этом должен побывать в каждом городе только один раз. Задача коммивояжера имеет много практических приложений. Прежде всего, это оптимизация маршрутов – оптимальная логистика, как принято сейчас говорить. Читаем в романе Л.Н. Толстого «Воскресение»: «Собразив, куда прежде, куда после ехать, чтобы не возвращаться, Нехлюдов прежде всего направился в сенат» [4]. Классические коммивояжеры (коробейники, офени) сейчас практически перевелись, хотя на дверях многих офисов до сих пор можно увидеть табличку типа «Торговым агентам вход запрещен!» Задачу коммивояжера решает курьер, отправляющийся развозить заказы клиентов сетевого магазина, торгового электроникой, лекарствами, книгами и прочим. Есть и не вполне обычные приложения задачи коммивояжера. Так, например, расшифровать геном живого организма невозможно без решения довольно сложной задачи коммивояжера.

На глобусе в часах с задачей коммивояжера (рис. 3) каждые сутки ровно в полночь световыми точками отмечаются 1440 населенных пунктов нашей планеты, выбранные случайным образом из почти двух миллионов, хранящихся в памяти часов (см. ниже рис. 8). Внутри глобуса установлен миниатюрный планетарий, высвечивающий

эти точки на поверхности глобуса. Число 1440 – это количество минут в сутках. Более крупными световыми точками на глобусе выделяются 24 узловых населенных пункта («города»). Столько часов в сутках. Далее выбирается первый случайный город, в который помещается «коммивояжер» и которому дается задание обойти все населенные пункты, руководствуясь алгоритмом ближайшего соседа – из очередного города коммивояжер идет в ближайший город, который он еще не посетил. На цифровой панели этих часов высвечиваются две цифры: номер города, из которого вышел наш коммивояжер (0, 1... 23 – часы), и номер населенного пункта, который он только что прошел (0, 1... 59 – минуты). Пройденный маршрут на глобусе высвечивается линиями, соединяющими отдельные точки. Человек, смотрящий на такие часы, может не только узнать, какое сейчас время, но и увидеть, где сейчас находится коммивояжер, и оценить, куда он пойдет в следующую минуту. На панели часов помимо текущего времени высвечивается название пройденного населенного пункта, а из динамиков звучат типичные мелодии и песни данного региона Земли. Динамики часов могут, конечно, выполнять и свою основную функцию – транслировать радиопередачи. Но глобус в часах можно также использовать по прямому назначению – для изучения политической карты мира.

Другие подобные, но уже не настольные, а настенные часы висят на вокзале швейцарского города Люцерн. Швейцария – это страна часов и путешественников и такие часы там очень уместны. На этих часах (плоская плазменная панель) прорисован контур Швейцарии. Каждые сутки в полночь на этой карте высвечивается 1440 случайных городов, деревень и отдельно стоящих отелей этой альпийской страны. Человек, приехавший на вокзал города Люцерн, может не только уточнить время по таким часам, но и при желании будет следить за передвижением «коммивояжера», угадывать, куда он повернет в следующую минуту. Это скрасит ожидание поезда, заставит задуматься о



Рис. 3. Часы-глобус с задачей коммивояжера

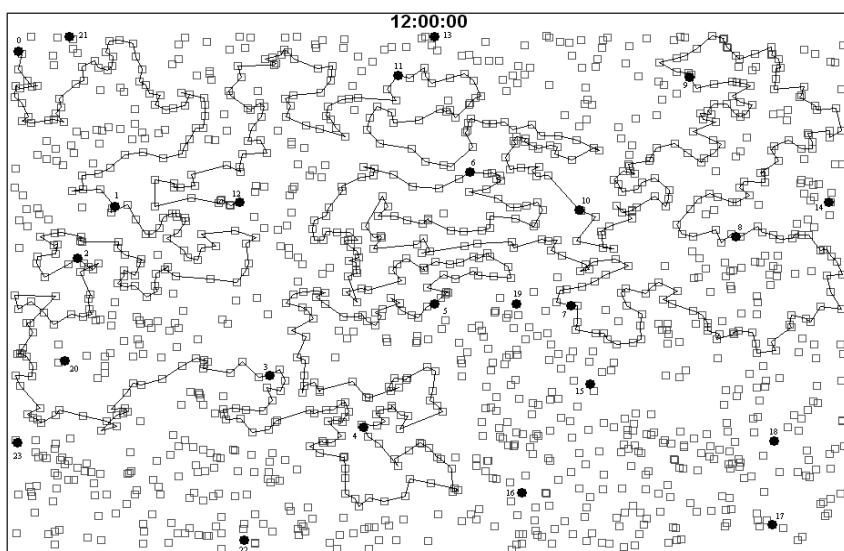


Рис. 4. Часы с задачей коммивояжера – полдень

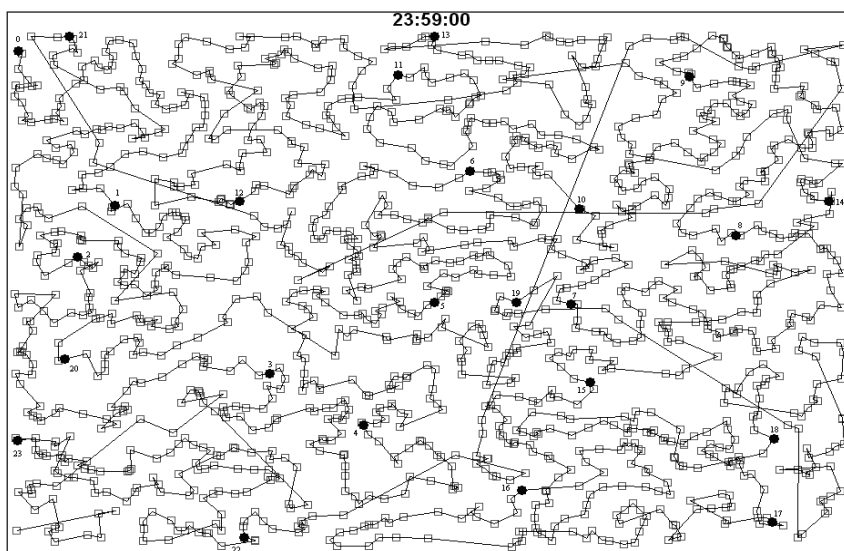


Рис. 5. Часы с задачей коммивояжера – без одной минуты полночь

задаче коммивояжера, об оптимизации собственного путешествия по Швейцарии, Европе, миру...

На рис. 4 и 5 показано упрощенное графическое отображение «циферблата» таких часов. В прямоугольной области случайным образом размещаются 1440 квадратиков, 24 из которых накрываются кружечками, которые нумеруются числами от 0 до 23. В полночь из нулевого города (см. верхний левый угол на рис. 4 и 5) выходит «коммивояжер» и за 24 часа посещает все города. На рис. 4 показан «полдень» нашего путешественника (12:00:00), а на рис. 5 – минута до полуночи.

В задачу коммивояжера, отображенную на рис. 4 и 5, заложен уже упоминавшийся алгоритм ближай-

шего соседа: из очередного города коммивояжер идет в ближайший город, который он еще не посещал. Алгоритм ближайшего соседа относится к разряду «жадных» алгоритмов. Из-за этой «жадности» нашему коммивояжеру приходится петлять, а в конце своего тура перескакивать в отдаленные города (см. рис. 5), ранее опрометчиво пропущенные. Все это увеличивает общую длину маршрута.

Посетители вокзала города Люцерн, глядя на такие необычные часы, могут задумываться не только «о времени и пространстве», но и еще кое о чем...

Швейцария – страна не только часов и путешественников, но и банкиров, одно из качеств которых – это профессиональная «жадность»,

выражающаяся, в частности, в том, что банкиры стараются брать деньги у клиентов на хранение в банке под минимальные проценты, а давать кредиты под максимальную ставку. Профессиональная жадность заставляет банкиров раздавать кредиты даже тем, кто деньги может и не вернуть. Это одна из причин финансового кризиса, охватившего недавно почти весь мир, погубившего многие банки и поставившего некоторые страны на грань финансового краха (этим странам журналисты дали обидную аббревиатуру PIGS – поросята: Португалия (P), Ирландия (I), Греция (G) и Испания (S)). Коммивояжер, пропуская нужный город и «жадно» направляясь к ближайшему, увеличивает свой маршрут. Банкир, гонимый за сиюминутной прибылью, снижает общую прибыль банка.

Алгоритм ближайшего соседа подкупает простотой своей реализации: задачу можно решить с помощью циркуля, карандаша и линейки. После того как все города будут соединены линиями, можно попытаться распутать некоторые петли, сократив тем самым общую длину маршрута. Но математики разработали оптимизированные алгоритмы решения задачи коммивояжера. Один из них подсказала живая природа. Люди заметили, что муравьи, найдя новый источник питания, сначала таскают пищу из него в свой муравейник случайными разбросанными маршрутами. Но постепенно из всех маршрутов остается только один – кратчайший. Вот как об этом написано в той же «Википедии»: «В реальном мире муравьи первоначально ходят в случайном порядке и по нахождению продовольствия возвращаются в свою колонию, прокладывая феромонами тропы. Если другие муравьи находят такие тропы, они, вероятнее всего, пойдут по ним. Вместо того чтобы отслеживать цепочку, они укрепляют её при возвращении, если в конечном итоге находят источник питания. Со временем феромонная тропка начинает испаряться, тем самым уменьшая свою привлекательную силу. Чем больше времени требуется для прохождения пути до цели и обратно, тем сильнее испарится феромонная

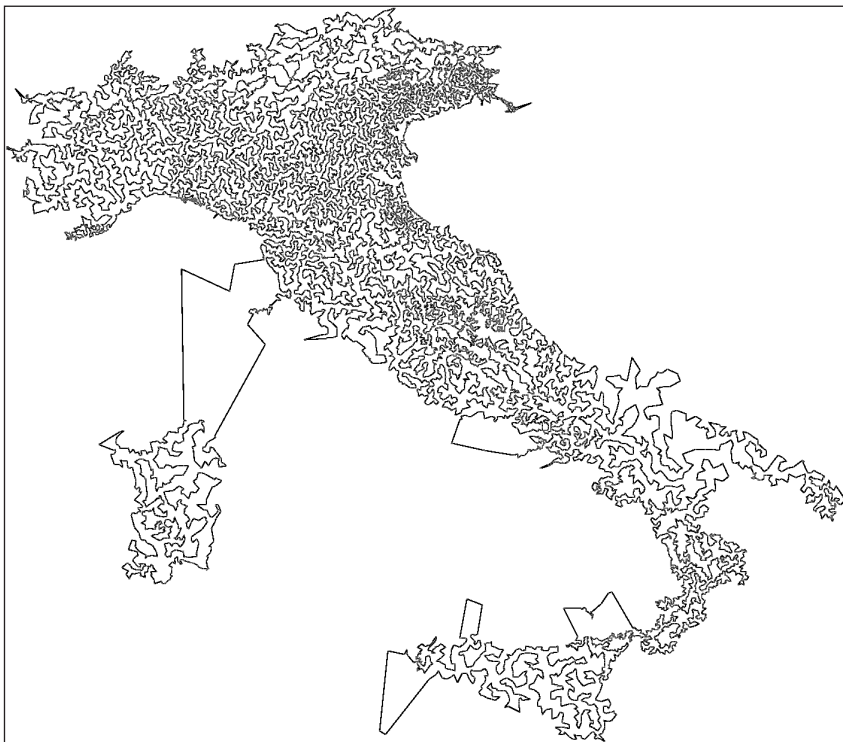


Рис. 6. Путь коммивояжера по Италии

тропа. На коротком пути, для сравнения, прохождение будет более быстрым и, как следствие, плотность феромонов остаётся высокой. Испарение феромонов также имеет свойство избегания, стремления к локально-оптимальному решению. Если бы феромоны не испарялись, то путь, выбранный первым, был бы самым привлекательным. В этом случае исследования пространственных решений были бы ограниченными. Таким образом, когда один муравей находит (например, короткий) путь от колонии до источника пищи, другие муравьи, скорее всего, пойдут по этому пути, и положительные отзывы в конечном итоге приводят всех муравьёв к одному, кратчайшему, пути».

На рис. 6 показан путь коммивояжера, проложенный с помощью муравьиного алгоритма по 16 862 населенным пунктам Италии [5]. Естественно, путешественник, пожелавший обойти самым коротким путем все «города и веси» какой-либо страны, далеко не всегда сможет по прямой линии перейти из одного населенного пункта в другой. Ему часто придется идти обходными путями по существующим дорогам и тропам. Недавно в Google появился специальный сервис, позволяющий оптимизи-

ровать маршруты передвижения не только из пункта А в пункт В, указанные на карте мира, но и по круговым маршрутам (турам), используя при этом автомобиль, поезд, самолет и другие средства передвижения.

Решение задачи коммивояжера, как и в случае с оформлением часов, может совсем уходить от практики в сторону чистой декоративности. Есть направление в живописи под названием пуантилизм, когда художник пишет картину точечными мазками. На рис. 7 показан вариант знаменитой картины Леонардо да Винчи, где Мона Лиза прорисована 100 000 точками, соединенными «тропой коммивояжера». Чисто декоратив-

ным можно также считать и путь коммивояжера через 1 904 711 населенных пунктов Земли (рис. 8).

Но вернемся к вокзальным часам в швейцарском городе Люцерн.

Путешественник в отличие от коммивояжера часто намерено выбирает не наикратчайший маршрут, а маршрут, отвечающий каким-то другим критериям. Маршрут может быть даже и наидлиннейшим. В связи с этим можно говорить об обратной задаче коммивояжера, о задаче нахождения самого длинного пути.

На рис. 9 показан путь коммивояжера через 979 городов и деревень Люксембурга при использовании «жадного» алгоритма для отыскания наикратчайшего маршрута.

Из рис. 9 (как, впрочем, и из рис. 4 и 5) видно, что выбранный маршрут не является оптимальным, так как коммивояжеру, повторяем, из-за своей «жадности» приходится делать петли. Кроме того, можно показать, что длина «жадного» маршрута сильно зависит от выбран-

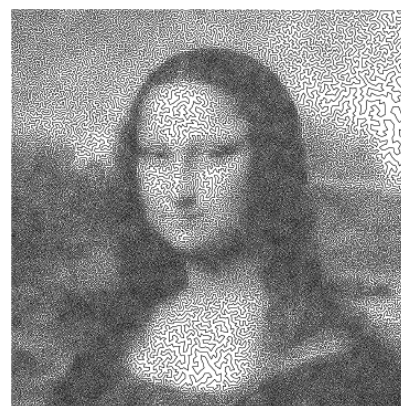


Рис. 7. Задача коммивояжера и Мона Лиза

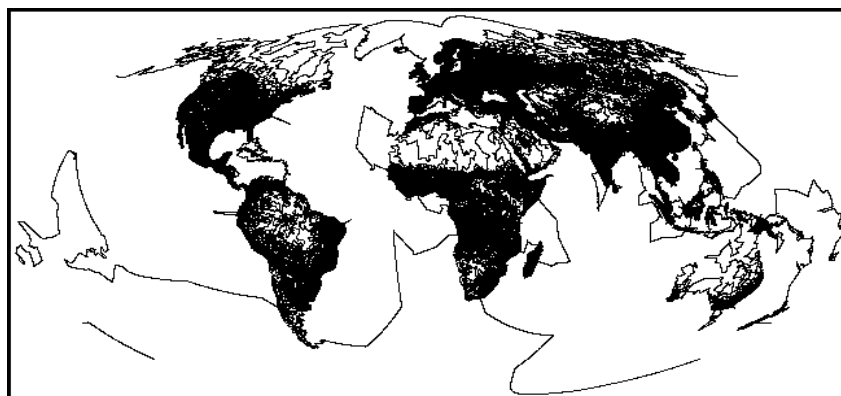


Рис. 8. Мировое турне коммивояжера

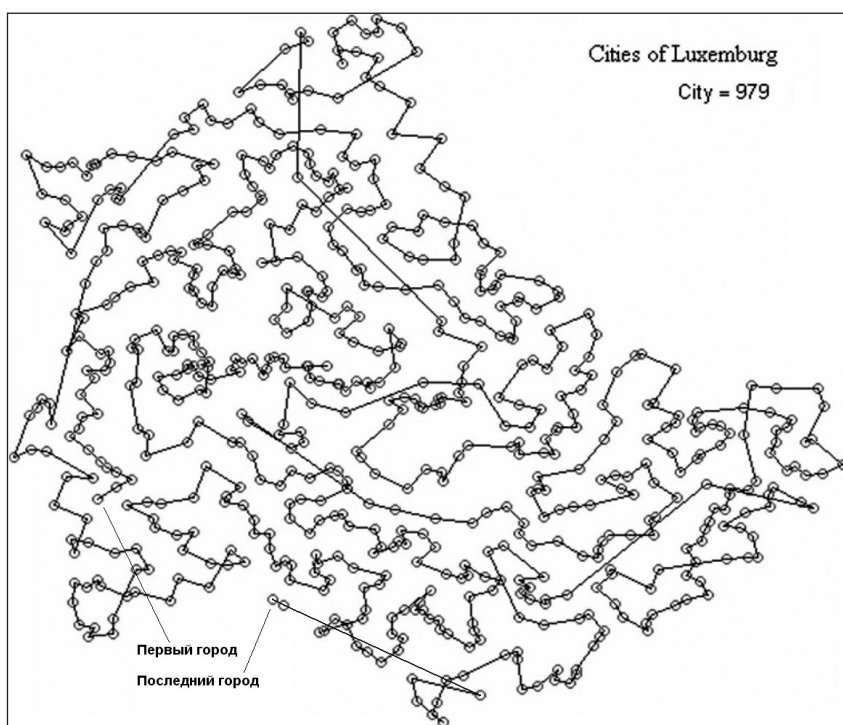


Рис. 9. Путь коммивояжера при использовании «жадного» алгоритма для отыскания наикратчайшего маршрута

ного первого города. На рис. 9 этот первый город отмечен. Он является оптимальным в том смысле, что были перебраны все города в качестве стартового и зафиксирован тот, путь из которого по «жадному» алгоритму оказался минимальным. Еще один признак неоптимальности пути коммивояжера, показанного на рис. 9, состоит в том, что длины первой и последней частей пути сильно отличаются. На рис. 10 показана Mathcad-программа [6] отыскания пути коммивояжера (вектор way) методом ближайшего соседа.

Исходными данными для программы являются векторы X и Y,

```

way := "Путь коммивояжера по "жадному" маршруту"
M ← | for i ∈ 1..n
      | for j ∈ 1..n
      | Mi,j ← if [i=j, ∞, √((Xi-Xj)2 + (Yi-Yj)2]
      | M
way1 ← ib
for i ∈ 2..n
  for j ∈ 1..n
    sj ← M(way1,j)
  way1 ← match(min(s), s)1
  for j ∈ 1..i-1
    M(wayj,wayi) ← ∞
    M(wayi,wayj) ← ∞
return way
    
```

Рис. 10. Mathcad-программа метода ближайшего соседа

хранящие декартовы координаты городов. Расчет начинается с формирования квадратной матрицы M, хранящей расстояния между городами. Если коммивояжер уже прошел путь от i-го до j-го городами, то $M_{ij} = \infty$. «Гвоздем» программы являются функции min и match. Функция min

возвращает минимальный элемент своего аргумента-вектора, а функции match – место этого элемента в векторе.

Но если в программе функцию min заменить на функцию max, то она будет возвращать... максимальный путь коммивояжера, когда он из очередного города направляется не в ближайший, а в самый дальний. Этот маршрут, вернее, его последний участок показан на рис. 11.

Назовем этот алгоритм «щедрым» и также отметим, что его длина зависит от выбранного начального города. На рис. 11 этот город тот же, что был выбран при реализации «жадного» алгоритма (см. рис. 9), но можно опять же перебором выбрать город, путь коммивояжера из которого по «щедрому» алгоритму окажется самым длинным. Эту задачу мы поручаем читателю, отсылая его за нужными программами и другими данными на сайт статьи – <http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/SalesMan>. Еще более длинный маршрут можно получить, если, например, применить вышеописанный «муравьиный» алгоритм к матрице, хранящей обратные расстояния между городами.

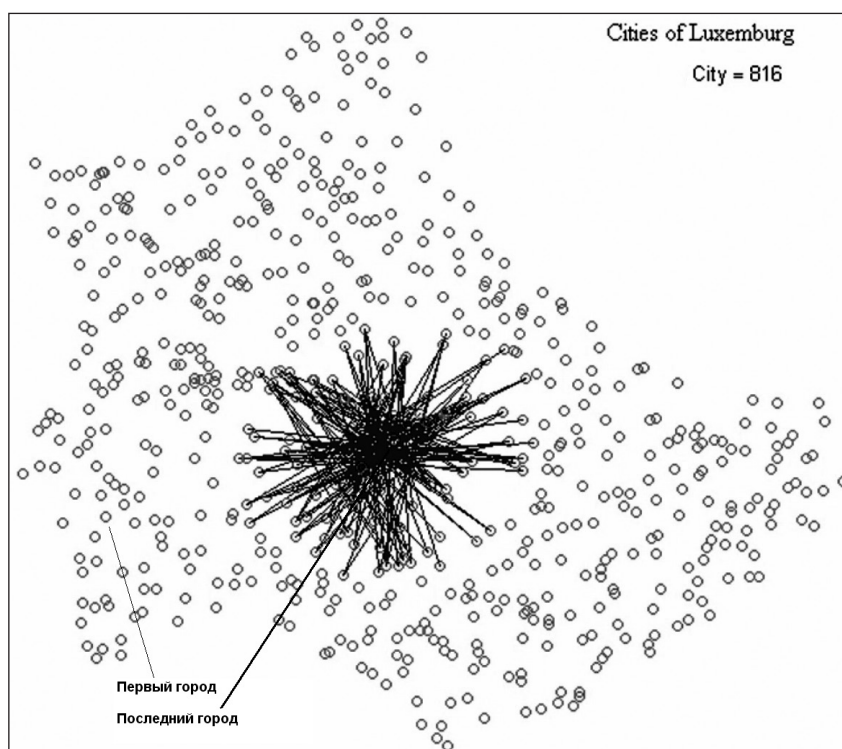


Рис. 11. Завершение пути коммивояжера по «щедрому» алгоритму

Список литературы

1. Хармс Д. Старуха [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lib.ru/HARMS/staruha.txt>
2. Очков В.Ф. MCS на занятиях по математике, физике, информатике... [Электронный ресурс] // Компьютерные учебные программы и инновации. 2008. – № 3. – Режим доступа: <http://twi.mpei.ac.ru/ochkov/Pendulum>
3. <http://communities.ptc.com/thread/32536>
4. http://az.lib.ru/t/tolstoj_lew_nikolaewich/text_0090.shtml
5. <http://www.tsp.gatech.edu>
6. Очков В.Ф. Mathcad 14 для студентов и инженеров: русская версия [Электронный ресурс]. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – Режим доступа: http://twi.mpei.ac.ru/ochkov/Mathcad_14/RusIndex.html

Роль личности преподавателя в мотивации работы студентов в e-learning

В статье рассматривается роль личности преподавателя в мотивации работы студентов в системах электронного обучения. В результате анализа делается вывод о том, что роль личности преподавателя не элиминируется, не подменяется электроникой, а переходит в несколько иную форму, оставаясь при этом одним из главных факторов мотивации эффективной работы студентов в процессе обучения.

Ключевые слова: личность, образование, мотивация, электронное обучение, дистанционное обучение.

THE ROLE OF TEACHER'S PERSONALITY IN LEARNING MOTIVATION OF STUDENTS WORKING IN E-LEARNING

The article discusses the role of the teacher individuality to motivate students' work in e-learning educational systems. The analysis concludes that the role of the teacher's personality is not eliminated, is not replaced by electronics, and goes in a slightly different form, while remaining one of the main motivators of productive work of students in the learning process.

Keywords: personality, individuality, education, motivation, e-learning, distance learning.

Введение

В любой системе традиционной формы обучения значительная роль отводится личностным факторам преподавателя. Помимо *профессиональной компетенции* хороший преподаватель должен обладать такими навыками, как владение ораторским искусством и знание психологии, а также юмором и даже определенным артистизмом. Эти и другие личностные качества формируют харизму, обаяние преподавателя. И благодаря этой харизме, а также любви к предмету, преподаватель способен мотивировать студентов к изучению своей дисциплины, причем эта мотивация, порой, оказывается сильнее мотивации от прагматической ценности самого изучаемого предмета.

В системе электронного обучения роль преподавателя сводится скорее к роли тьютора, консультанта и организатора процесса обучения. Даже при широком использовании мультимедиа-кон-

тента (видеозаписи, подкасты, аудиоматериалы, мультимедийные электронные учебники) все равно происходит некое дистанцирование (временное, эмоциональное, физическое) преподавателя от ученика. Критики систем электронного обучения апеллируют к этому факту как к одному из главных недостатков e-learning.

В то же время современные концепции образования предполагают отход от традиционной модели обучения, при которой «преподаватель обладает монополией на знание, а задача образования сводится лишь к трансляции этого знания» [1]. В этой связи актуальным остается вопрос исследования различных форм мотивации работы студентов в электронных обучающих системах (что является объектом исследования данной работы). Предметом же исследования является роль личности преподавателя в системе мотивации работы студентов в e-learning.

1. Методы исследования и исходные предпосылки

Материалы исследования были получены на основе опыта преподавания ряда дисциплин: «Информационные технологии в экономике и управлении», «Информационные системы в статистике», «Предметно-ориентированные экономические информационные системы» на протяжении 2002–2013 гг. в Московском государственном университете экономики, статистики и информатики (МЭСИ). Преподавание данных дисциплин осуществлялось с использованием различных систем электронного обучения и широкого спектра информационных технологий, таких как «Прометей», «Электронный Кампус МЭСИ», Microsoft SharePoint, «Информационный центр дисциплин МЭСИ», MS Project, LearnExact, Adobe Connect, Skype и др.

В течение 11 лет преподавания одних и тех же курсов имела возможность проводить эк-



Денис Владимирович Власов,
к.э.н., профессор кафедры управления
знаниями и прикладной информатики
в менеджменте МЭСИ
Тел. 8 (916) 166-77-43
Эл. почта: denisvlasov@yandex.ru

Denis V. Vlasov,
Candidate of economic sciences,
Professor of Knowledge administration
and Informational science in
management (Moscow State University of
Economics, Statistics and Informatics)
Tel.: 8 (916) 166-77-47
E-mail: denisvlasov@yandex.ru

сперименты в области различных методик и концепций преподавания в среде e-learning с постоянной аудиторией студентов численностью 60–80 человек, меняющихся дважды в год. На основании этого можно считать, что полученные результаты в динамике и по содержанию объективны, корректны и отражают реальную картину анализируемой задачи. Материалы исследования собирались путем анонимного анкетирования каждой группы, устных бесед со студентами, а также каждый семестр фиксировались и сравнивались множественные качественные и количественные показатели успеваемости студентов, агрегированные по группам и индивидуальным по каждому студенту.

Инвариантность содержания курсов (ежегодная актуализация учебно-методического комплекса не превышала в среднем 5–7%), а также постоянно меняющаяся аудитория слушателей позволяла проводить исследования и наблюдения в различных аспектах систем мотивации. Это, в свою очередь, позволило сравнивать между собой различные используемые методики преподавания, концепции и весь существующий инструментарий e-learning с большой степенью объективности. Полученные положительные результаты, характеризующиеся высокой эффективностью, проверялись повторно на практике с другой аудиторией, и в случае повторного успеха закреплялись (подтверждались), что, в свою очередь, исключало случайный характер фиксируемых явлений, тенденций или наблюдений.

2. Основные проблемы в мотивации работы студентов в среде e-learning

Говоря о проблемах мотивации работы студентов в системах электронного обучения, стоит заметить, что очень часто низкая мотивация к обучению сама по себе маскируется пренебрежением к любым системам e-learning. Поэтому необходимо четко разделять, по какой причине происходит недовольство студентов при работе с системами онлайн-обучения, какова природа

этих негативных реакций. Если существует изначально низкая мотивация к обучению вообще, то всегда можно найти «тысячу объективных причин», почему e-learning – это плохо.

Поэтому в рамках данной статьи будем говорить лишь о мотивации работы в системах e-learning, принимая во внимание изначально усредненную мотивацию студентов к обучению, характеризующуюся такой качественной субъективной оценкой, как «удовлетворительно». Соотношение общей мотивации к обучению с мотивацией работы в электронных системах четко прослеживается на следующем примере. Было установлено, что одним из главных раздражающих факторов при работе студентов в e-learning являются технические ошибки и сбои. При этом отмечалась прямая зависимость степени этого раздражения от мотивации к обучению в принципе.

Учитывая общую невысокую (но удовлетворительную) степень мотивации основного потока современных студентов, следует сделать первый вывод – системы дистанционного и электронного обучения должны работать безупречно с технической точки зрения, т. е. без каких-либо технических сбоев, зависаний, «не тормозить», корректно сохранять и воспроизводить необходимую информацию. При этом требования к качеству интерфейса не столь критичны, как требования к корректной работе и обеспечению целостности данных. Любая систематическая ошибка, например регулярное зависание системы во время тестирования, мгновенно порождает волну гнева у слабо мотивированных к обучению студентов, и это общее недовольство стремительно передается всему контингенту обучающихся.

Что касается требований к интерфейсу систем электронного обучения, то тут простительно все, за исключением тех элементов, которые могут раздражать. Кстати говоря, это требование полностью отражает и современные требования к веб-дизайну сайтов, где эстетическая ценность уже не столь важна, нежели эргономика, «понятность»,

дружественность интерфейса, отсутствие раздражающих факторов. Сейчас главное – это наличие ожидаемого качественного контента. Получается, что главным девизом современных сайтов и обучающих систем может являться следующее утверждение: ресурс должен корректно выдавать требуемую информацию и не раздражать элементами интерфейса. К раздражающим элементам, например, может относиться многократный ввод пароля, как это происходило в «Электронном Кампусе МЭСИ». Конечно, специальными настройками браузеров данную проблему можно решить, но полноценная система должна работать при поставке «КАК ЕСТЬ», без необходимости дополнительных настроек в браузерах.

Часто студенты, жаловавшиеся на несовершенство используемых в работе e-learning систем, приводили довод, что «в хороших системах никого не нужно заставлять работать». При этом в качестве «хороших» систем приводились в большинстве случаев примеры социальных сетей (ВКонтакте, FaceBook, Одноклассники и др.). С одной стороны, эти аналоги не выдерживают критики, поскольку социальные сети в большинстве случаев, конечно же, не используются как обучающий инструмент. С другой стороны, возросшая популярность социальных сетей наталкивает многих преподавателей на мысль использовать их в работе как дополнительное средство коммуникации, подстегивающее интерес, и такой опыт можно считать положительным.

Еще одним фактором, снижающим мотивацию работы студентов в системах e-learning, является «боязнь всего нового», своего рода IT-ксенофобия, вызванная, с одной стороны, низкой компьютерной грамотностью, с другой стороны – определенным консерватизмом. Десятилетняя практика показала, что студенты, перешедшие на смешанный тип обучения (очное + e-learning) не с первого, а с третьего курса, испытывали серьезный стресс при внедрении электронных обучающих систем. Число недо-

вольных участников эксперимента приближалось к 70–80% от общего числа в студентов в группе. В то же время студенты, работающие с первого курса в среде «Электронный Кампус», достаточно быстро вошли в курс дела, охотно восприняли e-learning и в подавляющем большинстве нашли этот опыт полезным (уже 80–90% студентов при анкетировании находили значительную пользу и удобство в использовании систем e-learning).

Для снижения информационной и технологической ксенофобии, на взгляд автора, могут применяться стимулирующие мотивацию методики, основанные как раз на роли личности преподавателя, о чем пойдет речь в следующем пункте.

3. Личностные качества современного преподавателя

Проблема личности преподавателя в процессе обучения достаточно хорошо изучена и является одной из центральных не только в педагогике, но и в психологии, социологии, философии, литературе. Однако оценка и использование личностного фактора в мотивации при работе в системах электронного обучения всегда рассматривается либо по аналогии с традиционными формами обучения, либо не принимается во внимание вовсе.

Вместе с тем электронная форма обучения сильно отличается технологически и методологически от традиционной, поэтому роль личности здесь на первый взгляд размыта и не имеет такого прямого значения в мотивации. Сама мотивация и ответственность как бы перекладывается на обучающегося. Исходной предпосылкой здесь является изначально высокая ожидаемая мотивация студента к получению знаний, осознание обучающимся необходимости самостоятельной работы. Однако на практике дело обстоит иначе.

Преподаватели, тьюторы, администраторы e-learning систем знают, что в реальной жизни значение имеет не только сам контент, его качество, но и внешняя «невидимая» роль личности автора курса или преподавателя, который использу-

ет конкретную e-learning систему как инструмент. Эта «невидимая» составляющая, которую действительно сложно формализовать, часто не принимается во внимание при организации онлайн-обучения. Вместе с тем именно роль личности порой играет определяющую и решающую роль в успешности внедрения и использовании систем электронного обучения. Так, если авторитетный среди студентов преподаватель активно использует средства e-learning, наглядно показывая их преимущества, это гораздо в большей степени мотивирует студентов, нежели любые разумные теоретические доводы.

Рассмотрим несколько аспектов личности преподавателя, которые могут иметь существенную значимость в процессах мотивации работы студентов в системах электронного обучения.

1. *«Быть в контексте» современности.* Учитывая то, что системы e-learning являются оплотом новых информационных технологий, следствием самых передовых достижений в области компьютерной техники, преподаватель, использующий средства e-learning, должен идти в ногу со временем, быть открытым к новым знаниям, иметь прогрессивные взгляды. Студенты очень хорошо чувствуют это свойство личности. Что самое парадоксальное, это качество не зависит от возраста. Можно в 60 лет быть гибким, открытым к получению новых знаний человеком, а можно и в 30 лет быть ретроградом и консервативным.

Если преподаватель пытается использовать в своей работе e-learning системы, но при этом не производит впечатления современного человека, обладающего актуальными знаниями, понимающего современные тенденции и ценности, то восприятие любой информации, поступающей от него, будет идти сквозь призму сомнения, с сильным предубеждением. Вряд ли кто будет верить лектору, рассказывающему о полезности e-learning систем, но при этом не умеющему пользоваться интернетом. Едва ли кто-то поверит докладчику, говорящему об актуальности мобиль-

ных приложений, но не умеющему пользоваться смартфоном.

Во многом ощущение «быть в контексте современности» определяется речью, её структурой, формой, которая не должна содержать архаизмов или выражений, вышедших их употребления в современной коммуникационной среде. Это, конечно, не означает, что нужно использовать молодежную подростковую лексику, однако совершенно точно нужно изъясняться на современном актуальном языке, принимая во внимание тот факт, что язык – живая и постоянно меняющаяся субстанция. И во многом именно языковая среда, а точнее форма ее выражения, служит главным критерием того, как нас воспринимают с точки зрения принадлежности к современному обществу.

2. *Самодостаточность, авторитет, успешность.* Современные студенты весьма прагматичны, а жесткие условия современного мира с его непрерывной конкурентной борьбой во всех сферах (где выживает сильнейший) делают студентов завзятыми материалистами и членами «общества потребления». Даже в искусстве коммерческий успех все чаще является единственным критерием популярности и таланта. Поэтому современная мораль делает человека успешным только при условии того, что он сильный, самодостаточный, уверенный в себе, получивший признание и славу – такого человека слушают и хотят равняться на него. Пошлая поговорка «если ты такой умный, то почему такой бедный» сегодня как никогда приобретает особую популярность. Современные студенты увлечены тренингами личностного роста, направленными главным образом на достижение коммерческого успеха, увеличение продаж, эффективности менеджмента и маркетинга, тайм-менеджмента, но не на развитие духовных, эстетических или интеллектуальных способностей. Об этом свидетельствуют программы и рекламные слоганы самых популярных на сегодня среди молодежи тренингов, например таких как «Бизнес-молодость» [3],

главные ценности активной части социума. По признанию современных студентов, они хотят видеть в качестве преподавателей сильных, успешных, состоявшихся, уверенных в себе людей, обладающих актуальными знаниями, которые очевидно могут пригодиться в жизни, а не тех, кто работает в учебных заведениях лишь от безысходности и по причине того, что «их больше никуда не берут». Ведь любой принцип обучения построен по схеме «сначала следуй за мной, а потом иди сам», и очевидно, что идти хочется только за лидером, человеком успешным, авторитетным. В этой связи во многих вузах уже проводится достаточно тщательная кадровая политика, направленная на формирование эффективно работающего профессорско-преподавательского состава, отвечающего современным требованиям и критериям эффективности.

3. Ряд критериев личности преподавателя, необходимых для повышения мотивации работы студентов в системах e-learning, соответствует традиционным критериям, выделяемым К. Роджерсом [2]: демонстрация доверия к обучаемым, способность чувствовать эмоциональный настрой студентов (обратная связь), способность открыто выражать в группе свои чувства, эмпатии. Преподаватель должен выступать для студентов как компетентный источник разнообразного опыта, к которому всегда можно обратиться за помощью, столкнувшись с трудностями в решении той или иной задачи.

4. Поскольку обучение в e-learning системах происходит в онлайн-среде, преподаватель должен хорошо знать все традиции и культурные доминанты, концепты этой среды. Это своего рода особая компетенция, необходимая для эффективной работы в интернете и онлайн-среде. Ведь эти концепты и традиции появлялись не случайно и тоже отражают в значительной мере обобщенный опыт эффективной коммуникации. Например, возьмет такой инструмент взаимодействия, как форум. Он может быть привлекательным только при условиях свободы выражения мыс-

лей, интереса обсуждаемых тем и естественности течения беседы. Ведь в реальной жизни форумы интересны, если на них идет действительно заслуживающее внимание обсуждение злободневных тем и актуальных вопросов, с «холиварами», критикой, горячими высказываниями, интенсивностью и даже определенной драматургией. Если учебный форум превращать в выхолощенную площадку, на которой преподаватель пишет формальный вопрос, а студенты формально и последовательно отвечают, то такой форум скучен (и самому преподавателю, и студентам). Поэтому естественные законы ведения форумов, существующие в интернете, должны быть заимствованы и в полной мере использованы в учебном процессе. Форма изложения мыслей должна быть свободной, темы интересными, злободневными, возможно провокационными. При этом такие явления, встречающиеся на форумах, как «флуд» и «флейм», должны точно так же пресекаться, как и на реальных форумах.

Другой пример. Если мы говорим о презентациях или видеоряде, то вставка в череду сложных монотонных слайдов какого-нибудь легендарного «мема» или «демотиватора» (специально созданного или подходящего к изучаемой теме) как ничто другое привлечет внимание и создаст взрыв эмоций у студентов, что, в свою очередь, разрядит обстановку и самое главное – покажет, что преподаватель в курсе традиций интернет-жизни, а значит, является современным, что повышает вероятность того, что студенты будут больше ожидать от такого преподавателя актуальных знаний, внимательнее его слушать. Ведь, по сути, знание легендарных «мемов», «демотиваторов», культурных персонажей интернета есть не что иное, как маркеры, культурные доминанты, определяющие степень погружения индивидуума в современную среду, онлайн-пространство, определяющие уровень понимания реальности, происходящей в Сети. Авторитет преподавателя складывается во многом из понимания жизненных ценностей

современных студентов, знания их культурных ценностей, образа жизни. Поэтому данный личностный фактор преподавателя играет весомую роль в мотивации работы студентов в электронном обучении.

Выводы

В системах e-learning роль преподавателя не сводится только к процессу организации и контроля обучения. Значительную часть составляют психолого-педагогические процессы, направленные на мотивацию работы студентов в онлайн-среде обучающих систем. По сравнению с традиционными формами обучения, где роль личности преподавателя очевидна, всегда на виду, в системах e-learning студенты остаются «один на один» с оболочкой (интерфейсом) обучающей системы, где роль личности преподавателя на первый взгляд отсутствует либо выражена лишь опосредованно, с большим разнесением

по времени, статична. Однако на самом деле роль личности преподавателя в мотивации не элиминируется, а принимает другие формы. Более того, именно личность преподавателя может сильнее других факторов мотивировать студентов активно работать в системах e-learning.

К положительно мотивирующим факторам при работе в электронных системах следует отнести не только профессиональную компетентность преподавателя, его лояльность к студентам, понимание ценностей современного молодого поколения, актуальных проблем, но и знание культурных доминант, распространенных в Сети, традиций и правил, существующих в интернет-пространстве. Это, в свою очередь, будет свидетельствовать о современном адекватном «нахождении преподавателя в контексте современности». Учитывая тот факт, что электронные обучающие системы являются оплотом самых

передовых достижений компьютерной техники, необходимо не просто обладать элементарной компьютерной грамотностью, но жить в информационном обществе, являясь его активным действующим членом, а не номинальным.

Работа в электронных обучающих системах должна быть построена на основе использования устойчивых правил и существующих традиций в интернет-среде. Чем больше будет транспонироваться внешний опыт и традиции (порой даже неформальные), существующие в Сети, в систему e-learning, тем легче, эффективнее и более органично будет происходить процесс обучения, требующий в этом случае меньших усилий по мотивации. Не стоит чисто формально вести обучение с применением e-learning. Всегда должно быть место творческому подходу, благодаря которому по-настоящему и в полной мере может раскрыться личность преподавателя.

Список литературы

1. Ливанов Д.В. У вузов есть несколько лет приспособиться к новым технологиям [Электронный ресурс] // Материалы Петербургского международного экономического форума – 2013 (461). – Режим доступа: <http://gia.ru/society/20130621/944834266.html> (дата обращения: 01.10.2013).
2. Хьелл Л., Зиглер Д. Теории личности. — СПб.: Питер Пресс, 1997.
3. Официальный сайт сообщества «Бизнес-молодость», ведущего популярные среди молодежи тренинги [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://molodost.bz> (дата обращения: 25.10.2013).

Оценка рисков снижения качества профессиональной подготовки с использованием метода когнитивного моделирования

В статье предложен метод, позволяющий проанализировать риски снижения качества профессиональной подготовки на основе разработанной когнитивной карты (взвешенного ориентированного графа концептов и связей между ними), формализующей экспертные оценки. Описывается реализация предложенного метода в рамках информационно-аналитической системы мониторинга качества как подсистемы общей информационной системы образовательного учреждения.

Ключевые слова: образовательная система, риски, нечеткая когнитивная карта, профессиональное образование, информационно-аналитическая система, мониторинг, информационное обеспечение.

ASSESSMENT OF RISKS OF DECREASE IN QUALITY OF PROFESSIONAL TRAINING WITH USE OF A METHOD OF COGNITIVE MODELING

In article the method, allowing to analyze risks of decrease in quality of professional training on the basis of the developed cognitive map (the weighed oriented graph of concepts and relations between them), formalizing expert estimates is offered. Realization of the offered method within information-analytical system of monitoring of quality as subsystem of the general information system of educational institution is described.

Keywords: educational system, risks, fuzzy cognitive map, professional education, information-analytical system, monitoring, information support.

Введение

Современная теория сложных систем базируется на вероятностном описании процессов, в которые вовлечены объекты. Образовательная система как сложная система с программно-целевым управлением [1] характеризуется воздействием на ее объекты как различных случайных факторов со стороны внешней среды, так и возникающих внутри случайных возмущений [2]. Внешняя среда, в которой функционирует система, своим воздействием может вносить неопределенность, изменяя характер взаимодействия между объектами (или между составными частями рассматриваемого объекта), что влечет непредсказуемые изменения внутри объектов системы, которые могут отрицательно сказываться на развитии, создавая риски.

Учет рисков при анализе функционирования и развития системы

в обобщенном варианте включает выполнение следующих процедур:

– *идентификацию рисков* – определение рисков, способных повлиять на достижение поставленных перед системой целей;

– *оценку рисков* – анализ качественных и количественных характеристик, условий и вероятности возникновения рисков с целью определения их влияния на достижение поставленных целей;

– *реагирование на риски* – определение процедур и методов по ослаблению отрицательных последствий рисков событий;

– *управление рисками* – выбор подходов и методов по снижению рисков.

В образовательной деятельности значительному количеству рисков подвержены все ее участники [3], но роль руководства

вуза является центральной в этой деятельности, и качество профессиональной подготовки напрямую зависит от правильности принятых им решений на всех этапах образовательного процесса.

Целью описываемого в статье исследования является разработка подсистемы оценки рисков снижения качества профессиональной подготовки, включенной в информационно-аналитическую систему мониторинга качества профессиональной подготовки.

Новизна исследования выражается в следующем:

1. Разработаны методы, позволяющие проанализировать риски снижения качества на основе разработанной когнитивной карты, формализующей экспертные оценки.

2. На основе формализованных экспертных оценок создана база



Александр Иванович Митин,

д.пед.н., к. ф.-м. н., профессор

Эл. почта: mitin_ai@mail.ru

Московский городской

психолого-педагогический

университет (МГППУ)

www.mgppu.ru

Российская академия народного

хозяйства и государственной службы

при Президенте РФ (РАНХиГС)

www.rane.ru

Alexander I. Mitin,

Doctor of Pedagogy,

Ph. D. BC., Professor

E-mail: mitin_ai@mail.ru

Moscow State University of Psychology

& Education (MSUPE)

www.mgppu.ru

The Russian Presidential Academy

of National Economy and Public

Administration (RANEPА)

www.rane.ru

знаний (в виде совокупности продукционных правил), позволяющая формировать рекомендации по снижению рисков снижения качества и предложения по улучшению рисков снижения качества профессиональной подготовки.

3. Разработан и внедрен экспериментальный вариант подсистемы оценки рисков снижения качества профессиональной подготовки, входящей в информационно-аналитическую систему мониторинга качества профессиональной подготовки, который позволяет реализовать решение экспертно-аналитических задач оценки рисков снижения качества профессиональной подготовки и формирование рекомендаций для администрации вуза по уменьшению рисков снижения качества.

При принятии решений по управлению качеством профессиональной подготовки (как и образовательной деятельностью вуза в целом) возможно применение двух подходов. Первый подход предполагает (при множестве критериев, определяющих ситуацию) построение числовой функции, отражающей предпочтения руководства для конкретной задачи принятия решения. Второй подход основан на выявлении предпочтений одновременно с исследованием допустимого множества действий для отыскания эффективного решения. Совместное использование перечисленных подходов с методами нечёткой логики позволяет более эффективно проводить мониторинг качества профессиональной подготовки, характеризующийся как анализ слабо формализованных процессов, для которых свойственно отсутствие точной количественной информации. Качественный анализ сложной ситуации предусматривает определение тенденций протекающих процессов, их качественную оценку и выбор мер, способствующих развитию в соответствии с поставленными целями.

1. Разработка когнитивной модели оценки рисков снижения качества профессиональной подготовки

Метод анализа рисков, основанный на когнитивном подходе к моделированию и управлению, позволяет получить количественную оценку негативных послед-

ствий, влияющих на качество профессиональной подготовки. Для построения когнитивной модели анализа рисков снижения качества профессиональной подготовки применяется *когнитивная карта* [4, 5], отражающая субъективные представления эксперта об исследуемой проблеме (ситуации), связанной с функционированием и развитием слабо формализованных процессов. Когнитивная карта представляет собой взвешенный орграф, вершины которого соответствуют *концептам* (существенным факторам), а дуги – связям между концептами.

В целях исследования причин несоответствия качества профессиональной подготовки установленным лицензионным (аккредитационным) требованиям, а также требованиям работодателей, следует сформировать множество сравниваемых концептов.

На основе данных стандартных мониторинговых процедур и личного опыта эксперты-аналитики формируют список концептов когнитивной карты (рис. 1) для исследования возможных причин несоответствия целям в области качества профессиональной подготовки: e_1 – количество абитуриентов; e_2 – платежеспособность общества; e_3 – качество учебных программ; e_4 – довузовская подготовка; e_5 – реклама и имидж вуза; e_6 – базовый уровень знаний абитуриента; e_7 – отчисления и переводы в другие вузы; e_8 – уровень финансирования; e_9 – количество НИР; e_{10} – трудоустройство выпускников; e_{11} – результаты ГЭК и защит выпускных квалификационных работ; e_{12} – карьера выпускников; e_{13} – обеспеченность соответствующей отрасли кадрами; e_{14} – качество профессиональной деятельности выпускников. Деление концептов на три группы проведено следующим образом: e_1 – e_7 рассматриваются как факторы возникновения рисков, e_8 – e_{11} – базисные факторы, e_{12} – e_{14} – целевые факторы.

В целях повышения наглядности концепты обозначены в виде цифр, которые соответствуют приведенной нумерации в наименовании.

Положительное влияние концептов представлено дугой в виде сплошной стрелки, отрицательное – дугой в виде пунктирной стрелки. Чем толще стрелка на рис. 1,



Татьяна Алексеевна Филичева,
к.т.н.

Эл. почта: filta@yandex.ru
Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (РАНХуГС)
www.rane.ru

Tatyana A. Filicheva,
PhD in Technical Sciences
E-mail: filta@yandex.ru
The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA)
www.rane.ru

тем сильнее влияние. Вес влияния указан числом со знаком вблизи стрелки.

Полученная от экспертов информация должна быть обработана на предмет устранения двусмысленностей и повторений, а также согласования используемой терминологии. В связи с этим следует привести описание каждого из выделенных экспертами концептов.

1. **Количество абитуриентов.** Общее число абитуриентов, поступивших в образовательное учреждение в текущем году.

2. **Платежеспособность общества.** Способность населения и организаций оплачивать образовательные услуги, а также заинтересованность организаций в выполнении НИР по соответствующим направлениям развития науки.

3. **Качество учебных программ.** Общее количество недоработок учебных программ, выявленное за отчетный период.

4. **Довузовская подготовка.** Качество дополнительных образовательных услуг, оказываемых абитуриентам в виде подготовительных курсов, определяемое как соотношение общего числа абитуриентов, обучающихся на подготовительных курсах, к числу абитуриентов, поступивших в вуз после их успешного окончания.

5. **Реклама и имидж вуза.** Статус вуза в регионе и за его пределами, интенсивность рекламной деятельности, направленной на привлечение абитуриентов. Данный показатель является качественным

и определяется на основании анкетирования абитуриентов, выпускников, населения, работодателей.

6. **Базовый уровень знаний абитуриента.** Уровень знаний, полученный на стадиях начального, среднего и высшего образования; определяется на основе оценок ЕГЭ или внутреннего экзамена вуза в соответствии с правилами приема.

7. **Отчисления и переводы в другие вузы.** Число студентов, отчисленных и переведенных в другие вузы за отчетный период.

8. **Уровень финансирования.** Объем средств из бюджетных и внебюджетных источников, направленный на обеспечение образовательного процесса.

9. **Количество НИР.** Общее количество выполненных НИР на конец отчетного периода по источникам финансирования.

10. **Трудоустройство выпускников.** Процент выпускников вуза, трудоустроенных по его окончании, который определяется как число выпускников, устроившихся на работу после окончания вуза, отнесенное к общему числу выпускников вуза.

11. **Результаты ГЭК и защита выпускных квалификационных работ.** Качество подготовки специалистов, определенное средним баллом по вузу, на основании знаний, показанных при сдаче государственного междисциплинарного экзамена и защиты квалификационной работы.

12. **Карьера выпускников.** Общее число выпускников вуза, получивших продвижение по службе,

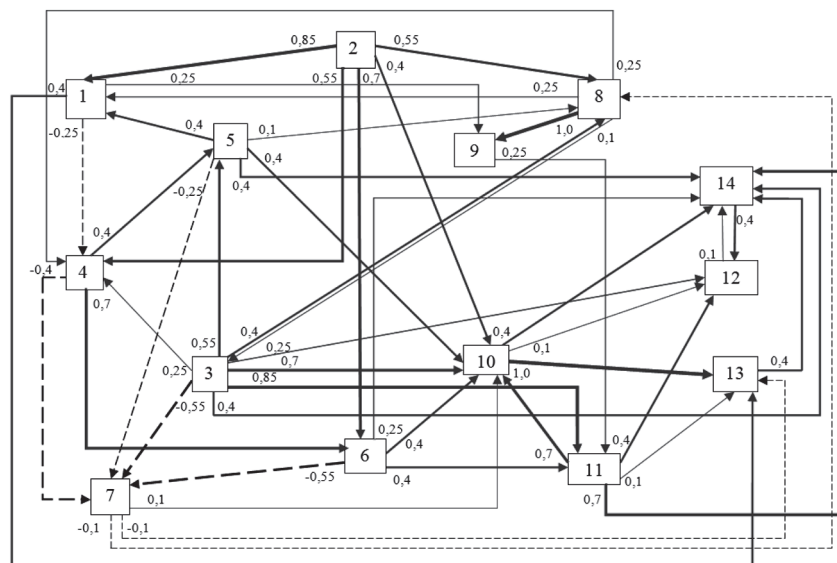


Рис. 1. Визуальное представление когнитивной карты оценки рисков снижения качества профессиональной подготовки

повышение заработной платы в течение 1–3 лет после окончания образовательного учреждения.

13. *Обеспеченность соответствующей отрасли кадрами.* Общее количество вакантных мест, выставляемых на конкурс замещения должностей в рассматриваемый период.

14. *Качество профессиональной деятельности выпускников.* Уровень качества профессиональной деятельности, оцениваемый по удовлетворенности общества данной деятельностью; определяется посредством проведения социологических опросов в регионе, а также отражается в виде отношения количества рекламаций от работодателей за предыдущий и последующий отчетные периоды.

При построении когнитивной карты экспертами должна оцениваться интенсивность влияния установленных связей между концептами, которая ранжируется по семибальной шкале («очень низкое», «низкое», «ниже среднего», «среднее», «выше среднего», «высокое», «очень высокое»).

Общее состояние качества профессиональной подготовки, с учетом дискретности измерения, определяется набором значений *всех* концептов. Целевое состояние задается вектором значений множества *целевых* концептов, которые определяются на основе мнений экспертов. Задание весов связей, которое учитывает мнения нескольких экспертов при условии согласованности ответов, позволяет снизить субъективность экспертной оценки. Вес связи при оценке несколькими экспертами определяется как среднее арифметическое оценки силы *i*-й связи *j*-м экспертом. Для проверки согласованности оценок экспертов используется метод ранговой корреляции. Коэффициент конкордации рассчитывается по формуле Кендалла. На этапе апробации данного метода был получен коэффициент согласованности $\Theta_c = 0,7$, что позволяет считать мнение экспертов в достаточной степени согласованным.

После формирования и анализа когнитивной модели оценки рисков снижения качества осуществляется моделирование динамики поведения выделенных экспертами концептов посредством внесения значения *возмущения*, зависящего от периода мониторинга значений выделенных

концептов. Так, если мониторинг осуществляется один раз в квартал при периоде исследования один год, то значение шага возмущения принимается равным 4. Далее по каждому из выделенных экспертами концептов вносятся начальные значения возмущений, зависящие от показателей, выбранных в качестве целевых на планируемый промежуток времени (один год), и их значений.

Следует отметить, что на каждый планируемый период могут быть выбраны разные целевые показатели в зависимости от стратегических целей образовательного учреждения, а также целевых значений измеряемых показателей. Числовое значение возмущения устанавливается в зависимости от планируемого целевого уровня и применяемой шкалы оценок влияния связей между концептами. В данном случае числовое значение возмущения взято в интервале от -1 до 1. Глубина расчета для данной когнитивной модели зависит от рассматриваемого периода оценки; например, если период исследования составляет один год, то глубина расчета равна 12. Глубина расчета связана с понятием *модельного времени*, под которым понимается время, являющееся имитацией, прообразом времени реальной системы. Для моделирующей системы модельное время – это переменная, значение которой в системе дискретно изменяется. Его протекание определяет моменты совершения определенных событий, продолжительность выполнения определенных действий. В предложенной модели понятие «глубина расчета» характе-

ризует протекание процесса и незначительно соотносится с реальным временем моделируемой системы. Кроме того, в модели не учитываются временные задержки при передаче воздействия между концептами и предполагается, что каждое воздействие происходит за единичное время.

При моделировании оценки рисков снижения качества профессиональной подготовки выбирается шаг возмущения 4 (мониторинг осуществляется один раз в квартал модельного времени, равного одному году), и возмущения по каждому из концептов определяются с учетом силы влияния на достижение поставленных целей.

Графическое отображение результатов моделирования представлено на рис. 2 (каждый из графиков показан соответствующим концепту цветом); имеется возможность вывести графическое отображение динамики поведения каждого концепта когнитивной модели в отдельности.

Расчет результатов моделирования позволяет получить табличное представление результатов (*когнитивную матрицу*) со всеми выделенными концептами и их поведением в исследуемый период. Устойчивое снижение значения весового коэффициента по концепту в исследуемый период рассматривается как риск снижения качества профессиональной подготовки и является основанием формирования рекомендаций администрации для принятия управленческих решений.

После разработки моделей и их анализа для определения пу-

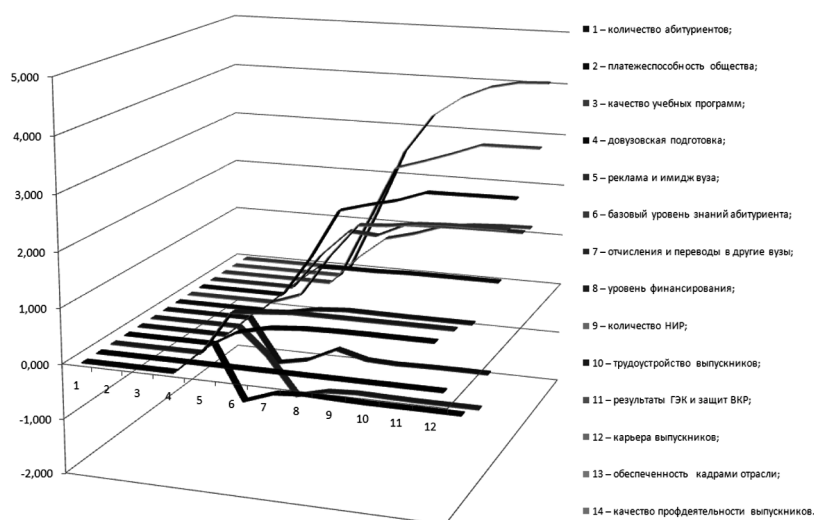


Рис. 2. Графики результатов моделирования оценки рисков снижения качества профессиональной подготовки

тей снижения рисков и улучшения качества профессиональной подготовки выделяются *наиболее проблемные* концепты, имеющие неудовлетворительные качественные оценки или значения, не соответствующие целевым.

На основании анализа моделей при учете производственных правил, которые формируются экспертами (например, *ЕСЛИ* <количество абитуриентов меньше установленных контрольных цифр> *ТО* <активизировать проведение рекламных мероприятий> *ИЛИ* <повысить информированность общества> *ИЛИ* <повысить имидж вуза> *ИЛИ* <снизить стоимость обучения>; *ЕСЛИ* <снижился имидж вуза> *ТО* <повысить рекламную деятельность> *ИЛИ* <увеличить количество социально значимых проектов> *ИЛИ* <повысить качество реализуемых программ> *ИЛИ* <увеличить число выполненных НИР>), определяются способы улучшения, совершенствования и оптимизации рассматриваемого процесса. Производственные правила вносятся специалистами службы качества или аналитиками в совокупность производственных правил, которая позволяет получать рекомендации для администрации при принятии управленческих решений.

2. Реализация подсистемы оценки рисков снижения качества профессиональной подготовки

Подсистема оценки рисков снижения качества профессиональной подготовки, включенная в состав информационно-аналитической системы мониторинга качества профессиональной подготовки (ИАС МК), реализована с помощью интеграции «Web-формы – Microsoft Access – Microsoft Excel –

VBA-модуль». Подсистема обеспечивает удаленное взаимодействие экспертов в области качества (сбор мнения экспертов о влиянии концептов когнитивной карты) с целью определения весов концептов, позволяет с помощью когнитивной модели осуществить прогнозную оценку рисков снижения качества, сформировать рекомендации для лица, принимающего решения (ЛПР), по поводу снижения негативного влияния на поведение образовательной системы.

При реализации подсистемы оценки рисков снижения качества профессиональной подготовки группы пользователей характеризуются следующим образом.

Эксперты в предметной области – на основе знаний о предметной области выделяют основные факторы, влияющие на качество профессиональной подготовки, формируют список концептов когнитивной карты для исследования возможных причин снижения качества, а также устанавливают связи между ними. При установлении связей между факторами, влияющими на качество профессиональной подготовки, используется удаленный доступ, который позволяет повысить оперативность работы экспертов и привлечь внешних экспертов в области качества.

Служба качества – является организатором процесса сбора и анализа информации по оценке рисков снижения качества профессиональной подготовки и выполняет следующие функции:

- на подготовительном этапе формирует список концептов когнитивной карты для исследования возможных причин снижения качества профессиональной подготовки с последующим внесением в базу знаний подсистемы (с учетом мнения экспертов);

- на этапе построения и модификации совокупности продукционных правил для формирования рекомендаций ЛПР осуществляет импорт данных в базу знаний;

- координирует работу пользователей при работе с подсистемой по обновлению совокупности продукционных правил (совместно с аналитиками) для формирования рекомендаций для ЛПР;

- выполняет проверку согласованности мнения экспертов (метод ранговой корреляции) и при достаточной согласованности мнений экспертов осуществляет импорт данных по оценке связей между факторами, влияющими на качество профессиональной подготовки.

Аналитики – указывают значения возмущений по каждому из концептов когнитивной карты с учетом дискретности воздействий на концепты когнитивной модели по оценке рисков снижения качества и инициируют выполнение моделирования.

ЛПР – является заключительным звеном в процессе принятия решений по уменьшению рисков снижения качества предоставляемых образовательных услуг. Для ЛПР доступна информация по результатам прогноза поведения когнитивной модели, как в виде таблицы результатов с рекомендациями по уменьшению рисков снижения качества, так и в виде графиков поведения концептов когнитивной карты. Кроме того, ЛПР может воспользоваться комментариями и рекомендациями аналитиков с обоснованием поведения концептов, которые включены в группу факторов возникновения рисков и базисных факторов.

Метод анализа рисков, основанный на методе когнитивного моделирования, позволяет на основании мнения экспертов формировать рекомендации по снижению рисков и улучшению качества профессиональной подготовки.

Список литературы

1. Митин А.И., Филичева Т.А. Информационно-аналитическая система мониторинга качества профессиональной подготовки // Открытое образование. – 2013. – № 4.
2. Казаков И.Е., Мальчиков С.В. Анализ стохастических систем в пространстве состояний. – М.: Наука, 1983. – 384 с.
3. Костюкова Т.П., Лысенко И.А. Система управления рисками в образовательной деятельности – неперенная часть менеджмента качества [Электронный ресурс] // Информационные технологии в образовании; III Международная научно-практическая конференция «Информационная среда вуза XXI века» 21–25 сентября 2009 г., г. Петрозаводск. Режим доступа: <http://ito.edu.ru/2009/Petrozavodsk/I/I-0-17.html> (дата обращения 22.10.2012).
4. Силов В.Б. Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке. – М.: ИНПРО-РЕС, 1995. – 228 с.
5. Федюлов Ю.Г., Юсов А.Б., Матвеев А.А. Исследование социально-экономических и политических процессов с помощью когнитивных моделей: учебно-методическое пособие. – М.: РАГС, 2004. – 60 с.

Оценка профессиональных компетенций студентов: междисциплинарный аспект (на примере направления подготовки бакалавров «бизнес-информатика»)

Данная статья посвящена вопросам оценки профессиональных компетенций студентов с точки зрения компетентностно-ориентированного подхода. При этом приводятся этапы формирования профессиональной компетенции, строится онтологическая модель междисциплинарных связей в процессе её развития, приводится пример оценки уровня компетентности.

Ключевые слова: профессиональные компетенции, компетентность, оценка компетенций, онтология, высшее образование, качество знаний.

ASSESSMENT OF STUDENTS' PROFESSIONAL COMPETENCE: INTERDISCIPLINARY ASPECTS (IN THE CASE OF BACHELOR PROGRAM «BUSINESS-INFORMATICS»)

This article is about the assessment of professional competence of students in terms of the competence-based approach. The stages of the formation of professional competence were formulated, the ontological model of interdisciplinary communication was built, an example of assessing the level of competence was described.

Keywords: professional competence, competence, assessment of competency, ontology, higher education, the quality of knowledge.

Введение

Очевидно, что организация контроля качества обучения – одно из обязательных условий эффективно-го формирования компетенций студентов в системе высшего профессионального образования. Оценка уровня компетентности студентов при этом должна объективно показывать степень их знаний, умений и навыков в решении задач из областей будущей профессиональной деятельности.

Компетентностно-ориентированный подход вносит свои коррективы в систему оценки качества знаний. При этом происходит смещение акцентов с контроля усвоения отдельных учебных дисциплин на контроль степени сформированности требуемых для профессии компетенций.

Проблема оценки профессиональных компетенций в контексте компетентностного подхода к

высшему образованию возникла сравнительно недавно и является одним из вызовов современного общества. Можно сказать, что в настоящее время не существует общей, универсальной методики оценки компетенций студентов. Отдельные вопросы измерения и шкалирования профессиональных компетенций рассмотрены в работах И.Н. Елисеева, И.А. Зимней, В.Н. Михелькевича, И.В. Сибикиной, Ю.Г. Татура, А.В. Хуторского и других. Но в целом данный вопрос является еще недостаточно разработанным.

Для решения данной проблемы в работе предлагается онтологический подход, где под онтологией понимается некоторая формальная концептуальная модель рассматриваемой предметной области, характеризующая взаимосвязи между классами её структурных элементов.

Приложение понятия «онтология» к техническим системам развивается в последние годы в работах таких ученых, как И.Н. Даниленко, А.М. Дворянkin, В.К. Зольников, Л.А. Манучарян, М.М. Матюшин, О.Н. Нагорянский, Г.С. Плесневич, С.К. Стафеев, А.Ю. Ужва, В.И. Яговкин и других. При этом, как правило, рассматриваются лишь некоторые отдельные аспекты представления предметно-ориентированных полей знаний с помощью формализованных языков описания онтологий.

В данной статье приводится пример построения онтологии, позволяющей выявить междисциплинарные связи в процессе формирования профессиональных компетенций для направления подготовки бакалавров 080500 «Бизнес-информатика». Также описывается пример методики оценки компетенций научно-исследовательской деятельности.



Татьяна Михайловна Шамсутдинова,
к.ф.-м.н., доцент
Тел.: (347) 228-2666
Эл. почта: radsh@rambler.ru
Башкирский государственный
аграрный университет
www.bsau.ru

Tatiana M. Shamsutdinova,
Candidate of Physical and Mathematical
Sciences, Associate Professor
Тел.: (347) 228-2666
E-mail: radsh@rambler.ru
Bashkir State Agrarian University
www.bsau.ru



Светлана Владиславовна Прокофьева,
старший преподаватель кафедры
Информатики и информационных
технологий
Тел.: (347) 232-7915
E-mail: svp312@yandex.ru
Башкирский государственный
аграрный университет
www.bsau.ru

Svetlana V. Prokofyeva,
Senior Lecturer of the Department of
Computer Science and Information
Technology
Тел.: (347) 232-7915
E-mail: svp312@yandex.ru
Bashkir State Agrarian University
www.bsau.ru

1. Особенности формирования профессиональных компетенций студентов в условиях компетентностно-ориентированного подхода

Обобщая изложенные в [1-2] подходы к понятию профессиональной компетенции, введем следующие определения. Под *профессиональной компетенцией* студента вуза будем понимать его знания, умения и навыки, позволяющие эффективно решать задачи в областях, связанных со сферой его будущей профессиональной деятельности, а также все необходимые для этого личностные качества. Соответственно, под *профессиональной компетентностью* будем понимать способность студента решать конкретные прикладные задачи своей предметной области с учетом требуемых для этого личностных характеристик.

Каждая профессиональная компетенция при этом складывается из целого ряда компонент, отражающих степень сформированности у студента требуемых теоретических знаний, практических навыков и опыта в решении профессиональных задач, а также его индивидуально-личностных качеств. Данные индивидуальные качества включают степень ценностного отношения студента к процессу образования, степень его мотивированности на получение конкретного результата, творческий подход к решению задач, наличие коммуникативных лидерских навыков, позволяющих работать в команде, способность принимать решения и нести за них дальнейшую ответственность и т.д.

Каждая профессиональная компетенция проходит в своем становлении и развитии определенные ступени, формируясь в процессе изучения соответствующих учебных дисциплин и укрепляясь в результате междисциплинарных связей. Здесь выделим следующие этапы:

– знакомство с предметной областью будущей профессиональной деятельности, формирование мотивированности на получение квалификации в выбранной спе-

циальности (подготовительный этап);

– формирование необходимых в заданной предметной области теоретических знаний (этап развития знаниевой компоненты компетенции);

– выработка необходимых практических навыков для работы, приобретение личного опыта в решении стандартных, типовых производственных прикладных задач (этап формирования репродуктивно-деятельностной компоненты);

– корректировка полученных ранее знаний с учетом приобретенного практического опыта, адаптация теоретических знаний к особенностям выбранной профессии (этап самоосмысления и рефлексии);

– формирование умений и навыков решения нестандартных, нетиповых прикладных задач в своей профессиональной области (этап формирования продуктивно-деятельностной компоненты);

– дальнейшее развитие компетенции путем углубления знаний и навыков, выявление в предметной области зависимостей и взаимосвязей, обобщение накопленной информации, анализ и синтез профессиональных знаний (научно-исследовательский этап);

– формирование готовности к самостоятельной профессиональной деятельности (этап развития профессионального мастерства).

Завершая обучение в вузе, молодой специалист продолжает дальнейшее формирование профессиональных компетенций уже в условиях реальной профессиональной среды. Тем самым компетенции переходят на новый этап своего жизненного цикла, где отчасти, снова повторяют пройденные ранее этапы, но уже применительно не к учебным условиям, а в реалиях настоящего производства. Можно сказать, что развитие профессиональных компетенций носит спиралевидный характер, где каждый виток спирали повторяет похожие действия при изменении характера профессиональной деятельности (внедрения в работу новых технологий, смены места работы, перекалфикации и других).

2. Онтологический подход к представлению профессиональных компетенций

Понятие «онтологии» как формы представления бытия восходит к XVII в. и встречается в философских трактатах многих ученых-мыслителей того времени. Позднее данный термин приобрел новое звучание и стал использоваться для описания общей концепции взаимосвязи и взаимовлияния объектов.

С данной точки зрения онтология выступает как некая структурированная схематичная модель знаний, построенная в концепции выделения основных классов объектов, их свойств и правил поведения. Для описания данных онтологий используются специальные языки представления знаний, например OWL – Web Ontology Language, KIF – Knowledge Interchange Format и др.

Используя данную парадигму онтологического представления знаний, можно попытаться выявить и основные классы модели междисциплинарных связей в процессе формирования профессиональных компетенций у студентов в ходе изучения дисциплин в вузе. С точки зрения онтологического подхода поле знаний формирования компетенций будет представлять собой определенную концептуальную схему, отражающую степень влияния отдельных дисциплин на общий процесс формирования профессиональной компетентности.

Проиллюстрируем данный подход на примере направления подготовки бакалавров 080500 «Бизнес-информатика».

Согласно Федеральному государственному образовательному стандарту высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) [3] бакалавры данного направления должны овладеть 29 перечисленными в стандарте профессиональными компетенциями, как, например:

– «ПК-1 Проводить анализ архитектуры предприятия»;

– «ПК-2 Проводить исследование и анализ рынка информационных систем (ИС) и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ)»;

– «ПК-3 Выбирать рациональные ИС и ИКТ-решения для управления бизнесом» и т.д.

При этом все профессиональные компетенции разделены на шесть основных групп деятельности:

- аналитическая (ПК-1 – ПК-4);
- организационно-управленческая (ПК-5 – ПК-13);
- проектная (ПК-14 – ПК-18);
- научно-исследовательская (ПК-19 – ПК-21);
- консалтинговая (ПК-22 – ПК-25);
- инновационно-предпринимательская (ПК-26 – ПК-29).

Для формирования данных компетенций в ФГОС ВПО предлагается определенная структура основной образовательной программы бакалавриата, содержащая перечень учебных дисциплин, разбитых на три цикла:

- гуманитарный, социальный и экономический цикл;
- математический и естественно-научный цикл;
- профессиональный цикл.

Каждый из циклов при этом содержит дисциплины как базовой части (обязательной для изучения), так и вариативной (определяемой конкретным вузом).

В результате анализа данного ФГОС ВПО был сделан вывод, что на формирование профессиональных компетенций наибольшее влияние оказывают следующие учебные дисциплины (табл. 1). Для удобства обработки информации им была присвоена сплошная нумерация и определенное кодовое обозначение (дескриптор).

При этом в табл. 1 были включены все дисциплины математического и естественно-научного цикла и та часть дисциплин гуманитарного, социального и экономического цикла, которая отвечает за формирование экономических и правовых знаний. Также в таблицу вошла вся часть базового профессионального цикла и четыре дисциплины из перечня, предлагаемого на усмотрение вуза. Выбор именно этих дисциплин был обус-

Таблица 1

Основные учебные дисциплины

Наименование дисциплины	Дескриптор
<i>Гуманитарный, социальный и экономический цикл</i>	
Микроэкономика	Г
Макроэкономика	1_Г_МИЭ
Менеджмент	2_Г_МАЭ
Право	3_Г_М
Экономика фирмы	4_Г_П
	5_Г_ЭФ
<i>Математический и естественно-научный цикл</i>	
Математический анализ	М
Дискретная математика	6_М_МА
Дифференциальные и разностные уравнения	7_М_ДМ
Линейная алгебра	8_М_ДРУ
Теория вероятностей и математическая статистика	9_М_ЛА
Общая теория систем	10_М_ТВМС
Исследование операций	11_М_ОТС
Анализ данных	12_М_ИО
	13_М_АД
<i>Профессиональный цикл (базовая часть)</i>	
Архитектура предприятия	П
Моделирование бизнес-процессов	14_П_АП
Управление жизненным циклом ИС	15_П_МБП
Программирование	16_П_УЖЦ
Базы данных	17_П_П
Вычислительные системы, сети, телекоммуникации	18_П_БД
Рынки ИКТ и организация продаж	19_П_ВССТ
Управление ИТ-сервисами и контентом	20_П_РИОП
Электронный бизнес	21_П_УИСК
Деловые коммуникации	22_П_ЭБ
	23_П_ДК
<i>Профессиональный цикл (по выбору вуза)</i>	
Стандартизация, сертификация и управление качеством программного обеспечения	ПВ
ИТ-инфраструктура предприятия	24_ПВ_ССУК
Информационная безопасность	25_ПВ_ИТИП
Системы поддержки принятия решений	26_ПВ_ИБ
	27_ПВ_СППР

Таблица 2

Фрагмент построенной матрицы смежности

Дескриптор	14_П_АП	15_П_МБП	16_П_УЖЦ	17_П_П	18_П_БД	19_П_ВССТ	20_П_РИОП	21_П_УИСК	22_П_ЭБ	23_П_ДК	24_ПВ_ССУК	25_ПВ_ИТИП	26_ПВ_ИБ	27_ПВ_СППР
ПК-14	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
ПК-15	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
ПК-16	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
ПК-17	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
ПК-18	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0

ловлен тем, что они являются достаточно разноплановыми и вносят свой необходимый вклад в вопросы формирования целого ряда профессиональных компетенций. Например, дисциплина «Стандартизация, сертификация и управление качеством программного обеспечения» является важной для формирования компетенции «ПК-9 Использовать современные стандарты и методики, разрабатывать регламенты для организации управления процессами жизненного цикла ИТ-инфраструктуры предприятий» и т.д.

Далее была сформирована двоячная матрица смежности, отражающая влияние перечисленных учебных дисциплин на формирование профессиональных компетенций (1 - значительное влияние / 0 - отсутствие значительного влияния). При составлении данной матрицы смежности был использован метод экспертных оценок. В частности, был опрошен ряд преподавателей вузов, выступивших в качестве экспертов.

В данном случае система предпочтений экспертов шкалировалась и оценивалась по номинальной шкале, выражающей наличие/отсутствие определенных свойств у объекта, в частности взаимосвязей дидактических единиц дисциплин с содержательной частью профессиональных компетенций. Для согласования результатов опроса была сформирована обобщенная оценка, вычисленная методом усреднения оценок разных экспертов и округленная по математическим правилам.

Построенная матрица описывает взаимосвязи 29 профессиональных компетенций с 27 учебными

дисциплинами. В табл. 2 представлен небольшой фрагмент данной матрицы, соответствующий дисциплинам профессионального цикла ФГОС направления подготовки бакалавров 080500 «Бизнес-информатика» и компетенциям, относящимся к проектному виду деятельности.

Для программной реализации выявленных зависимостей был использован редактор онтологий для построения баз знаний Protégé. Данный редактор основан на языке веб-онтологий OWL, позволяющем выстраивать иерархию классов рассматриваемого поля знаний (предметной области) и имеющем свой механизм задания свойств классов и индивидов.

Термин «класс» (Class) выступает в Protégé как одно из основополагающих понятий онтологии [4]. Под классом здесь понимается определенная группа индивидов

(Individual), которых объединяет заданный набор общих свойств. Для представления подчиненных взаимоотношений классов используются иерархические структуры, для представления других форм отношений – разнообразные ограничения, уточняющие свойства класса.

Под индивидами, соответственно, понимаются конкретные представители классов. Два класса могут быть объявлены как эквивалентные, если они имеют одинаковых представителей. При этом формальная логика OWL позволяет получать такие факты, которые не представлены в онтологии в явном виде, но следуют из ее внутренней семантики.

На рис. 1 и 2 представлены онтографы построенной онтологии. При этом на рис. 1 представлена общая структура иерархии классов онтологии, на рис. 2 – фрагмент онтологии междисциплинарных связей, соответствующий формированию компетенций проектного вида деятельности и отражающий взаимосвязь учебных дисциплин с данными компетенциями. В качестве индивидов классов компетенций при этом выступают их компоненты в виде знаний, умений и навыков. С другой стороны, данные знания, умения и навыки формируются при изучении определенных учебных дисциплин, что и обеспечивает взаимовлияние между классом «Ком-

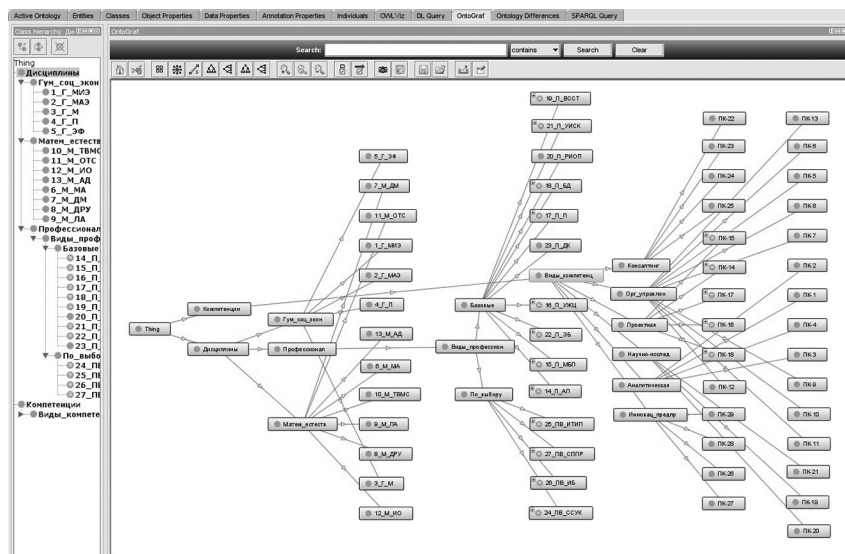


Рис. 1. Иерархическая структура классов онтологии междисциплинарных связей, построенная в редакторе онтологий Protégé

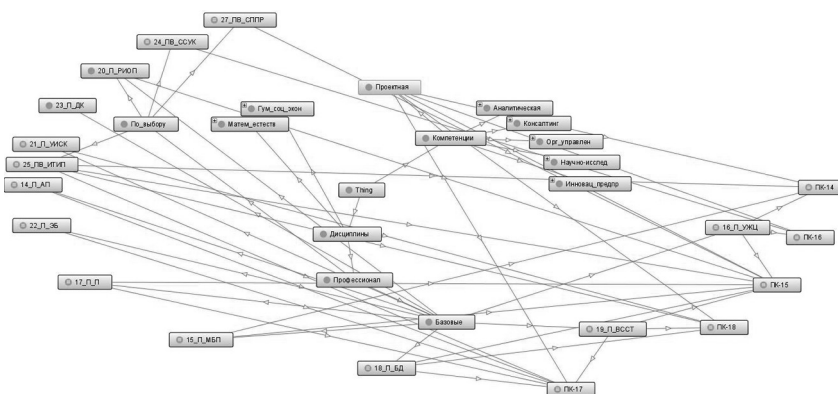


Рис. 2. Онтограф построенной онтологии междисциплинарных связей для компетенций проектного вида деятельности

петенции» и классом «Дисциплины». В терминах семантики языка OWL данное взаимовлияние носит характер эквивалентности классов и устанавливается с помощью отношения *EquivalentClass*.

Онтологический подход в данном случае позволяет выявить и достаточно четко сформулировать междисциплинарные связи в ходе формирования компетенций студентов. В формировании ряда компетенций одновременно участвуют значительное количество учебных дисциплин, и, следовательно, нужна четкая координация учебных планов и основных образовательных программ вузов, позволяющая выстроить необходимый порядок следования дисциплин в образовательном процессе. Кроме этого, необходим анализ дидактического наполнения данных дисциплин, чтобы избежать дублирования одного и того же материала в разных учебных курсах.

Задача эффективного планирования образовательного процесса может быть решена только с точки зрения целостной концепции и системного подхода. Каждый элемент образовательного процесса должен иметь в нем свое заданное место, обеспечивающее преемственность в изучении материала, полноту его раскрытия в контексте междисциплинарных связей и уникальность (отсутствие дублирования).

На всех этапах формирования профессиональной компетенции и ее жизненного цикла необходим обязательный контроль имеющихся на данный момент знаний, умений и навыков студентов. В случае

выявления общего недостаточного уровня профессиональной компетентности необходимо гибко подходить к построению дальнейшей траектории обучения, вносить в нее коррективы, т. е. обеспечивать адаптивность структуры учебного процесса.

3. Пример оценки уровня сформированности компетенций

Введем следующую модель оценки профессиональной компетенции:

$$P = k_z P_z + k_o P_o + k_u P_u,$$

- где P – итоговая оценка компетенции;
 P_z – результат оценки знаниевой компоненты компетенции;
 P_o – оценка деятельностиной компоненты;
 P_u – оценка интегрированной личностной компоненты, включающей личностно-волевые качества студента;

k_z, k_o, k_u – весовые коэффициенты, соответствующие каждой из данных компонент и используемые для приведения оценок компонент к единой шкале.

Но надо сразу отметить, что если оценка знаний, умений и навыков студентов поддается формализации и может быть выражена в балльной форме, то оценка личностной компоненты компетенции достаточно затруднена и носит относительно субъективный характер. Здесь надо учитывать креативность мышления студента, его дисциплинированность и исполнительность, стремление к самостоятельности и к получению новых знаний, умение

работать в коллективе и т.д. Все данные характеристики довольно разноплановы и плохо поддаются унификации. Поэтому будем считать, что данная компонента имеет характер нечетких множеств и обладает только относительными характеристиками (высокий, средний, низкий) без привязки к балльной шкале.

Рассмотрим возможность оценки текущего уровня сформированности профессиональных компетенций на примере компетенции ПК-20 у бакалавров направления подготовки 080500 «Бизнес-информатика» Башкирского государственного аграрного университета.

Данная компетенция «ПК-20 Использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования» является одной из самых многокомпонентных для данного направления подготовки бакалавров. Естественно, что современные объемы и виды информации подразумевают использование разнообразных технологий обработки данных, в том числе с использованием программных инструментальных средств. Здесь задействованы и абсолютно все дисциплины математического и естественно-научного цикла, и такие дисциплины профессионального цикла, как «Базы данных», «Программирование», «Вычислительные системы, сети, телекоммуникации» и др.

Компетенция ПК-20 относится к разделу научно-исследовательской компетентности и призвана решать следующие задачи, сформулированные во ФГОС данного направления подготовки:

- «поиск, сбор, обработка, анализ и систематизация информации в экономике, управлении и ИКТ»;
- «подготовка обзоров, отчетов и научных публикаций».

Как уже было сказано выше, оценка профессиональной компетенции складывается в первую очередь из оценок таких компонент компетенции, как знаниевая (теоретические знания) и деятельностьная (умения и навыки). Для проверки теоретических знаний студентов

могут использоваться такие классические формы контроля знаний, как проведение опроса студентов по перечню контрольных вопросов (в устной либо письменной форме) или тестирование. Наличие требуемых умений и навыков у студентов может быть проверено на специально разработанных задачах (в виде проверочных контрольных работ), а также методом проектов – путем оценивания выполненных студентами творческих разработок. Это могут быть как предусмотренные учебным планом расчетно-графические, курсовые, дипломные работы/проекты, так и научно-исследовательские проекты. Методика оценивания курсовых работ с точки зрения проверки профессиональных компетенций описана, например, в работе [5].

В данном случае для проверки качества знаний студентов было проведено комплексное тестирование, включающее вопросы по технологиям анализа и обработки текстовой, числовой и графической информации, основам логики, коммуникационным технологиям, а также основам алгоритмизации и программирования. В тестировании приняли участие студенты разных групп направления подготовки 080500 «Бизнес-информатика». Вопросы были разбиты на следующие тематические разделы:

- 1) Общее понятие информации;
- 2) Технологии обработки и анализа числовой информации;
- 3) Технологии обработки текстовой и графической информации;
- 4) Обработка баз данных;
- 5) Основы логики;
- 6) Сетевые и коммуникационные технологии;
- 7) Алгоритмизация и программирование.

Результаты тестирования показали, что самыми сложными темами из перечисленных для студентов являются «Алгоритмизация и программирование» и «Сетевые и коммуникационные технологии» (рис. 3). По данным разделам теста были показаны самые слабые результаты. Из этого можно сделать вывод, что необходимо скорректировать дальнейший процесс обучения студентов так, чтобы дать им воз-

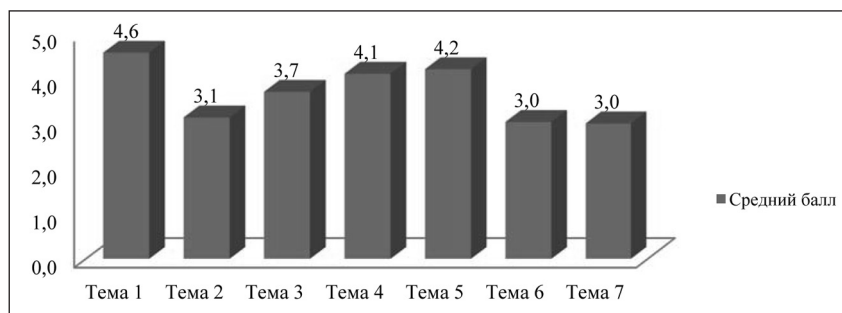


Рис. 3. Результаты проверки знаниевой компоненты компетенции (после преобразования набранных баллов к пятибалльной шкале)

можность получить недостающие знания, усилить самостоятельную работу по данным темам. В дальнейшем при изучении дисциплин, имеющих смежные с этими темами дидактические единицы, нужно учитывать низкий начальный уровень студентов и строить процесс обучения так, чтобы адаптировать учебный материал к реальным знаниям учащихся, повторно рассмотреть некоторые сложные вопросы. В итоге при правильной организации учебных занятий и самостоятельной работы студентов можно добиться заметного выравнивания их знаний.

Из рис. 4 видим, что порядка 19% всех студентов показали достаточно высокие результаты при проверке остаточных знаний. В данном случае высокими считались результаты выше 80 баллов по 100-балльной шкале. При этом 9% студентов показали явно недостаточный уровень теоретических знаний (ниже 40 баллов). Из этого можно заключить, что примерно каждый одиннадцатый студент на данный момент не обладает требуемыми знаниями в области обработки и анализа информации и тем самым не имеет необходимого уровня

знаниевой компоненты профессиональной компетенции ПК-20.

Проверка практических умений и навыков студентов по обработке, анализу и систематизации информации в задачах исследовательского характера проводилась в виде представления разработанных научных проектов на студенческой научной конференции. Всем студентам было предложено выбрать тему проекта (по согласованию с научным руководителем) и подготовить выступление по данной теме. Часть представленных докладов при этом носила обзорно-реферативный характер, а часть имела прикладной характер и была выполнена студентами в разнообразных программных средах.

Критериями оценивания работ студентов при этом выступали:

- актуальность темы исследования;
- научная новизна в виде личного вклада студента в рассматриваемую проблему, включая результаты проверки работы по системе «Антиплагиат» (для работ обзорно-реферативного характера);
- практическая значимость работы;

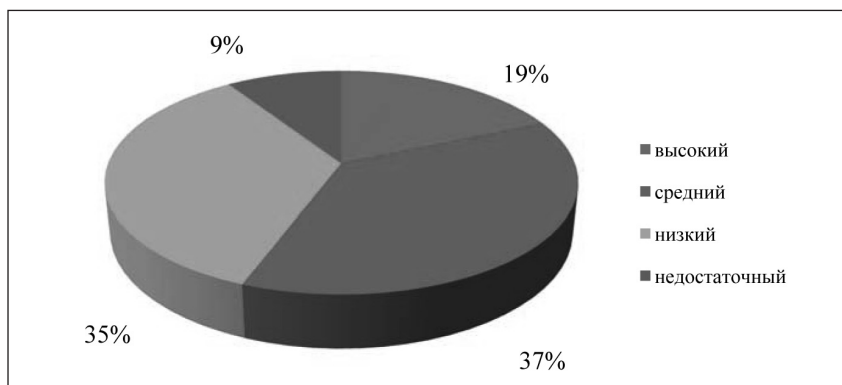


Рис. 4. Выявленные уровни знаниевой компоненты компетенции ПК-20

- глубина (степень) разработанности проблемы;
- качество представленных на конференции доклада и компьютерной презентации;
- полнота ответов на задаваемые вопросы.

Оценка работ проводилась членами жюри конференции (из числа профессорско-преподавательского состава вуза). Здесь можно сказать, что практически все выступившие студенты представили работы на должном исследовательском уровне и тем самым показали достаточный уровень деятельностной компоненты компетенции.

Но нужно заметить, что часть студентов так и не представили свои научные проекты, ссылаясь на ряд объективных (и субъективных) обстоятельств: болезнь, семейные обстоятельства, занятость общественной работой, спортивными соревнованиями и т.д. Здесь необходим индивидуальный подход к каждому случаю, но в целом этот факт негативно характеризует личностную компоненту компетенции студента, не выполнившего в срок заданную работу.

Очевидно, что студенты, получившие высокие суммарные баллы за тестирование и научный проект, показали хорошие навыки в области научно-исследовательской компетентности и, в частности, уже на должном уровне овладели профессиональной компетенцией ПК-20. Студенты, получившие оценку «неудовлетворительно» за тестирование и/или не представившие свой научный проект на конференции, на данный момент не могут быть оценены как имеющие требуемый уровень компетентности (это по-

рядка 10% от общего числа студентов). Но тем не менее в процессе дальнейшего обучения у них еще будет возможность устранить свои пробелы в знаниях и проявить необходимые для выбранной профессии индивидуально-личностные качества. Заключительным этапом формирования данной компетенции ПК-20 станет написание и защита выпускной квалификационной работы, которая и будет являться итоговым критерием качества профессиональной компетентности студента.

Выводы

Обобщая вышесказанное, можно сформулировать следующие основные положения выполненного исследования:

- эффективное формирование профессиональных компетенций студентов является сложным и многокомпонентным процессом, включающим в себя ряд взаимосвязанных и взаимовлияющих элементов. Понимание целостности и единства данных элементов, выявление при этом причинно-следственных связей поможет повысить эффективность планирования и организации учебного процесса вуза (составления рабочих учебных планов, основных образовательных программ, рабочих программ дисциплин и т.д.);

- рассмотрение компонент профессиональных компетенций в качестве поля знаний соответствующей предметной области позволяет смоделировать онтологию данного классов объектов, их свойств и правил поведения. В частности, построенная авторами онтология позволяет выявлять междисциплинарные связи при формировании каждой из

профессиональных компетенций для направления подготовки бакалавров 080500 «Бизнес-информатика»;

- процесс оценивания уровня сформированности профессиональных компетенций можно представить как многоэлементную задачу из частично слабо формализуемых элементов. Если для текущей оценки знаниевой и деятельностной компонент профессиональной компетенции можно использовать общие приемы оценки успеваемости (теоретические вопросы, тесты, контрольные задания, выполнение и защита расчетно-графических/курсовых/творческих работ), то для оценки личностной компоненты достаточно сложно найти единую соответствующую шкалу выражения. Это переводит общую оценку компетенций в область нечетких множеств, где для описания свойств плохо формализуемых элементов можно использовать относительные понятия (высокий, средний, низкий и другие). Выставление точной оценки в баллах при этом представляется весьма затруднительным. Итоговым критерием уровня сформированности большинства профессиональных компетенций является выпускная квалификационная работа (дипломная работа/проект), где студент может максимально реализовать все полученные за годы обучения знания, умения и навыки.

В целом можно заключить, что проблема контроля качества формирования профессиональных компетенций у студентов может быть решена только с позиции комплексного подхода, охватывающего все аспекты качества образовательного процесса в вузе.

Список литературы

1. Зимняя И.А. Компетентностный подход. Каково его место в системе современных подходов к проблемам образования? (теоретико-методологический аспект) // Высшее образование сегодня. – 2006. – № 8. – С. 20–26.
2. Сибикина И.В. Модели и алгоритмы формирования и оценки компетенций выпускника вуза: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Астрахань: АГТУ, 2012. – 16 с.
3. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 080500 «Бизнес-информатика». Квалификация (степень) «бакалавр»: утвержден приказом Министерства образования и науки РФ от 14 января 2010 г. № 27 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.edu.ru/db-mon/mo/Data/d_10/m27-n.pdf (дата обращения: 31.10.2013).
4. Муромцев Д.И. Онтологический инжиниринг знаний в системе Protégé: Методическое пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2007. – 62 с.
5. Шамсутдинова Т.М. Формирование профессиональных компетенций студентов в контексте информатизации высшего образования // Открытое образование. – 2013. – № 6.

Концепция информационного пространства кафедры вуза на основе веб-портала

В статье предлагается концепция организации информационного пространства выпускающей кафедры вуза на основе функционально насыщенного веб-портала. Обсуждены возможности повышения эффективности процесса обучения, как на стадии формирования ресурсов, так и в оперативной фазе на основе использования современных средств управления информационными потоками.

Ключевые слова: учебный процесс, информационное пространство кафедры вуза.

CONCEPT OF WEB-BASED UNIVERSITY DEPARTMENT INFORMATION SPACE

The concept of the university department information space based on services-rich web-site is proposed. We discuss the possibilities of improving the effectiveness of the educational process, both at the stage of formation of resources and in the operational phase, based on the use of modern information management.

Keywords: educational process, university department information space.

1. Постановка проблемы

Ставший традиционным в современной экономике адаптивный стиль бизнеса (модель «make-and-sell», т. е. «специфика рынка определяется предложением») постепенно теряет свои позиции. Парадигмой становятся модели, основанные на гибком реагировании на потребности рынка – «sense-and-respond», что подразумевает признание неизбежности и непредсказуемости изменений во внешней среде [1] и создание системы управления процессами, эффективно реагирующей на эти изменения. Применительно к системе высшего профессионального образования это означает, что организация основного бизнес-процесса вуза – образовательного (учебного) – должна быть максимально гибкой с целью увеличения «быстроты реакции» на требования рынка. Учитывая традиционный консерватизм системы образования, решить эту задачу не просто. В частности, требуется реинжиниринг подходов и средств управления информационными потоками образовательного

процесса вуза [2]. Одним из практически полезных инструментов для работы с такими потоками может стать грамотно организованное информационное пространство кафедры, основанное на использовании функционально насыщенного веб-портала. Доказывать необходимость такого портала – ломиться в открытую дверь. Но несмотря на всю, казалось бы, очевидность и значимость такого инструмента, подобные полные решения практически отсутствуют в электронных ресурсах кафедр российских вузов. В подавляющем большинстве случаев они представляют собой сайты-визитки со стандартным набором информации (история, преподаватели, учебные дисциплины, немного информации для абитуриентов и т.д.). Более того, инструменты организации информационного пространства кафедры в полном объеме практически никем не предлагаются и в качестве коммерческих отраслевых решений. Нами анализировались известные попытки создания «электронных кафедр» в рамках крупных систем управления вузом (например, в

продуктах компаний Nauman (<http://www.naumen.ru/solutions/university>), Гурпу-Софт (<http://gs-vedomosti.ru/kafedra.php>) и другие). Однако они, как правило, ориентированы главным образом на формирование и распределение учебной нагрузки и учет внутривузовских документов кафедры. И не решают задачу создания информационного пространства, которое в современных условиях необходимо сотрудникам, студентам, абитуриентам, работодателям и другим участникам учебного процесса. В данной статье авторы излагают свой взгляд на концепцию организации информационного пространства кафедры вуза.

2. Анализ учебного процесса с точки зрения выпускающей кафедры

Учебный процесс (УП) можно представить как бизнес-процесс (рис. 1), эффективное управление которым подразумевает наличие обратных связей и механизма распределения ресурсов. На вход такой системы поступают начальные знания абитуриентов, на вы-



Виктор Васильевич Бабенко,
к.г.-м.н., заведующий кафедрой
информационных систем
Тел.: (8212) 255179
Эл. почта: babenko@syktsu.ru
ФГБОУ ВПО «Сыктывкарский
государственный университет»
<http://www.syktsu.ru>

Victor V. Babenko,
Candidate of Geological and
Mineralogical Sciences, Head of
Department of Information Systems
Тел.: (8212) 255179
E-mail: babenko@syktsu.ru
Syktyvkar State University, Syktyvkar
<http://www.syktsu.ru>



Юрий Валентинович Гольчевский,
к.ф.-м.н., доцент кафедры
информационных систем
Тел.: (8212) 255179
Эл. почта: yuragol@mail.ru
ФГБОУ ВПО «Сыктывкарский
государственный университет»
<http://www.syktsu.ru>

Yury V. Golchevskiy,
Candidate of Physical and Mathematical
Sciences, Associate Professor,
Department of Information Systems
Тел.: (8212) 255179
E-mail: yurygol@mail.ru
Syktyvkar State University, Syktyvkar
<http://www.syktsu.ru>

ходе – итоговая квалификация подготавливаемого специалиста в конкретной профессиональной области деятельности. Такая схема позволяет проанализировать важные аспекты функционирования системы, абстрагируясь от деталей, и разработать определенные рекомендации по улучшению процесса в соответствии с технологией ВРІ (Business Process Improvement) [2, 3].

При анализе УП можно выделить несколько основных блоков (точка зрения куратора специальности или выпускающей кафедры), которые описаны в табл. 1.

Эта таблица приведена для дальнейшего удобства понимания функциональных блоков при построении концепции информационного пространства кафедры. Здесь умышленно опускается анализ финансовой составляющей в предположении, что денежные ресурсы вуза достаточны для реализации всего процесса. Также не упомянуты формальные операции – согласования, утверждения и т.п.

Обращает на себя внимание то, что большинство операций процесса построены на обмене значительным количеством информации. Это

можно описать в терминах корпоративного документооборота или интерпретировать как единое информационное пространство, обладающее характеристиками, представленными в табл. 2.

Все перечисленные в таблице информационные объекты являются документами открытого доступа, при этом сравнительно высокой частотой изменчивости обладает позиция 6 («расписание») и в меньшей степени позиции 5 и 7. Успешная работа с подобными интенсивными информационными потоками практически невозможна без средств автоматизации. Одним из решений является использование систем электронного документооборота (СЭД), построенных по технологии адресной доставки документов и контроля их исполнения. Но опыт сопровождения документов, перечисленных в табл. 2, показывает, что конфигурация функциональных возможностей СЭД в данном случае не является простой, а затраты на ее эксплуатацию (стоимость владения) могут быть достаточно велики.

Более интересна, с нашей точки зрения, возможность создания «облака доступных сервисов», что отражает главный эволюционный

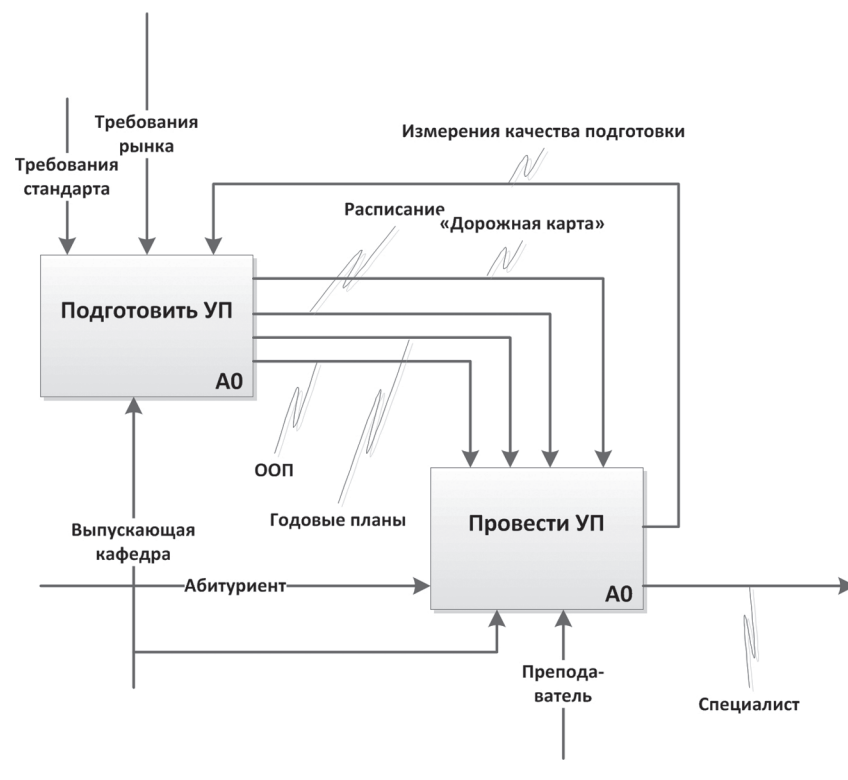


Рис. 1. Упрощенная SADT-диаграмма бизнес-процесса «Организация обучения студентов» (по [4])

Таблица 1

Декомпозиция бизнес-процесса «Организация обучения студентов»

1. Организационная подготовка УП (условно, стратегический блок)	
a) Формирование (актуализация) основной образовательной программы (ООП)	<ul style="list-style-type: none"> • Подбор наилучшего возможного (по конкретному вузу) набора учебных дисциплин в соответствии с требованиями ФГОС и рынка труда: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Получение информации о требованиях рынка труда ✓ Обоснование связи «итоговые компетенции» – «учебные дисциплины» ✓ Формирование навыково-компетентностной модели направления (специальности) ✓ Анализ возможностей преподавания конкретных дисциплин силами вуза
b) Формирование семестровых (годовых) учебных планов	<ul style="list-style-type: none"> • Формирование текущего семестрового (годового) плана из ООП • Подбор текущего преподавательского состава • Формирование текущего семестрового (годового) плана по выпускающей кафедре и соответствующих итоговых документов (штатное расписание кафедры, индивидуальные планы преподавания и т.п.)
c) Формирование (актуализация) и междисциплинарное согласование учебно-методических комплексов (рабочих планов учебных дисциплин)	<ul style="list-style-type: none"> • Создание учебно-методического комплекса (УМК) • Согласование УМК «смежных» дисциплин по входящим и итоговым навыкам • Формирование (актуализация) фонда тестово-контрольных материалов
d) Формирование оптимального расписания занятий	<ul style="list-style-type: none"> • Балансировка трехфакторной модели «оптимальное время группы – оптимальная аудитория – оптимальное время преподавателя»
e) Формирование индивидуального образовательного плана студента («дорожной карты» студента)	
2. Оперативное управление УП (условно, оперативный блок)	
a) Преподавание конкретных дисциплин	<ul style="list-style-type: none"> • Текущий контроль приобретаемых профессиональных навыков • Формирование задания по корректировке УМК (учебной рабочей программы) • Формирование задания по корректировке «дорожной карты» студента • Итоговый контроль усвоения дисциплин
a) Интерактивное руководство курсовым проектированием	
b) Интерактивное руководство дипломным проектированием	
c) Планирование и организация защит курсовых работ и ВКР	
d) Управление индивидуальным профилем обучения студента («дорожная карта» студента)	
e) Организация учебных и производственных практик	
f) Визуализация промежуточных результатов	

тренд прикладных информационных технологий. В самом общем виде эту технологию можно выразить следующей сверхзадачей: «все заинтересованные пользователи должны в любое время иметь возможность получить доступ к необходимой информации, посредством сравнительно простых интерфейсных манипуляций». В случае с УП такая возможность определяется организацией информационного пространства через общий регулируемый доступ («центральную точку») и продуманный набор запросов к базам данных и сервисов по преобразованию выборок. Все это хорошо достигается средствами современных веб-технологий, которые позволяют сравнительно легко реализовать следующие важные особенности:

- легко наращиваемую функциональность;
- эффективное взаимодействие между сотрудниками вуза, а также между преподавателями и студентами независимо от их географического местоположения;
- хорошую «прозрачность» учебного процесса, понимание образовательного плана студентами, абитуриентами и всеми заинтересованными лицами;
- совмещение транзакционной и аналитической бизнес-логики за счет концентрации всей задействованной информации;

Таблица 2

**Структура информационного пространства выпускающей кафедры вуза
(только документы, являющиеся управлениями, по [4])**

Наименование типового документа	Автор (физическое лицо или подразделение вуза)	Количественные характеристики и изменчивость
1. Основная образовательная программа (ООП)	Выпускающая кафедра	Узаконенный текст, 4–5 п.л., корректируется (актуализируется) 1 раз в год
2. Годовой (семестровый) учебный план	Выпускающая кафедра	Узаконенная электронная таблица, издается 1 раз в год на базе ООП
3. Годовой (семестровый) план аудиторной нагрузки преподавателей кафедры	Выпускающая кафедра	Узаконенная электронная таблица, издается 2 раза в год на базе годового учебного плана
4. Штатное расписание кафедры	Выпускающая кафедра	Узаконенная электронная таблица, издается 1 раз в год на базе кафедрального плана аудиторной нагрузки
5. Индивидуальные планы преподавательской нагрузки	Выпускающая кафедра	Узаконенная электронная таблица, издается 1 раз в год на базе кафедрального плана аудиторной нагрузки
6. Расписание занятий	Диспетчерская служба	Узаконенная электронная таблица, издается 2 раза в год на базе кафедрального плана аудиторной нагрузки, корректируется по мере необходимости
7. Рабочая программа (УМК)	Преподаватель дисциплины	Узаконенная электронная таблица, актуализируется 1 раз в год на основе ООП; Узаконенный текст (информационные материалы), до 10 п.л., актуализируется 1 раз в год, тестовые материалы, актуализируются по мере необходимости

– удобство реализации индивидуального учебного плана («дорожной карты») любого студента.

На данном этапе нет смысла говорить о стандарте к структуре веб-портала, отвечающего требованиям оптимального управления учебным процессом. Но определенная концепция, описывающая функциональное и информационное (контентное) наполнение такого портала (связанной группы сайтов), на наш взгляд, заслуживает обсуждения.

3. Концепция составных элементов структуры информационного пространства кафедры вуза

Схема веб-ресурса, на основе которого может быть построено информационное пространство кафедры вуза (условно назовем его «Электронная кафедра»), основывающаяся на приведенном выше анализе, может быть представлена изображениями, приведенными на рис. 2 и 3. Основное управление этапом подготовки УП (см. табл. 1) осуществляется посредством функционала блока «Кафедра Front Office» (рис. 2). Используя модную сейчас метафору, можно сказать, что эта схема задает «экосистему» информационного пространства. Закрашенные блоки предполагают регулируемый доступ. Цифры в кружках соответствуют документам в табл. 2, а в блоки включен инструментарий для их создания и обработки.

Второй большой функциональный блок «Студенческий проектный офис» (рис. 3) спроектирован как самостоятельный раздел портала, соединенный с основным (рис. 2). Включенные в него сервисы ориентированы в первую очередь на решение оперативных задач управления учебным процессом. Закрашенные блоки предполагают регулируемый доступ. Цифры в кружках соответствуют стадиям, представленным в табл. 1, а в блоки включен инструментарий для управления соответствующими документами.

На представленных схемах пунктир использован для подчеркивания иерархии сервисов и объединения их в логические блоки.

Важный функциональный блок, необходимый на оперативной фазе процесса – «Управление качеством», в данной статье не рассмат-

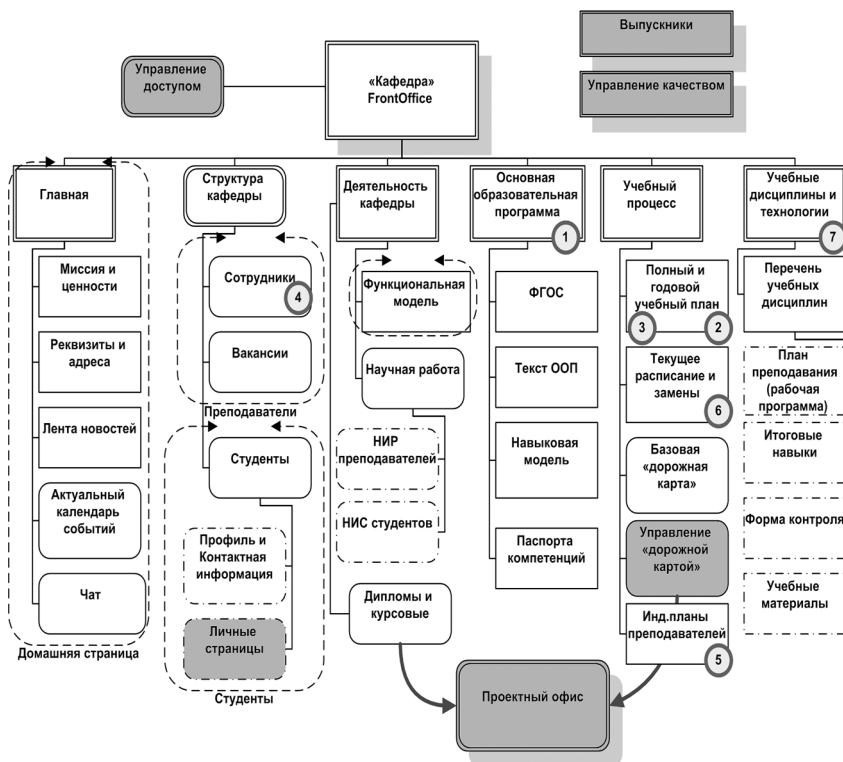


Рис. 2. Содержательная структура основного портала выпускающей кафедры, организующего информационное пространство УП («Кафедра Front Office»)

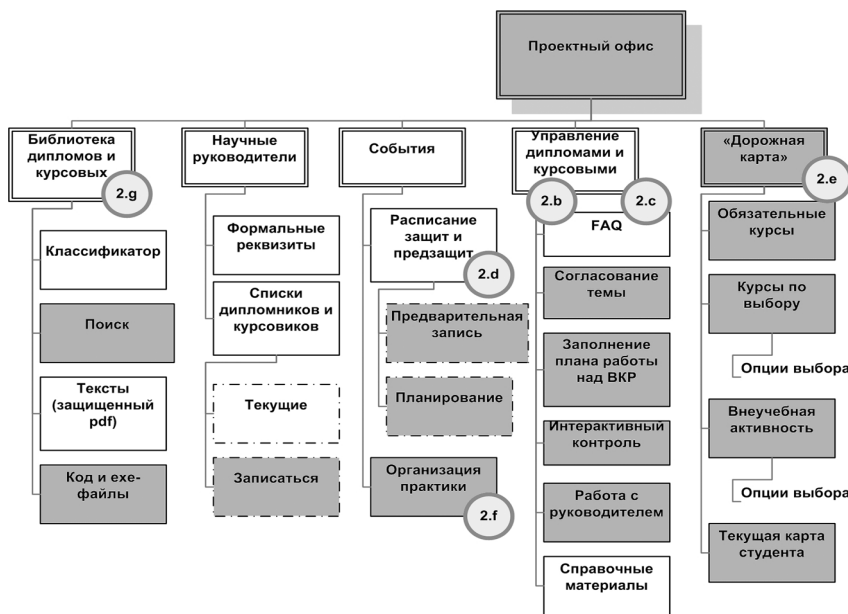


Рис. 3. Содержательная структура «Студенческого проектного офиса»

ривается, так же как и необходимый для обратной связи и корректировки навыково-компетентностной модели (см. табл. 1) блок «Выпускники» и сервис взаимодействия с работодателями.

4. Некоторые особенности представленной концепции

Рассмотрим несколько инструментов, которые традиционно сейчас

отсутствуют на сайтах кафедр вузов, но могут быть весьма полезны.

Начнем с возможностей построения дорожной карты абитуриента и студента.

Абитуриент, поступающий в вуз и выбирая направление обучения, должен четко представлять себе, специалистом в какой сфере он станет – какие виды профессиональной деятельности он сможет

выполнять в будущем, какие должности он сможет занимать и какие должностные обязанности на него будут возлагаться. При этом у него возникнет множество различных вопросов и проблем, например:

- Что выбрать – обучение по программе «Прикладная информатика» или «Прикладная математика и информатика» и какие между ними существенные отличия?

- Чем занимается бизнес-аналитик, системный аналитик, бизнес-архитектор и в чем между ними разница?

Практика показывает, что выкладываемые на сайтах кафедр ООП часто не понятны абитуриентам. Это приводит к ошибкам при поступлении, дальнейшему нежеланию учиться и отчислениям, со всеми вытекающими последствиями.

Далее, студенту было бы полезно определиться с тем, какие позиции по окончании вуза он хотел бы занять (сервис «Навыковая модель»). А это определяет разные требования к нему. Однако зачастую список может быть очень широк [5, 6]. Имея доступ к инструменту, позволяющему составить дорожную карту своего обучения (должность – требования к знаниям и умениям – учебные дисциплины, развивающие их, сервисы «Базовая дорожная карта» и «Управление дорожной картой»), студент мог бы максимально полно подготовиться к работе в желаемой должности и, может быть, по-другому отнестись к самому процессу обучения (заранее планировать темы курсовых, места практик и т.п., тем более что такие инструменты тоже присутствуют в представленной концепции).

Таким образом, карты могли бы сделать более осознанным процесс

выбора направления и более эффективным само обучение.

Немаловажно также выстроить логику взаимодействия преподавателя и заведующего. Например, обеспечить автоматизацию сбора данных и создания отчетов по работе кафедры, согласно требованиям вуза (научно-исследовательская, воспитательная), обмен учебными поручениями и т.п., а также ее актуализацию и размещение в общий доступ (группа сервисов «Учебный процесс»).

Особое внимание в концепции уделяется закладываемым инструментам оперативного контроля качества обучения студента (группа сервисов «Управление качеством»), предполагающим накопление и анализ разнопланового тестирования и проектной деятельности студентов (описание механизмов детализация требуемых для этого сервисов выходит за рамки статьи и авторы предполагают раскрыть эту тему дополнительно).

Описываемая концепция может быть реализована кафедрой несколькими способами.

1. На основе специально разработанной для нее единой системы управления контентом (CMS). Это может быть достаточно сложно, затратно и растянуто по времени, так как «движок» придется разрабатывать «с нуля».

2. На основе некоторой готовой свободно распространяемой CMS или среды для создания веб-приложений (CMF). В качестве такой CMS (CMF) может выступить Drupal [7], ввиду его универсальности, масштабируемости и гибкости, хорошо документированного API. Все основные механизмы уже существуют, останется разра-

ботать только специфическую контентную часть системы.

3. Большинство модулей может быть реализовано в виде отдельных микросайтов, связанных единой точкой входа и, желательно, единой дизайнерской концепцией. Это значительно облегчает проектирование и реализацию. При создании такого пространства его функционал может наращиваться постепенно, что снижает нагрузку на разработчика, позволяет достаточно легко изменять отдельные составные элементы. Некоторые сильно взаимосвязанные и взаимозависимые блоки (например, функциональная модель, функционально-навыковая модель и блок учебных дисциплин) могут дополнительно потребовать наличие единой базы данных, хотя, по нашему мнению, вполне жизнеспособна и концепция большого количества баз данных, скоординированных едиными выходными интерфейсами. Однако при таком подходе могут возникнуть трудности с обеспечением безопасности и удобства входа пользователей в систему (в тех модулях, где требуется персонализация пользователей). Вторая возможная проблема – координация работы разработчиков микросайтов и обеспечение единой концепции.

Заключение

В статье предложена концепция организации информационного пространства выпускающей кафедры вуза на основе функционально насыщенного веб-портала. Авторы статьи будут признательны за обсуждение, дополнения и конструктивную критику предложенной концепции.

Список литературы

1. *Naeckel S.* The Post-Industrial Manager // *Marketing Management Magazine*. – 2010. – Fall. P. 24–32.
2. *Harrington H.J.* (et al.). *Business process improvement workbook: documentation, analysis, design, and management of business process improvement*. – McGraw-Hill, 2012.
3. *Бабенко В.В.* Практический анализ бизнес-процессов: сборник задач и упражнений. – Сыктывкар: Изд-во Сыктывкарского ун-та, 2010. – 288 с.
4. *Марка Д.А., МакГоуэн К.* SADT – методология структурного анализа и проектирования. – М.: Метатехнология, 1993. – 240 с.
5. Требования профессионального стандарта. Специалист по информационным системам: должностные обязанности, умения и навыки // *Прикладная информатика*. – 2008. – № 1(13). – С. 32–67.
6. Требования профессионального стандарта. Специалист по информационным системам: должностные обязанности и основные знания // *Прикладная информатика*. – 2008. – № 3(15). – С. 28–75.
7. Drupal Россия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.drupal.ru/> (дата обращения: 01.11.2013).

Разработка учебных планов на основе интегрированного информационно-образовательного пространства¹

В статье рассматриваются вопросы разработки компетентностно-ориентированных учебных планов на основе требований федеральных государственных образовательных стандартов. В этой связи делается попытка сформулировать обобщенную модель информационно-образовательного пространства и разработать на её основе технологию формирования учебного плана.

Ключевые слова: учебный план, информационно-образовательное пространство, технология.

THE DEVELOPMENT OF CURRICULUM BASED ON THE INTEGRATED INFORMATION-EDUCATIONAL ENVIRONMENT

The article discusses the development of competence-oriented curriculum based on the requirements of the federal state educational standards. In this context, an attempt is made to formulate a general model of information-educational environment, and to develop on its basis the technology of curriculum generation.

Keywords: Curriculum, information-educational environment, technology.

Введение.

Особенности разработки учебных планов на основе современных подходов

В настоящее время подготовка высококвалифицированных кадров уровня бакалавриата и магистратуры является наиболее приоритетной задачей высшего образования, так как обеспечивает потребность экономики и управления в решении максимально широкого спектра задач. А с учетом возможности углубления освоения компетенций по различным видам деятельности такая подготовка определяет высокий уровень конкурентоспособности выпускников вузов на современном рынке труда. В этой связи проблеме разработки эффективных образовательных программ высшего образования в контексте современных подходов к углублению освоения компетенций по различным видам деятельности, классам задач и предметных областей уделяется пристальное внимание.

Как отмечается в работе [1], основными требованиями к разработке образовательных программ являются:

- реализация компетентностного подхода в определении содержания образовательной программы;
- применение модульного подхода к построению учебного плана;
- студентоориентированность и практическая направленность подготовки;
- увязка формируемых компетенций с потребностями работодателей.

В этой связи при анализе и описании сервисов формирования учебного плана представляется целесообразным учитывать эти требования. Остановимся на них более подробно.

В работе [2] подробно раскрываются такие понятия, как модель компетенций и стандарты компетенций. Так, модель компетенций определяется как набор элементов в виде перечня знаний, навыков,

отношений и характеристик, позволяющий человеку успешно выполнять функции, соответствующие его должности. Стандарт компетенций в той же работе определяется как норма компетентности по каждому элементу модели компетенций, которая является целевым уровнем результатов обучения и основой для применения процедуры оценивания.

Компетенции, по сути, определяют набор видов деятельности, которые должен осуществлять профессионал в конкретной области на определенном уровне, а компетентность – это реализация компетенции у конкретного субъекта деятельности, которая зависит от личностных характеристик. В работе [2] компетентность определена как демонстрируемое профессиональное поведение на рабочем месте.

Применение модульного подхода при построении учебного плана позволяет четко структурировать

¹ Статья написана при поддержке РФФИ, грант 13-07-00917.



Михаил Самуилович Гаспариан,
к.э.н., доцент,
Тел.: 8 (916) 227-75-33
Эл. почта: mgasparian@mesi.ru
Кафедра прикладной информатики
в экономике МЭСИ,
www.mesi.ru

Mikhail S. Gasparian,
Associate Professor,
Tel.: 8 (916) 227-75-33
E-mail: mgasparian@mesi.ru
Department of applied informatics in
economics of MESI
www.mesi.ru

учебный материал, а в сочетании с компетентно-ориентированным подходом дает возможность гибкой, и даже индивидуальной, настройки образовательной программы под требования целевой аудитории.

В работе [3] дается определение модуля как логически законченной организационно-методической структурной единицы учебной дисциплины, формирующей одну или несколько определенных компетенций, необходимых для выполнения какого-либо вида профессиональной деятельности. Каждый модуль имеет дидактические цели, достижение которых обеспечивается содержанием учебного материала, совокупностью разных видов и форм учебной работы и мероприятий по контролю приобретенной компетентности учащихся.

С учетом вышеупомянутого можно сделать вывод о практической целесообразности группировки дисциплин учебного плана исходя из близости компетенций, ориентированных на определенные результаты обучения. В этом случае может быть достигнута максимальная полнота изучаемого материала для заданного стандарта компетенции.

По мнению автора работы [3], разработка учебного модуля должна включать в себя создание следующих компонент:

- теоретический блок материала, структурированный на учебные элементы в виде методических пособий, рабочих тетрадей, комплекта методических пособий-самоучителей с приложениями в виде опорных конспектов, обучающих компьютерных программ;
- методическое руководство обучающегося (study guide) по достижению целей (алгоритмы обучения)
- пакеты типовых, комплексных и ситуационных задач и упражнений с алгоритмами решений, описания лабораторных и практических работ;
- материалы для проведения оценки знаний, в том числе банк контрольных заданий, соответствующий целям, поставленным данным модулем, содержащий

входные и выходные контрольные теоретические тесты и специальные задачи различной степени сложности, а также методические указания к проведению контроля.

Применение компетентного подхода в формировании профессиональных образовательных программ в части практической деятельности вызывает необходимость максимальной ориентации на реальные профессиональные стандарты, определяющие компетентностные и квалификационные требования к выполняемым работам. В этом отношении большое значение имеют разработанные Ассоциацией предприятий компьютерных и информационных технологий профессиональные стандарты [4], основанные на Национальной рамке квалификаций РФ, которые четко определяют по уровням квалификации должностные обязанности, профессиональные компетенции, требования к образованию в области информационно-коммуникационных технологий. Так, в качестве профессиональных стандартов, на которые ориентирована примерная образовательная программа по прикладной информатике, приводятся квалификационные требования (профессиональные стандарты) в области информационных технологий: «Специалист по информационным системам», «Специалист по информационным ресурсам», «Системный аналитик», «Системный архитектор» [1, 4].

1. Формирование модели информационно-образовательного пространства для разработки эффективных образовательных программ

Для формирования единой модели описания информационно-образовательного пространства (ИОП) [5, 6] с целью разработки эффективных образовательных программ в контексте современных подходов к развитию высшего образования, необходимо, на наш взгляд, выделить ключевые компоненты модели, дать их описание и установить взаимосвязи между ними.

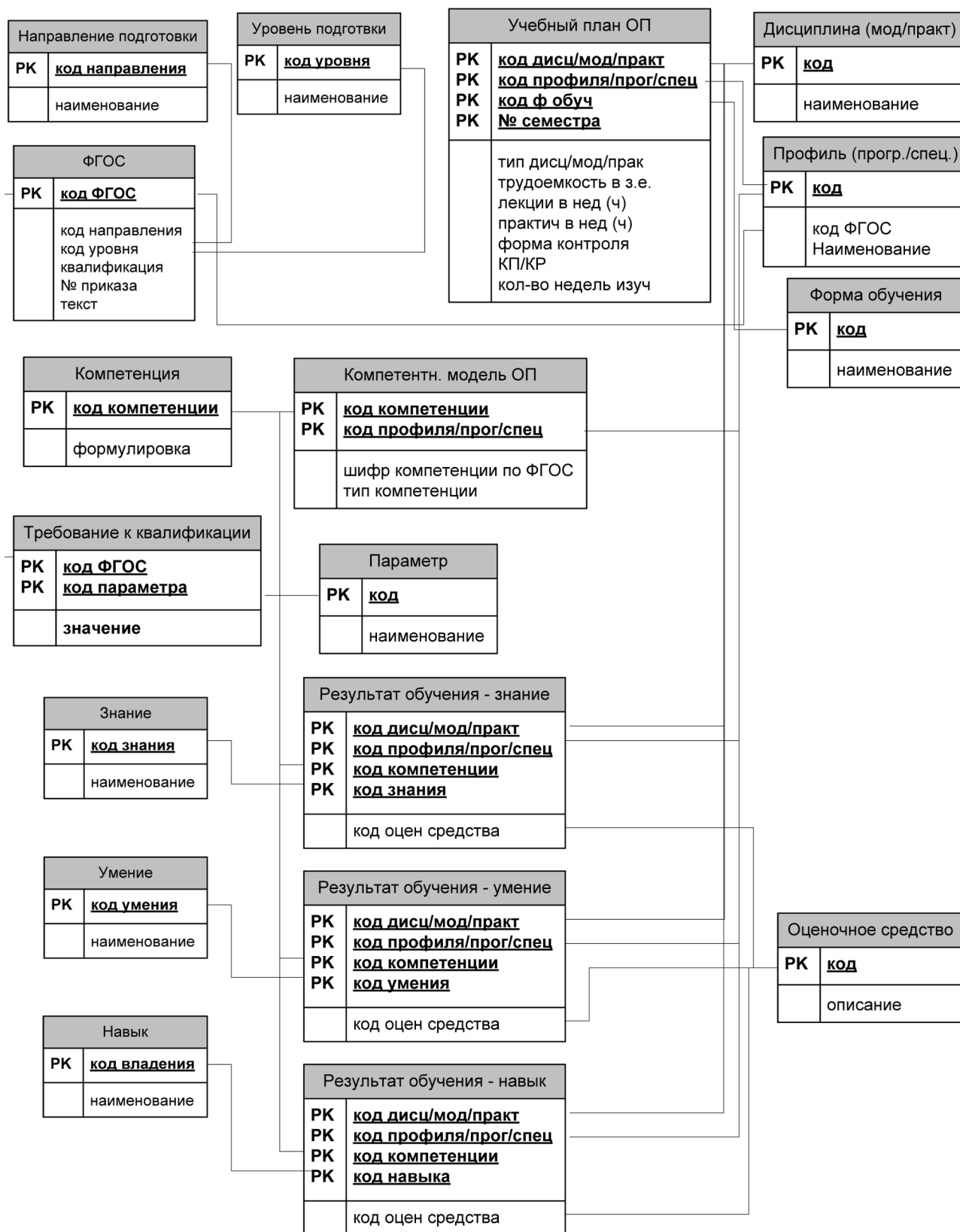


Рис. 1. Обобщенная концептуальная схема (ER-модель) для описания учебных объектов знаний, умений, навыков с привязкой к учебным объектам компетенций и требованиям к квалификации обучающегося

Ключевыми компонентами модели ИОП являются:

1. ФГОС – образовательный стандарт, характеризующийся направлением и уровнем подготовки,

а также набором компетенций и параметрами, задающими требования к квалификации по данному направлению и уровню подготовки.

2. Профиль подготовки (магис-

терская программа, специализация и пр.) – траектория подготовки в рамках направления, характеризующаяся соответствующим образовательным стандартом.

3. Компетентностная модель образовательной программы – набор всех требуемых компетенций по данному профилю подготовки (магистерской программе, специализации и пр.), характеризующийся соответствующим образовательным стандартом.

4. Дисциплина (модуль, практика) – основная учебная единица, направленная на овладение знаниями, умениями и навыками как результатом обучения и являющаяся основой для формирования одной или нескольких компетенций.

5. Результат обучения по дисциплине (модулю) – знания, умения и навыки, полученные в результате изучения дисциплины (модуля), характеризующиеся профилем подготовки (магистерской программой, специализацией и пр.), дисциплиной (модулем, практикой), требуемыми компетенциями, а также теми оценочными средствами, которые проверяют сформированность знаний, умений и навыков и соответствующих им компетенций.

6. Учебный план – это фактически интегрированная структурно-логическая схема реализации образовательной программы по заданному профилю подготовки (магистерской программе, специализации и пр.) и форме обучения, характеризующаяся набором дисциплин (модулей), распределенных по семестрам, с указанием для каждой дисциплины (модуля) общей трудоемкости изучения, количества недель изучения, недельного объема аудиторной (лекционной и практической) работы, формы промежуточного контроля, наличия курсовой работы (проекта). При этом структура учебного плана является производной от параметров образовательного стандарта.

Обобщенная ER – модель для описания учебных объектов знаний, умений, навыков с привязкой к учебным объектам компетенций и требованиям к квалификации обучающегося представлена на рис. 1.

Приведем более подробное описание модели.

Сущность «Направление подготовки». Атрибуты: код направ-

ления, наименование направления. Основа: перечень направлений и специальностей.

Сущность «Уровень подготовки». Атрибуты: код уровня подготовки, наименование уровня подготовки. На сегодня возможные значения: бакалавриат, магистратура, специалитет.

Сущность «Знание». Атрибуты: код знания, наименование знания. Возможные значения выбираются из требований образовательных стандартов, квалификационных профессиональных стандартов, а также из требований к результатам обучения по различным ОП.

Сущность «Умение». Атрибуты: код умения, наименование умения. Возможные значения выбираются из требований образовательных стандартов, квалификационных профессиональных стандартов, а также из требований к результатам обучения по различным ОП.

Сущность «Навык». Атрибуты: код навыка, наименование навыка. Возможные значения выбираются из требований образовательных стандартов, квалификационных профессиональных стандартов, а также из требований к результатам обучения по различным ОП.

Сущность «ФГОС». Атрибуты: код ФГОС, код направления подготовки, код уровня подготовки, квалификация выпускника, номер приказа о введении ФГОС, текст ФГОС.

Сущность «Профиль / программа / специализация». Атрибуты: код профиля / магистерской программы / специализации, код ФГОС, наименование профиля / магистерской программы / специализации.

Сущность «Форма обучения». Атрибуты: код формы обучения, наименование формы обучения. Возможные значения наименований: очная, очно-заочная, заочная, экстернат.

Сущность «Учебный план». Атрибуты: код дисциплины/модуля/практики, код профиля/магистерской программы/специализации, код формы обучения, номер семестра обучения, тип дисциплины/модуля/практики, трудоем-

кость дисциплины/модуля/практики в зачетных единицах, объем лекционных занятий по дисциплине в неделю, объем практических занятий по дисциплине в неделю, форма контроля по дисциплине, наличие курсовой работы/проекта по дисциплине, количество недель, отведенное для дисциплины/модуля/практики. Возможные значения типа дисциплины: базовая, вариативная общая, вариативная по выбору.

Сущность «Компетенция». Атрибуты: код компетенции, формулировка компетенции.

Сущность «Компетентностная модель ОП». Атрибуты: код компетенции, код профиля/магистерской программы/специализации, шифр компетенции по ФГОС (может быть нулевым), тип компетенции. Возможные значения для типов компетенций: общекультурные базовые, общекультурные профильные, профессиональные базовые, профессиональные профильные.

Сущность «Требование к квалификации». Атрибуты: код ФГОС, код параметра, значение (наименование требования).

Сущность «Параметр». Атрибуты: код параметра, наименование параметра.

Сущность «Дисциплина». Атрибуты: код дисциплины, название дисциплины.

Сущность «Результат обучения – знание». Атрибуты: код дисциплины, код профиля/магистерской программы/специализации, код компетенции, код знания, код оценочного средства.

Сущность «Результат обучения – умение». Атрибуты: код дисциплины, код профиля/магистерской программы/специализации, код компетенции, код умения, код оценочного средства.

Сущность «Результат обучения – навык». Атрибуты: код дисциплины, код профиля/магистерской программы/специализации, код компетенции, код владения, код оценочного средства.

Сущность «Оценочное средство». Атрибуты: код оценочного средства, подробное описание оценочного средства.

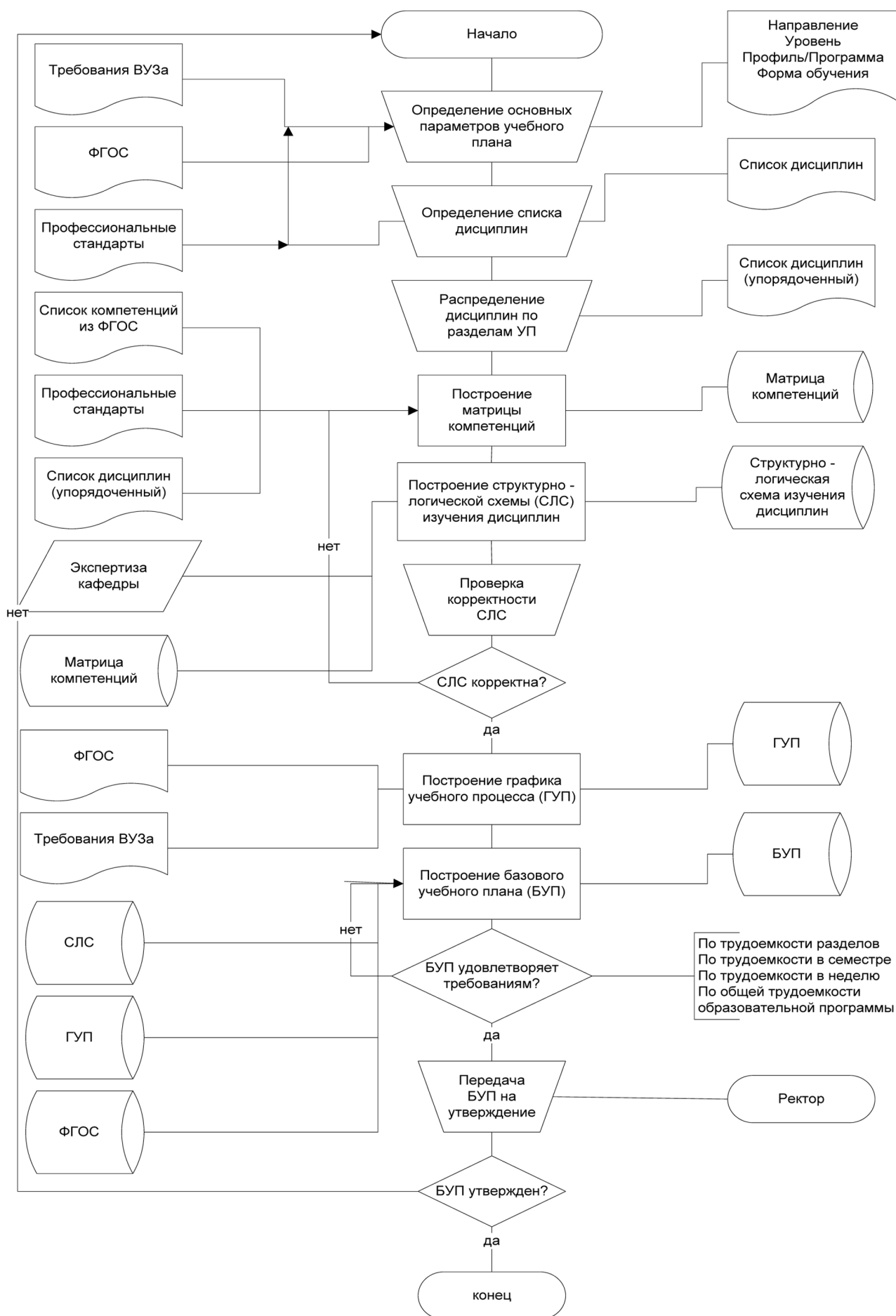


Рис. 2. Обобщенная схема технологического процесса разработки БУП

2. Технология разработки учебного плана на основе ИОП

Определим основные этапы технологии формирования базового учебного плана (далее БУП), ориентируясь на сформированную модель ИОП. Обобщенная схема технологии разработки БУП представлена на рис. 2.

Формирование БУП начинается с определения основных параметров, которые задаются соответствующим федеральным государственным образовательным стандартом (ФГОС). Такими параметрами являются:

- код и наименование направления подготовки,
- уровень подготовки (бакалавриат, магистратура, специалитет),
- профиль (магистерская программа, специализация),
- форма обучения (очная, заочная, очно-заочная, экстернат).

Помимо параметров ФГОС, на определение основных параметров базового учебного плана влияет ряд внутренних факторов, связанных со спецификой вуза. Такими факторами могут быть: план набора на направление подготовки; наличие или отсутствие требований работодателей, предъявляемых к выпускникам данного направления; учет профессиональных стандартов, связанных с направлением подготовки; наличие научных школ и направлений исследований на кафедрах вуза; наличие системы непрерывного образования и т.п.

Следующим этапом формирования БУП является определение списка дисциплин, модулей и практик, входящих в учебный план, а также распределение этого списка по разделам учебного плана. Как правило, ФГОС закрепляет лишь сравнительно небольшую часть дисциплин, входящих в тот или иной раздел. На формирование списка дисциплин, модулей и практик также влияет ряд ключевых факторов, таких как компетентностная модель выпускника, закрепленная во ФГОСе; выбранный профиль (программа или специали-

зация); наличие или отсутствие на кафедрах профессиональных кадров, способных обеспечить изучение данного списка дисциплин; наличие или отсутствие сопряжения учебного плана с учебными планами других уровней подготовки; наличие в вузе системы модульного планирования учебного процесса; уровень обеспечения базами практик и т.п.

Следующим этапом технологии формирования БУП является построение матрицы компетенций. Матрица компетенций увязывает список дисциплин (модулей, практик) с компетентностной моделью выпускника по данному направлению (профилю, программе, специализации). Важным моментом формирования матрицы компетенций является контроль полноты списка дисциплин (модулей, практик) для овладения всеми требуемыми для данного направления (профиля, программы, специализации) компетенциями. Матрица компетенций задается с учетом экспертного анализа кафедрами содержания дисциплин, входящих в БУП (в учебных программах дисциплин перечисляется набор формируемых компетенций, а также приводятся оценочные средства, с помощью которых сформированность данных компетенций может быть проверена).

Ключевым этапом технологии формирования БУП является построение структурно-логической схемы (далее СЛС) изучения дисциплин (модулей, практик). По сути, СЛС является прототипом БУП и представляет собой матрицу, по строкам которой расположены дисциплины (согласно сформированному списку), по столбцам – учебные семестры (либо иные предусмотренные БУП временные интервалы). Если дисциплина (или её часть) в данном семестре должна читаться, то на пересечении дисциплины и семестра проставляется значение её трудоемкости (как общей, как правило, в зачетных единицах, так и аудиторной, как правило, в академических часах).

СЛС является результатом итерационной работы кафедр, ответственных за реализацию образовательной программы. СЛС фактически является динамическим расширением матрицы компетенций и позволяет в динамике представить модель формирования компетенций выпускника по данному направлению (профилю, программе, специализации).

Следующим этапом формирования БУП является разработка графика учебного процесса (далее ГУП). Исходные параметры для ГУП содержатся во ФГОС. ФГОС задает как общий срок обучения, так и ограничения по протяженности каникулярного времени, последипломного отпуска и т.д.

СЛС и ГУП являются основой для реализации основного этапа технологического процесса формирования БУП – собственно построения БУП и наполнения его информацией, содержащейся как в СЛС (совокупность дисциплин (модулей, практик), распределенных по времени их изучения), так и в ГУП (продолжительность теоретического обучения в различных семестрах, продолжительность зачетно-экзаменационных сессий, каникул, последипломного отпуска). Обобщенный алгоритм построения БУП представлен на рис. 3.

Далее проводится комплексная экспертиза сформированного БУП с целью удовлетворения всем требованиям ФГОС. В частности, проверяется средняя недельная трудоемкость, трудоемкости разделов и семестров, а также общая трудоемкость образовательной программы. В случае если сформированный БУП не удовлетворяет каким-либо требованиям или ограничениям ФГОС, то кафедры, ответственные за реализацию образовательной программы, вносят в него соответствующие изменения. В случае положительной экспертизы БУП направляется на утверждение Ученым советом и в случае положительного решения подписывается ректором.

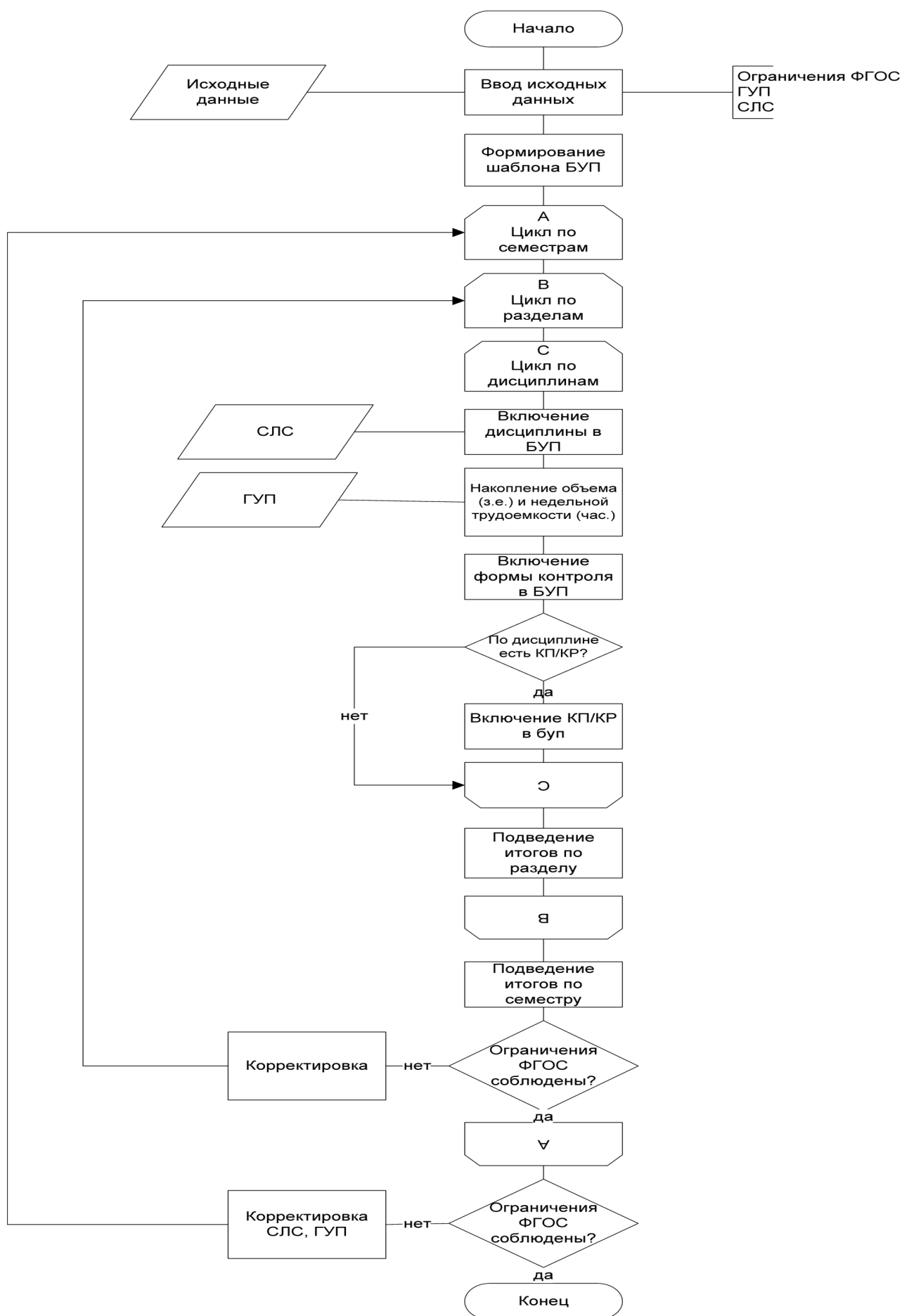


Рис. 3. Обобщенная блок-схема алгоритма построения БУП

Заключение

Таким образом, с учетом проведенного анализа особенностей разработки учебных планов на основе современных подходов к формированию эффективных об-

разовательных программ сформулированы ключевые компоненты модели информационно-образовательного пространства. Предложена обобщенная ER-модель для описания учебных объектов знаний, умений, навыков с

привязкой к учебным объектам компетенций и требованиям к квалификации обучающегося. Представлена обобщенная технология разработки базового учебного плана и алгоритм его формирования.

Список литературы

1. Тельнов Ю.Ф., Гаспарян М.С. Концептуальные основы уровневой подготовки по направлению высшего профессионального образования «Прикладная информатика» // Международная научно-практическая конференция «Университет ШОС – новые горизонты дистанционного образования: опыт, практика, перспективы развития», Караганда, 2013.
2. Дмитриевская Н.А. Методологические подходы к проектированию моделей компетенций в терминах целей обучения // Труд и социальные отношения. – 2010. – № 12 (78).
3. Дмитриевская Н.А. Модульный подход к формированию содержания компетентностно-ориентированного обучения // Экономика, статистика и информатика. – 2010. – № 4.
4. Профессиональные стандарты в области информационных технологий – М.: АПКИТ, 2008.
5. Тельнов Ю.Ф. Интегрированное пространство знаний – основа интеграции образовательной, научной и инновационной деятельности высших учебных заведений // Профессиональный учебник. – 2010. – № 3.
6. Тельнов Ю.Ф., Казаков В.А., Козлова О.А. Динамическая интеллектуальная система управления процессами в информационно-образовательном пространстве высших учебных заведений // Открытое образование. – 2013. – № 1.

Информационно-образовательная среда для обучения информационным технологиям на базе Института системного анализа и управления Университета «Дубна»

В статье предложена концепция информационно-образовательной среды (ИОС) для обучения информационным технологиям, позволяющая выстроить индивидуальные траектории обучения с учетом быстрых изменений потребностей рынка труда. В состав ИОС включены информационно-аналитические сервисы, позволяющие в режиме реального времени получить список наиболее востребованных позиций и связанных с ними информационных технологий и компетенций. Предложена стратегия создания ИОС на базе Института системного анализа и управления Университета «Дубна».

Ключевые слова: информационно-образовательная среда, индивидуальная траектория обучения, виртуальное знаниевое пространство, подготовка высококвалифицированных ИТ-специалистов, анализ потребностей рынка труда, информационно-аналитические сервисы.

ELECTRONIC EDUCATIONAL ENVIRONMENT FOR TRAINING IN THE IT FIELD OF STUDY ON THE BASIS OF THE INSTITUTE FOR SYSTEM ANALYSIS IN DUBNA UNIVERSITY

The article gives the concept of the Electronic Educational Environment for training in the IT field of study that allows to build individual learning strategies according to fast changes in the labor market. The structure of the Electronic Educational Environment includes analytical services allowing to receive a list of the most demanded positions, related information technologies and competences. The strategy of creation of the Electronic Educational Environment on the basis of the Institute for System Analysis in Dubna University is described.

Keywords: electronic educational environment, individual learning strategy, virtual knowledge space, training of highly qualified IT professionals, the analysis of labor market needs, analytical services.

Введение

Тенденции развития современного общества определяют новые актуальные задачи для всей системы образования, поскольку наиболее востребованной сегодня становится способность человека к творческой деятельности, которая включает аналитическую обработку информации и выработку новых знаний. Огромную роль в достижении этих целей играют информационные технологии, поскольку с их развитием и использованием в образователь-

ном процессе обучение принимает формы непрерывного, индивидуально-ориентированного, гибкого и динамичного процесса. Генеральный директор ЮНЕСКО Ирина Бокова, выступая на «Всемирном форуме по образованию 2012 г.», отметила, что «технологии могут служить мощным инструментом для образования – при этом они должны быть грамотно встроены в учебный процесс и сопровождаться новыми моделями обучения. Для осуществления этого многим странам требуется

переход к более интерактивному и проектному процессу обучения с использованием инноваций и технологических решений». Грамотная стратегия использования новых информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) в образовании во многом определяет пути развития инновационной педагогики общества знаний [1].

Особое значение приобретает использование ИКТ в учебном процессе для высших учебных заведений, выпускающих специалистов в области информационных техноло-



Евгения Наумовна Черемисина,
д.т.н., директор
Тел.: 8 (49621) 9-07-0
Эл. почта: lena@geosys.ru
Институт системного анализа
и управления Международного
университета
природы, общества и человека
«Дубна»
<http://uni-dubna.ru>

Evgenia N. Cheremisina,
Doctor of Engineering Science
Tel.: 8 (49621) 9-07-0
E-mail: lena@geosys.ru
Institute of System Analysis and
Management, Dubna International
University for Nature, Society and Man
<http://uni-dubna.ru>

гий, поскольку в этой предметной области наблюдаются [2]:

- быстрое обновление знаний;
- возрастающая потребность в высококвалифицированных специалистах;
- резкое увеличение используемой информации в деятельности человека.

Быстрое обновление знаний, в частности в области информационных технологий, ставит перед высшей школой задачу подготовки специалистов, которые способны [2]:

- самостоятельно приобретать необходимые для успешной работы знания и навыки, овладевать новыми технологиями, применять их на практике для решения разнообразных задач;

– адаптироваться к быстро изменяющимся условиям современного общества,

- уметь определять возникающие проблемы и искать рациональные пути их решения с использованием современных технологий и методов;

– самостоятельно работать с информацией, извлекать и обрабатывать ее, а также эффективно использовать для решения поставленных задач информационные ресурсы, в том числе те, которые доступны в сети Интернет;

- уметь работать в коллективах, которые объединяют специалистов различных областей знания.

1. Концепция информационно-образовательной среды для изучения информационных технологий в вузе

Как показывает анализ ключевых активностей жизненного цикла управления знаниями в вузе [3], образовательный процесс в университете характеризуется, в частности, высокой степенью стандартизации знаний и навыков, консервативностью и затрудненностью инновационных процессов. В связи с тем, что в области информационных технологий встает проблема быстрого устаревания некоторых областей знаний, нередко возникает ситуация, когда студент на выходе из высшего учебного заведения владе-

ет устаревшей технологией и в недостаточной мере освоил наиболее востребованные на рынке информационные технологии. Поэтому, с одной стороны, необходима регулярная работа по повышению квалификации преподавателей, корректированию учебных программ и планов, а с другой стороны, нужно сформировать у выпускников необходимые компетенции для самостоятельного освоения новых знаний, умений и навыков.

Одним из способов повышения эффективности обучения в области информационных технологий, расширения сферы экспортных образовательных услуг и адекватной реакции на возрастающую динамику изменения знаний может стать создание информационно-образовательной среды, которая будет являться адаптивной не только по отношению к потребностям участников образовательного процесса, но и к внешним требованиям на рынке труда и востребованным технологиям.

В специальной литературе на сегодняшний день существуют различные определения ИОС, в одних делается акцент на педагогической составляющей, в других – на технических средствах реализации [4, с. 60–62; 5]. Точка зрения авторов на понятие *информационно-образовательной среды формулируется следующим образом: информационно-образовательная среда – это системно организованная совокупность информационного, учебно-методического, технического обеспечения, неразрывно связанная с человеком как субъектом и объектом образовательного процесса.*

Целями создания информационно-образовательной среды являются:

- создание «личного образовательного пространства» пользователя;
- расширение возможностей индивидуализации обучения как в рамках стандартов определенного образовательного процесса в учебном заведении, так и вне этих рамок;
- повышение мотивации обучения.

Под «личным образовательным пространством» в данном случае



Виктория Владимировна Белага,

к.ф.-м.н., доцент

Тел.: 8 (49621) 9-07-07

Эл. почта: vbelaga@mail.ru

Институт системного анализа

и управления Международного

университета

природы, общества и человека

«Дубна»

http://uni-dubna.ru

Victoria V. Belaga,

Candidate of Sciences in Physics and

Mathematics

Tel.: 8 (49621) 9-07-07

E-mail: vbelaga@mail.ru

Institute of System Analysis and

Management, Dubna International

University for Nature, Society and Man

http://uni-dubna.ru

понимается набор функциональных возможностей, доступных для пользователя:

- хранилище личных документов;
- обмен документами с другими пользователями;
- возможность формирования и согласования различного типа заявок;
- создание и участие в рабочих группах;
- социальные функции, в том числе функции общения с преподавателями и студентами вуза;
- набор возможностей для перехода в СДО, доступ к образовательным курсам и учебным материалам.

Процесс обучения, поддерживаемый ИОС в области информационных технологий, должен быть сконцентрирован на изучении технологий и приобретении учащимся знаний в конкретной области, помогая расширить предлагаемый учебным заведением курс за счет самостоятельного изучения дополнительных образовательных ресурсов, динамически корректируемых с учетом текущего состояния предметной области.

Согласно модели управления знаниями [3] информационно-образовательная среда поддерживает первый ключевой процесс управления знаниями – идентификацию знаний (рис. 1а), а также частично второй ключевой процесс – создание/приобретение знания (рис. 1б), а именно шаги: «Выбор источников и способов приобретения» и «Фильтрация знания».

Предполагается, что такая информационно-образовательная среда должна объединять:

- личное пространство учащегося с возможностью выбора и построения индивидуальной стратегии обучения;

- дополнительные сервисы, необходимые для анализа внешних факторов, влияющих на изменения меры востребованности той или иной технологии или вакансии специалистов;
- внешние образовательные ресурсы (находящиеся в свободном доступе в сети Интернет);
- систему дистанционного обучения (СДО), с помощью которой реализован учебный процесс для студентов учебного заведения;
- эксперта, способного установить соответствие между востребованными технологиями, вакансиями специалистов, учебными курсами и программами обучения в ИОС;
- аппаратно-программный комплекс учебного заведения.

В качестве примеров реализации проектов, схожих по своей специфике с междисциплинарной ИОС, реализующей принцип открытого образования и предлагающей пользователям свободный доступ к большому набору курсов по различным тематикам, можно считать проекты:

- Coursera (<http://www.coursera.org/>);
- MIT Open Course Ware (<http://ocw.mit.edu/>);
- Udacity (<http://www.udacity.com/>).

Данные проекты поддерживаются ведущими университетами США и Европы. Каждый проект формирует сообщество учащихся и преподавателей и дает возможности для свободной коммуникации и изучения учебного материала благодаря использованию ИКТ в образовательном процессе, в том числе обеспечивает функции просмотра видеолекций, проведения аудио- и видеоконференций, а также все остальные функции, свойственные ИОС. Все три проекта предлагают образовательные курсы по техническим, естественно-научным и гуманитарным дисциплинам.

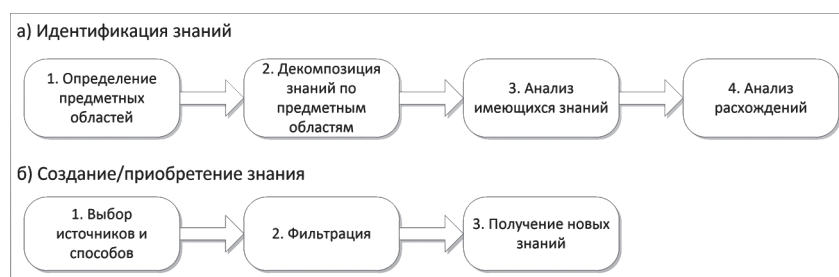


Рис. 1. Шаги процессов идентификации и создания знаний



Юрий Игоревич Самойленко,
 аспирант кафедры системного
 анализа и управления
 Тел.: 8 (49621) 9-07-07
 Эл. почта: yuroy@bk.ru
 Институт системного анализа
 и управления Международного
 университета
 природы, общества и человека
 «Дубна»
<http://uni-dubna.ru>

Yury I. Samoilenko,
 Post-graduate student, Department of
 System Analysis and Management
 Tel.: 8 (49621) 9-07-07
 E-mail: yuroy@bk.ru
 Institute of System Analysis and
 Management, Dubna International
 University for Nature, Society and Man
<http://uni-dubna.ru>

Навигатор учебных курсов в каждой из представленных систем позволяет учащемуся выбрать подходящий образовательный контент согласно направлению, тематике, а также уровню сложности.

Однако ни в одном из описанных проектов нет ни специализированных сервисов по формированию потребностей обучаемых в тех или иных образовательных ресурсах, ни привязки к учебным планам образовательного учреждения.

2. Стейкхолдеры (заинтересованные лица) ИОС и возможности, которые ИОС предоставляет

В марте 2013 г. был принят стандарт «OMG EssenceKernel and Language for Software Engineering Methods» (сущности и язык для методов программной инженерии), который предлагает начинать описание информационной системы с перечисления заинтересованных лиц (стейкхолдеров) системы и тех возможностей, которые система им предоставляет.

Стейкхолдеры системы имеют разные цели и соответствующие этим целям разные интересы по отношению к этой системе. Предполагаемых стейкхолдеров ИОС в области информационных технологий можно разделить на несколько групп: студенты, преподаватели, руководство вуза, работодатели. На первом этапе проектирования ИОС можно сосредоточиться на описании двух групп пользователей: студенты и преподаватели.

Для студентов ИОС является инструментом создания личного образовательного пространства, объединения в виртуальные группы и предоставляет возможности формирования индивидуальной траектории обучения. При этом ИОС должна предоставить возможность получения достоверных ответов на следующие вопросы:

- Какие позиции и/или технологии существуют на сегодняшний день в сфере информационных технологий?
- Какие позиции и/или технологии наиболее востребованы на рынке труда?

– Какие задачи решают специалисты, занимающие ту или позицию, и какие компетенции им для этого необходимы?

– Чему учиться с учетом ответов на поставленные выше вопросы?

– Как выстроить стратегию обучения?

– Где получить учебные материалы и практические задания?

Студентов – потенциальных пользователей ИОС можно условно разделить по степени заинтересованности в процессе обучения на «мотивированных» и «немотивированных».

«Мотивированные» студенты часто уже имеют некую собственную стратегию обучения, имея свои собственные ответы на вопросы 1–3, и при изучении какого-либо образовательного курса стремятся получить больше знаний, в том числе самостоятельно выбирая дополнительные ресурсы в сети Интернет. Они сами зачастую могут трезво оценивать состояние области знаний и реагировать на изменения, корректируя собственную стратегию обучения и выбирая наиболее актуальные и релевантные своим запросам источники. По данным ЮНЕСКО, студенты массово выбирают обучение онлайн. Так, например, набор на дистанционные курсы в США увеличился на 21% с 2009 по 2010 г. по сравнению с 2%-м увеличением общего набора студентов в университеты. Более 80% американских студентов, вероятно, выберут онлайн-курсы в 2014 г., по сравнению с 44% в 2009 г. [1].

Тем не менее для таких студентов полезными окажутся возможности информационно-образовательной среды для уточнения информации как о позиции, на которую эти студенты претендуют в дальнейшем (с точки зрения востребованности, предлагаемой оплаты труда и необходимых компетенций), так и о заинтересовавших их информационных технологиях (где и кем востребованы, как оплачиваются, каковы тенденции развития). Этим стейкхолдерам также может оказаться полезной помощь эксперта в выборе траектории обучения, рекомендации по поводу выбора

открытых образовательных ресурсов, возможность организации групп для очного изучения интересующих их вопросов, возможности организации групп по интересам.

«Немотивированные» студенты, как правило, собственной стратегии обучения в начале пути не имеют. Им, как правило, необходима первоначальная информация о возможных направлениях деятельности в области информационных технологий, о названиях соответствующих вакансий, о тенденциях в использовании различных информационных технологий и пр. Путем к повышению мотивации к обучению может стать информация, полученная из ответов на вопросы 1–3. Эту информацию средствами ИОС студенты могут получить либо от преподавателей, либо от других студентов, либо самостоятельно. Таким студентам необходима поддержка в выборе будущей специализации и, как следствие, поддержка в выборе и корректировании индивидуальной стратегии обучения в соответствии с динамически происходящими в области знаний изменениями, а также предоставление ссылок на актуальные для них источники дополнительной информации в сети Интернет. При выборе ими конкретного направления обучения для них становятся актуальными все те же вопросы, что и для «мотивированных» студентов.

Среди преподавателей с некоторой степенью условности можно выделить две целевые группы:

- преподаватели, у которых в программу обучения по их дисциплине входит изучение одной или нескольких информационных технологий;

- преподаватели, имеющие набор предметных задач для своих учебных курсов по данной тематике.

Для каждой из этих групп преподавателей должны быть предусмотрены свои собственные сценарии использования, при этом преподавателям первой целевой группы будут особенно интересны ответы на вопросы 1, 2, а преподавателям второй целевой группы – ответы на вопрос 3. Отметим, что преподаватели могут не только

использовать ИОС в качестве инструмента повышения своей квалификации, но и выступать в роли экспертов ИОС для решения широкого спектра задач.

Теоретически на поставленные выше вопросы может помочь получить ответы любая поисковая система. Однако поскольку студент не является экспертом, информация, полученная путем самостоятельного поиска в сети Интернет, может являться неточной, неполной, неверной, не согласованной с программами обучения и реальными требованиями работодателей. Кроме того, индивидуальный поиск образовательных ресурсов и попытки выстроить самостоятельную стратегию обучения могут потребовать значительных временных ресурсов в сравнении с автоматизированными системами, обладающими такими возможностями.

Для реализации заявленных возможностей предлагается включить в качестве компонента в состав ИОС информационно-аналитические сервисы, помогающие принять решение по корректированию учебных программ и содержания методического обеспечения, а также предоставляющих дополнительные возможности для различных категорий пользователей. Исходными данными для этих сервисов будет служить информация, предоставляемая:

- популярными сервисами по поиску работы (в частности, популярные в российском сегменте сети интернет-ресурсы HH.ru, Яндекс. Работа и др.)

- новыми профессиональными стандартами в области ИТ, разработка которых ведется в настоящее время в рамках специальной федеральной программы;

- популярными свободными образовательными ресурсами (Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», Coursera, Udacity и т.п.)

Информационно-аналитические сервисы представляют собой программный продукт – автоматизированную систему по динамическому сбору данных, предоставляемых вышеперечисленными источниками, и их последующему

анализу с целью выявления наиболее востребованных на текущий момент специальностей и технологий, требующих изучения студентами, а также источников учебных материалов. Динамический сбор данных производится автоматически с заданной периодичностью (например, один раз в неделю).

Обобщенный сценарий использования ИОС выглядит следующим образом:

1. Пользователь средствами информационно-аналитических сервисов формирует запрос, сформированный из вопросов 1–6. Например, из вопросов типа «Какие технологии разработки наиболее востребованы на рынке труда?» или: «Какие задачи должен решать менеджер проекта и при помощи каких информационных технологий?» пользователем формируется соответствующий запрос при помощи специальных форм сервиса.

2. Средствами этих же сервисов запрос обрабатывается. В зависимости от запроса ответ обрабатывается либо автоматически, либо для формирования полного ответа привлекается эксперт.

3. Пользователю предоставляется структурированный ответ с учетом актуального положения дел.

4. Полученной информацией пользователь может поделиться с другими пользователями ИОС.

5. По результатам ответа пользователь может самостоятельно сформировать заявку на дополнительное обучение по интересующему его вопросу. Он может также организовать виртуальную рабочую группу и сформировать заявку на дополнительное групповое обучение.

6. Заявка пересылается эксперту, который в зависимости от ситуации может:

- порекомендовать существующие спецкурсы и/или факультативы;
- порекомендовать открытый образовательный ресурс;

- помочь в формировании нового спецкурса и/или факультатива;

- повлиять на необходимость изменения/дополнения существующей учебной программы по соответствующей дисциплине.

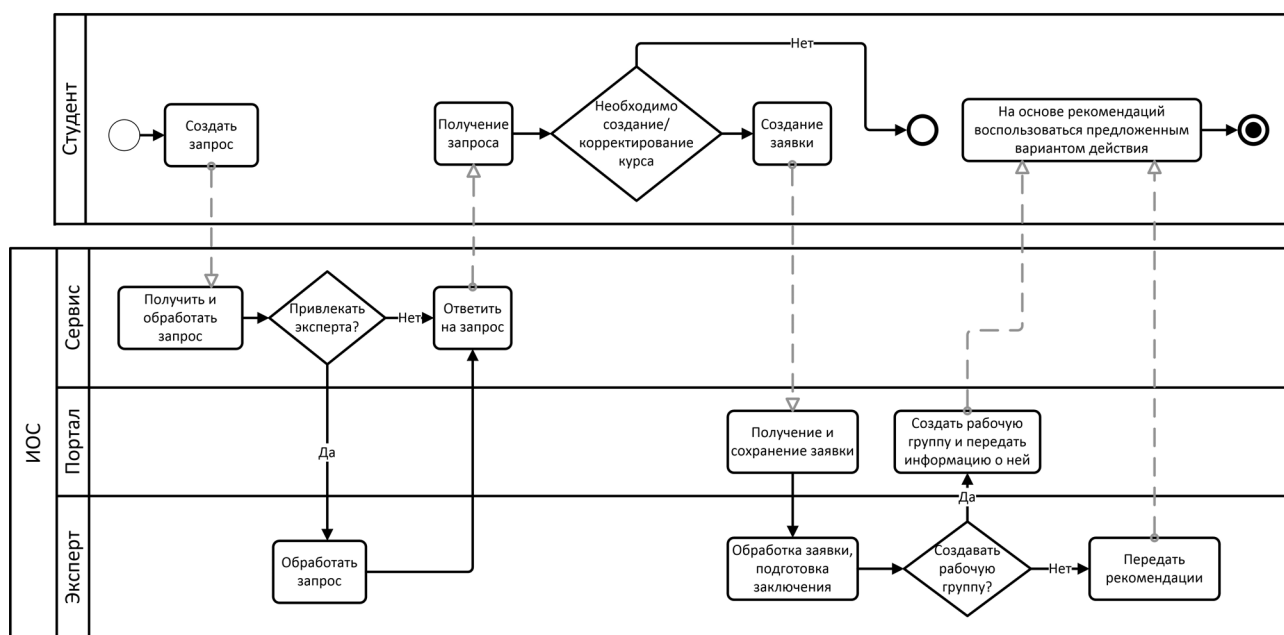


Рис. 2. Модель процесса выстраивания индивидуальной стратегии обучения посредством ИОС

3. Стратегия реализации ИОС для изучения информационных технологий в Институте системного анализа и управления Университета «Дубна»

Учитывая общую концепцию построения ИОС, а также современное состояние разработок в данной области, состояние информационных технологий и других решений в области информатизации образования, можно определить принципы, на которых должна строиться ИОС [2].

– Интегральность — ИОС должна включать в себя всю необходимую совокупность базовых знаний, определяемых профилями подготовки специалистов, содержать информационно-справочную базу дополнительных учебных материалов, детализирующих и углубляющих знания.

– Распределенность — информация в ИОС оптимальным образом должна быть распределена по хранилищам с учетом типа информации (текст, изображения, звук, видео), требований и ограничений современных технических средств и экономической эффективности.

– Адаптивность — ИОС не должна нарушать структуру и принципы построения существующей системы образования, а также должна позволить гибко модифи-

цировать информационное ядро ИОС, адекватно отражая потребности участников образовательного процесса, а также отвечая внешним факторам.

– Многокомпонентность — можно выделить следующие основные компоненты ИОС для реализации ее информационной составляющей:

- система управления обучением;
- система управления образовательным контентом;
- компьютерно-телекоммуникационное обеспечение.

Сформируем список базовых возможностей, которые должен давать аппаратно-программный комплекс, на основе которого реализуется ИОС:

- получить сводную информацию об актуальных вакансиях в области ИТ;
- получить список компетенций, необходимых для тех или иных специалистов;
- получить список наиболее востребованных позиций;
- получить список наиболее востребованных технологий;
- построить и корректировать индивидуальную стратегию обучения;
- определить необходимость коррекции учебных курсов и программ обучения в соответствии с изменяющимися требованиями к специалистам на рынке труда;

– возможность отправить заявку на открытие факультативного или спецкурса по изучению одной из востребованных технологий;

– возможность создать виртуальные рабочие группы по изучению одной из востребованных технологий с целью формирования знаниевого пространства в выбранной предметной области и обмена знаниями.

Стратегия реализации описанной выше ИОС для Института системного анализа и управления Университета «Дубна» предусматривает разработку и внедрение ИОС на базе уже имеющейся программно-аппаратной инфраструктуры и существующего методического обеспечения.

Компонентами ИОС (как аппаратно-программного комплекса), которая бы соответствовала концепции, описанной выше, на примере Института системного анализа и управления Университета «Дубна» могут являться:

- «Портал ИСАУ» (как подсистема, на основе которой можно реализовать социальные сервисы);
- система дистанционного обучения (LCMS на базе Moodle, являющаяся фактически системой управления образовательным электронным контентом);
- виртуальная компьютерная лаборатория (ВКЛ);
- информационно-аналитические сервисы;

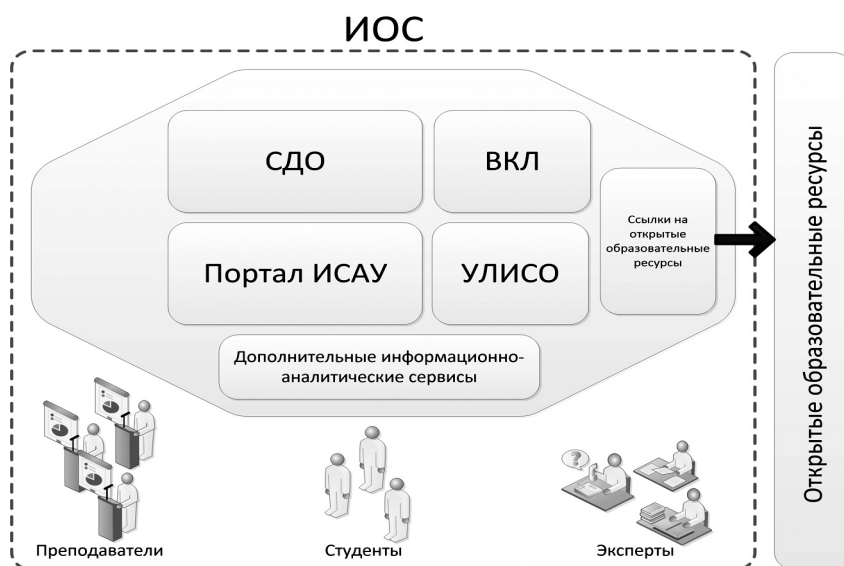


Рис. 3. Структура ИОС

– учебная лаборатория информационных систем в образовании (УЛИСО);

– компьютерно-телекоммуникационное обеспечение образовательного процесса;

– методическое, дидактическое и нормативно-правовое обеспечение.

В настоящее время компоненты (подсистемы ИОС ИСАУ) не образуют целостной системы, так как представляют собой самостоятельные решения определенного круга задач.

Для анализа востребованности позиций, навыков и технологий в режиме реального времени разработан информационно-аналитический сервис в составе ИОС для агрегирования текстовых описаний вакансий с различных виртуальных бирж труда, извлечения информации из описаний вакансий, структурирования и сохранения ее в базе данных, а также сервисы для последующего анализа вакансий с целью выявления наиболее востребованных трудовых специальностей

и технологий, требующих изучения студентами.

Результаты работы сервиса представляют собой структурированные данные для формирования индивидуальных стратегий обучения отдельных студентов, для формирования учебных групп для факультативных занятий и формирования рабочих групп для самостоятельного изучения различных аспектов современных информационных технологий. Соответствующие бизнес-процессы планируется реализовать на базе существующего программно-аппаратного комплекса ИСАУ с привлечением экспертов для решения отдельных задач.

Заключение

Подводя итоги, можно сказать, что определены основные принципы, на которых должна основываться ИОС для обучения информационным технологиям, включающая в себя сервисы по динамическому анализу потребностей на рынке

труда. Предложена концепция и пути реализации такой ИОС на базе существующего программно-аппаратного обеспечения Института системного анализа и управления Университета «Дубна».

На данный момент выполнена реализация сервиса по сбору данных о вакансиях специалистов в области информационных технологий с наиболее популярных интернет-ресурсов для последующего их анализа. В настоящий момент решаются задачи по разработке сервисов анализа данных, интеграции описанных выше информационных систем Института системного анализа и управления в единую информационно-образовательную систему.

Использование подобной информационно-образовательной среды в учебном процессе позволит:

– путем предоставления студентам актуальной информации по рынку труда повысить мотивацию к самостоятельному освоению знаний и выстраиванию индивидуальной траектории обучения;

– развить самостоятельность и активность учащихся;

– предоставить возможность преподавателям оперативно реагировать на изменения на рынке труда;

– повысить информированность студентов и преподавателей о возможностях открытых образовательных ресурсов, разрабатываемых ведущими университетами мира;

– формировать специальные и факультативные курсы в зависимости от пожеланий студентов, базирующихся на анализе потребностей рынка труда;

– повысить доступность образовательных ресурсов и эффективность процесса обучения вне зависимости от социальных условий и места проживания учащихся.

Список литературы

1. Информационные и коммуникационные технологии в образовании: монография / под ред. Бадарча Дендева – М.: ИИТО ЮНЕСКО, 2013. – 320 с.
2. Путилов Г.П. Научные основы проектирования и построения информационно-образовательной среды технического вуза: дис. ... д-ра техн. наук / МИЭМ. – М., 2000.
3. Черемисина Е.Н., Белов М.А., Лишиллин М.В. Анализ ключевых активностей жизненного цикла управления знаниями в вузе и формирование концептуальной модели архитектуры системы управления знаниями // Открытое образование. – 2013. – № 3. – С. 34–40.
4. Трайнев В.А., Теплышев В.Ю., Трайнев И.В. Новые информационные коммуникационные технологии в образовании. – М.: Дашков и К, 2009. – 320 с.
5. Скибицкий Э.Г. Информационно-образовательная среда вуза: цель или средство в обеспечении качества образования? // Труды СГА. – 2009. – № 6. – С. 52–67.

Применение нечетких когнитивных карт для поддержки принятия решений при разработке рабочего учебного плана высшего учебного заведения на основе учебного плана

Рассматривается применение когнитивного подхода для поддержки разработки рабочего учебного плана высшего учебного заведения на основе учебного плана. Для формализации мнения эксперта предлагается использовать нечеткие когнитивные карты (НКК). Для оптимизации процесса составления рабочего учебного плана на основе учебного плана предлагается использовать результаты q -анализа НКК, а также решение ранцевой задачи для НКК.

Ключевые слова: рабочий учебный план, нечеткие когнитивные карты, полезность, q -анализ, задача о ранце.

APPLICATION OF FUZZY COGNITIVE MAPS FOR DEVELOPMENT THE WORK CURRICULUM OF AN INSTITUTE OF HIGHER EDUCATION BASED ON THE CURRICULUM

Application of the approach of cognitive maps for supporting development the work curriculum of an institute of higher education is considered. Using fuzzy cognitive maps (FCM) for formalization of opinion of an expert is offered. Using results of q -analysis of FCM and Knapsack problem for optimization the process of development the curriculum is offered.

Keywords: work curriculum, fuzzy cognitive maps, utility, q -analysis, Knapsack problem.

Введение

Современное высшее образование должно отвечать высоким и быстро изменяющимся требованиям. Согласно Федеральному стандарту высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) [1] вузы обязаны ежегодно обновлять основные образовательные программы (ООП) с учетом развития науки, культуры, экономики, техники, технологий и социальной сферы. При этом вуз обязан обеспечить обучающимся реальную возможность участвовать в формировании своей программы обучения, включая разработку индивидуальных образовательных программ, а при формировании своей индивидуальной образовательной программы получить консультацию в вузе по

выбору дисциплин (модулей) и их влиянию на будущую профессиональную подготовку.

ФГОС ВПО дает информацию о количестве зачетных единиц, отводимых на базовую и вариативную части рабочего учебного плана, однако не регламентирует распределение зачетных единиц по конкретным дисциплинам. В то же время, согласно [2, 3], порядок изучения дисциплин в учебном плане определяют экспертные оценки заведующих кафедрами, а также опыт и интуиция преподавателей, основывающихся на субъективных мнениях о месте и роли каждой дисциплины в процессе подготовки выпускника вуза. Кроме того, в ходе формирования учебных планов необходимо учитывать мнения

многих экспертов, в том числе администрации вуза, студентов и работодателей.

Немаловажной составляющей проектирования учебного процесса является составление рабочего учебного плана на основе учебного плана по направлению подготовки (специальности). Рабочий учебный план служит для организации учебного процесса в течение учебного года, а также для расчета трудоемкости учебной работы преподавателей.

Таким образом, принятие решений при проектировании и управлении учебными планами в сфере ВПО должно сочетать формальные и экспертные показатели. Как показывают исследования [4, 5], наибольшие трудности здесь вызы-



Галина Олеговна Артемова,
к.т.н., доцент кафедры
информационных систем
Тел.: (812) 232-8645
Эл. почта: glaya@inbox.ru
Национальный исследовательский
университет информационный
технологий, механики и оптики
www.ifmo.ru

Galina O. Artemova,
Ph.D. of Engineering Science
Тел.: (812) 232-8645
E-mail: glaya@inbox.ru
National Research University of
Informational Technologies, Mechanics
and Optics
www.ifmo.ru



Наталья Федоровна Гусарова,
к.т.н., с.н.с., доцент кафедры
интеллектуальных технологий в
гуманитарной сфере
Тел.: (812) 232-8645
Эл. почта: natfed@list.ru
Национальный исследовательский
университет информационный
технологий, механики и оптики
www.ifmo.ru

Nataliya F. Gusarova,
Ph.D. of Engineering Science
Тел.: (812) 232-8645
E-mail: natfed@list.ru
National Research University of
Informational Technologies, Mechanics
and Optics
www.ifmo.ru

вает оптимизация учебных планов. В свою очередь, в рамках составления учебных планов требуется оценить относительную трудоемкость каждой дисциплины и определить оптимальную последовательность их изучения. Эти задачи также решаются в условиях неформальности многих критериев и неполноты учитываемой информации.

Как показывает анализ [6, 7], для составления учебных планов и программ наиболее широкое применение находит модульный подход, а также подход, основанный на построении дерева целей подготовки специалиста. Среди недостатков модульного подхода выделяют большую трудоемкость формирования модулей, игнорирование целостности и логики учебного предмета, дублирование информации в различных модулях. Кроме того, в учебный план могут не войти модули, которые имеют большое значение для формирования знаний выпускника, но малое количество связей. Подход, основанный на построении дерева целей, также имеет ряд недостатков. Здесь связи между модулями не оцениваются, а формируются постфактум в процессе отбора содержания; поэтому для изучения некоторых модулей может выявиться информационная недостаточность.

Для формализации знаний людей о слабоструктурированной проблемной ситуации при решении управленческих задач широко применяются когнитивные карты [8]. Когнитивные карты позволяют представить знания эксперта или группы экспертов в виде структуры причинно-следственных влияний факторов, характеризующих объект исследования. При структурном анализе когнитивной карты определяются на качественном уровне оценки показателей функционирования изучаемого объекта.

В работе [9] предлагается использование когнитивных карт для моделирования содержания учебных курсов. Отмечается, что для решения задачи планирования требуются математические модели содержания учебного материала, учитывающие экспертную инфор-

мацию о его разделах и связях между ними, что позволит перейти к определению структуры содержания учебного материала и ввести его количественные характеристики.

В статье рассматриваются некоторые проблемы разработки рабочего учебного плана на основе учебного плана на базе когнитивного подхода, в том числе:

- формализация и анализ оценок экспертов относительно роли каждой дисциплины в учебном плане;
- определение последовательности изучения дисциплин;
- определение трудоемкости каждой дисциплины в оптимизационной постановке с учетом ограничений по общей продолжительности обучения;
- построение модели рабочего учебного плана на учебный год;
- метод поддержки расчета трудоемкости преподавателя на учебный год;
- метод поддержки внесения изменений в рабочий учебный план.

1. Построение нечеткой когнитивной карты эксперта

Когнитивная карта [8, 10] рассматривается как модель представления знаний экспертов и представляет собой причинно-следственную сеть, которая наглядно представляет концепты предметной области и логические связи между ними. Нечеткие когнитивные карты, представляемые в виде графа, отражают причинно-следственные связи между концептами, которые указывают направление влияния одного концепта на другой и степень этого влияния:

$$G = \langle E, W \rangle,$$

где W – бинарное отношение на множестве $E = \langle e_1, \dots, e_n \rangle$, которое задает набор связей между его элементами.

Для формализации представления о предметной области каждому эксперту предлагается построить свою нечеткую когнитивную карту. Для этого используется метод анкетирования. Основными вопросами, на которые необходимо ответить эксперту, являются вопросы типа:



Игорь Юрьевич Коцюба,
 магистрант кафедры
 интеллектуальных технологий в
 гуманитарной сфере
 Тел.: (812) 232-8645
 Эл. почта: igor.kotciuba@gmail.com
 Национальный исследовательский
 университет информационный
 технологий, механики и оптики
 www.ifmo.ru

Igor Yu. Kotciuba,
 Magister, the Department of Intellectual
 Technologies in Humanitarian Sphere
 Tel.: (812) 232-8645
 E-mail: igor.kotciuba@gmail.com
 National Research University of
 Informational Technologies, Mechanics
 and Optics
 www.ifmo.ru

«В какой степени выражается влияние каждой учебной дисциплины на профессиональную подготовку в целом? Существует ли влияние одной учебной дисциплины на другую, и в какой степени оно выражается?» Компоненты отношения W задают степень влияния одной учебной дисциплины на другую (w_{ij}) и степень влияния учебной дисциплины на профессиональную подготовку в целом (w'_i): 0 – влияние отсутствует; 0,1 – влияние практически отсутствует; 0,3 – слабое; 0,7 – существенное; 0,9 – сильное; 1 – максимально возможное. Полученные оценки всех экспертов усредняются с использованием методов экспертного оценивания (например, метода Дельфи [11]). Результаты представляются в виде направленного графа.

На следующем этапе определяется опосредованное влияние между концептами нечеткой когнитивной карты, т.е. формализуется взаимовлияние между учебными дисциплинами в учебном плане. Для этого используется процедура транзитивного замыкания когнитивной матрицы [10]. В результате транзитивного замыкания определяются элементы матрицы w_{ij} , характеризующие силу влияния между каждой парой концептов, что позволит определить количество дисциплин, на которые влияет i -я дисциплина, $\sum_{j=1}^n w_{ij}$, и количество дисциплин, которые на нее влияют,

$\sum_{i=1}^n w_{ij}$, тем самым перейти к оп-ределению количества учебных дисциплин, которые должны быть изучены как после изучения i -й дисциплины, так и до нее.

Фрагменты нечеткой когнитивной карты экспертов до и после транзитивного замыкания представлены на рис. 1 и 2 соответственно.

2. Анализ нечеткой когнитивной карты с использованием метода q-анализа

На следующем этапе когнитивного моделирования необходимо проанализировать структуру модели, в том числе с использованием симплицеального анализа (q-анализа связности) [12]. В отличие от традиционных исследований связности графа [13], метод q -анализа позволяет судить о связности системы более глубоко, устанавливая наличие взаимовлияния симплексов системы через связи между ними. При использовании q -анализа связности системы выявляются симплексы, более всего влияющие на процессы в системе, а также вершины, которые рациональнее выбирать в качестве управляющих; появляется возможность проследить влияние различных локальных изменений на остальные элементы системы и на структуру системы в целом.

Для применения метода q -анализа введем понятия симплекса и

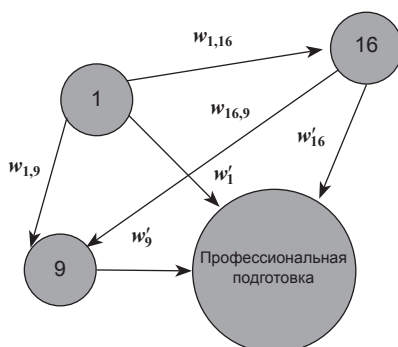


Рис. 1.

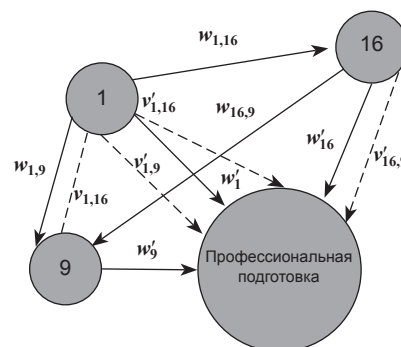


Рис. 2.

Здесь:

w'_i – степень влияния i -той учебной дисциплины на профессиональную подготовку в целом;
 v'_{ij} – степень влияния на профессиональную подготовку в целом, полученная при транзитивном замыкании;

w_{ij} – степень влияния одной учебной дисциплины на другую;

v_{ij} – степень влияния одной учебной дисциплины на другую, полученная в результате транзитивного замыкания

комплекса в предметной области. Для задачи построения учебного плана симплекс – это взаимосвязанные между собой учебные курсы, комплекс – множество всех симплексов в заданной системе. Согласно [14, 15] понятие «эксцентриситет» (*ecc*) является мерой гибкости к изменениям в системе, т. е. мерой интегрированности (многофункциональности) каждого симплекса в структуре всего комплекса.

По определению [14], эксцентриситет симплекса σ задается следующей формулой:

$$ecc(\sigma) = \frac{q' - q''}{q'' + 1},$$

где q' – размерность симплекса σ ;

q'' – наибольшее значение q , при котором σ становится связанным с каким-либо другим симплексом.

При решении задачи оптимизации учебного плана q -анализ исходной когнитивной карты позволяет выявить учебные дисциплины, которые являются наиболее гибкими к изменениям учебного плана, однако не учитывает опосредованные связи между ее концептами.

Проведем анализ нечеткой когнитивной карты с учетом опосредованных влияний после процедуры транзитивного замыкания. В этом случае повышается связность всех учебных дисциплин в комплексе, а значит, уменьшается их гибкость к изменениям учебного плана. При появлении значений *ecc*, равных ∞ , можно сделать вывод о том, что каждый симплекс данного комплекса полностью изолирован от остальных [14]. Значения, полученные при транзитивном замыкании когнитивной матрицы и определении *ecc*, говорят о целесообразности расположения наиболее многофункциональных учебных дисциплин ($0 < ecc < \infty$, $\sum_{i=1}^n w_{ij} = 0$) в первом семестре, а изолированных учебных дисциплин ($ecc = \infty$, $\sum_{j=1}^n w_{ij} = 0$) в последнем семестре учебного плана. При расположении дисциплины в последнем семестре учебного плана также необходимо учитывать общую продолжительность обучения и число семестров, т. е. для послед-

него семестра должно выполняться неравенство $\sum_{i=1}^n w_{ij} > \frac{(m-1) * n}{m}$, где n – число дисциплин учебного плана, m – число семестров.

3. Определение полезности учебной дисциплины и задача максимизации полезности

Из-за субъективного характера полезности ее трудно оценить количественно. Тем не менее в целом ряде работ последнего времени [16–18] предлагаются различные подходы к формализации понятия полезности применительно к сфере образования.

В частности, подход, основанный на построении нечетких когнитивных карт и методах экспертного оценивания, позволяет формализовать и проанализировать полезность. А именно, суммарная полезность учебной дисциплины может быть рассчитана после процедуры транзитивного замыкания когнитивной матрицы как сумма всех степеней влияний (см. рис. 1 и 2):

$$u_i = w_i' + \sum_{j=1}^n v_{ij}' + \sum_{j=1}^n \frac{w_{ij}}{n} + \sum_{j=1}^n \frac{v_{ij}}{n},$$

где n – общее количество учебных дисциплин учебного плана.

Тогда математическая модель задачи максимизации суммарной полезности учебного плана может быть сформулирована как задача оптимизации в виде:

$$f(x) = \sum_{i=1}^m x_i * u_i \rightarrow \max,$$

$$D = \left\{ x \in R^n \left| \sum_{i=1}^m x_i \leq V; x \in Z_+ \right. \right\};$$

$$a \leq x_i \leq b,$$

где V – общее количество зачетных единиц, отведенных на изучение дисциплин;

u_i – полезность зачетной единицы i -й учебной дисциплины;

a – минимальное количество зачетных единиц на изучение дисциплины;

b – максимальное количество зачетных единиц на изучение дисциплины.

$Z_+ = \{0\} \cup N$

В качестве алгоритма решения задачи при соблюдении ограни-

чений предметной области могут быть использованы метод ветвей и границ [4] или генетические алгоритмы [9].

4. Построение модели рабочего учебного плана и расчет трудоемкости учебной работы преподавателя на текущий учебный год

На предыдущих этапах были определены следующие характеристики учебного плана:

– количество зачетных единиц, отводимых на изучение каждой учебной дисциплины;

– расположение учебных дисциплин по семестрам.

Таким образом, с использованием этих характеристик после проектирования учебного плана возможно построение рабочего учебного плана.

Модель рабочего учебного плана может быть представлена в виде ориентированного графа, полученного из усредненной когнитивной карты экспертов (см. рис. 1 и 2) путем удаления концептов и их связей, если они расположены в семестрах, отличных от семестров текущего учебного года, а также концепта «Профессиональная подготовка».

Фрагмент данной процедуры представлен на рис. 3.

После определения концептов графа рабочего учебного плана добавим вершины, соответствующие преподавателям, трудоемкость учебной работы которых необходимо определить. Связь между концептом-преподавателем и концептом – учебной дисциплиной означает, что i -й преподаватель способен вести j -ю учебную дисциплину.

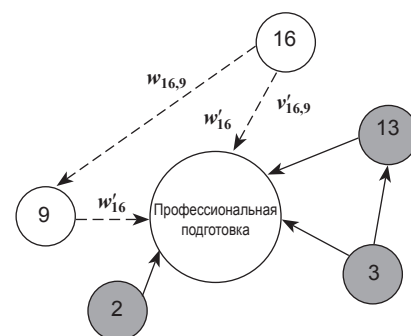


Рис. 3.

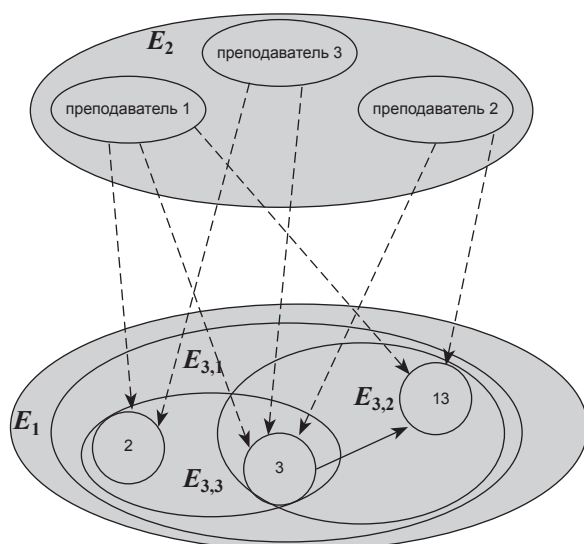


Рис. 4.

E_1 – множество учебных дисциплин рабочего учебного плана

E_2 – множество преподавателей, способных преподавать дисциплины данного учебного года

$E_{3,i}$ – множество дисциплин рабочего учебного плана, которые способен проводить i -тый преподаватель

Представим модель рабочего учебного плана в виде графа, фрагмент которого представлен на рис. 4.

После определения множества $E_{3,i}$ необходимо подсчитать суммарную продолжительность обучения P_i по данным дисциплинам в зачетных единицах, определенных на этапе решения ранцевой задачи, что будет соответствовать трудоемкости учебной работы преподавателя с данной группой на текущий период обучения (семестр).

Поскольку существуют рекомендации относительно минимальной (a) и максимальной продолжительности учебной нагрузки преподавателей разных категорий (b_1), а также рекомендации по работе одного преподавателя с учебной группой (b_2), введем ограничения для P_i вида $a \leq P_i \leq b_1$ и $P_i \leq b_2$, влияющие на распределение преподавателей по учебным дисциплинам рабочего учебного плана.

Тем самым задача построения рабочего учебного плана и расчета трудоемкости учебной работы преподавателя на текущий учебный год может быть сведена к задаче о назначениях, которую можно решить такими методами, как симплексный метод, метод, основанный на алгоритме максимального потока, и т.д. [20].

Таким образом, дополнительные ограничения для P_i позволят

поддержать процесс расчета трудоемкости учебной работы преподавателя, а значит, поддержать процесс разработки рабочего учебного плана вуза.

5. Метод поддержки внесения изменений в рабочий учебный план

Как показывает анализ регламентов работы с учебными планами, методических рекомендаций и положений о порядке разработки, утверждения рабочих учебных планов и внесения в них изменений при реализации ООП, внесение изменений в рабочие учебные планы может быть обусловлено такими причинами, как:

- введение или исключение дисциплины за счет перераспределения общих часов между дисциплинами цикла;
- замена одной дисциплины на другую;
- перенос дисциплины из одного семестра в другой;
- изменение формы контроля и промежуточной аттестации и т.д.

Среди экспертов, имеющих право вносить изменения в рабочий учебный план, выделяют преподавателей и заведующих кафедрами, реализующими данную ООП, ректоров вузов, их заместителей по учебной работе, ученый совет вуза,

Департамент по учебной и методической работе.

При изменении рабочего учебного плана заведующий профилирующей кафедрой готовит служебную записку с описанием предлагаемых изменений в рабочий учебный план.

При необходимости внесения изменений в рабочий учебный план эксперту (экспертам) предлагается построить и проанализировать новую нечеткую когнитивную карту по методам, рассмотренным в статье.

Отличительными особенностями новой нечеткой когнитивной карты будут измененные концепты – учебные дисциплины вследствие замены одной дисциплины на другую, изменения степени влияния дисциплины на профессиональную подготовку или на другие дисциплины.

В результате анализа новой нечеткой когнитивной карты появится возможность сравнить структуру учебного плана, полученного на этапе его первичного построения, с новой структурой учебного плана.

Полученные результаты также позволят определить изменения, которые необходимо внести в служебную записку заведующего кафедрой, места их возникновения, а также проанализировать целесообразность их внесения, а именно:

- значения *ess* учебных дисциплин вследствие замены одной дисциплины на другую могут измениться, что повлияет на расстановку дисциплин по семестрам;
- значения оптимального количества зачетных единиц, отводимых на изучение учебных дисциплин, могут измениться;
- общая полезность учебного плана может измениться, что позволит оценить целесообразность внесения изменений в рабочий учебный план (если общая полезность учебного плана с внесенными изменениями больше полезности первичного учебного плана, то внесение изменений является обоснованным).

Заключение

Таким образом, предложенный метод позволит формализовать, усреднить и проанализировать

оценки экспертов, участвующих в разработке учебного плана вуза, на их основании определить последовательность изучения учебных дисциплин, сформировать распределение зачетных единиц, при котором максимизирована полезность, построить модель рабочего учебного плана, тем самым поддерживать процесс разработки рабочего учебного плана вуза на основе учебного плана, внесения изменений в рабочий учебный план и процесс расчета учебной нагрузки преподавателя.

Список литературы

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 080500 «Бизнес-информатика» (квалификация (степень) «магистр»).
2. Воробьева Н.А., Носков С.И. Программное обеспечение для автоматизации процесса разработки учебных планов // *Фундаментальные исследования*. – 2012. – № 6.
3. Глущенко А.И. Информационная система принятия решений по формированию индивидуальных учебных планов // *Управление большими системами: сборник трудов*. – 2006. – № 15.
4. Бабкина О.М., Бабкин Е.А. Об оптимизации учебных планов // *Вестник Московского городского педагогического университета*. Серия: Информатика и информатизация образования. – 2006. – № 7. – С. 19–20.
5. Дроздов Н.А. Оптимизация учебных планов // *Вестник Московского городского педагогического университета*. Серия: Информатика и информатизация образования. – 2008. – № 16. – С. 95–97.
6. Найханова В.А., Дамбаева С.В. Методы и алгоритмы принятия решений в управлении учебным процессом в условиях неопределенности: монография. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2004. – 164 с.: ил.
7. Харитонов И.М. Алгоритм формирования учебного плана с применением методики формализованного представления учебной дисциплины (на примере дисциплины «моделирование систем») // *Вестник Астраханского государственного технического университета*. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2011. – № 2. – С. 178–185.
8. Абрамова Н.А., Коврига С.В. Некоторые критерии достоверности моделей на основе когнитивных карт // *Проблемы управления*. – 2008. – № 6.
9. Семенов И. О. Методы и средства моделирования электронных учебных курсов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Петрозаводск, 2013. – 23 с.
10. Ерохин Д.В. Моделирование инновационного механизма предприятия с применением нечетких когнитивных карт / Д.В. Ерохин, Д.Г. Лагерев, Е.А. Ларичева, А.Г. Подвесовский // *Менеджмент в России и за рубежом*. – 2006. – № 3.
11. Кузьмин А.М. Метод Дельфи // *Методы менеджмента качества*. – 2008. – № 4.
12. Горелова Г.В., Масленникова А.В. Имитационное моделирование на основе когнитивной методологии и системной динамики, анализ системы «Юг России» // *Материалы научно-практической конференции «Системный анализ в экономике»*. – М.: ЦЭМИ РАН, 2012. – С. 54.
13. Горелова Г.В., Мельник Э.В. О возможности анализа и синтеза структур отказоустойчивых распределенных информационно-управляющих систем, основанных на когнитивном подходе // *Искусственный интеллект*. – 2008. – С. 638–644.
14. Кастри Дж. Большие системы. Связность, сложность, катастрофы. – М.: Мир, 1982.
15. Романов В.Н. Системный анализ для инженеров. – СПб.: СЗГЗТУ, 2006. – 186 с.
16. Скибицкий Э.Г., Скибицкая И.Ю. Механизм оценки педагогической полезности дидактического обеспечения подготовки специалистов в техническом вузе. *Инновации в образовании*. – 2009. – № 2. – С. 54–60.
17. Топоркова О.М. Полезность информации и рациональная организация учебного процесса // *Ученые записки ИИО РАО*. – 2008. – № 27. – С. 10–15.
18. Гуськова М.Ф. Полезность образовательной услуги // *Вестник экономической интеграции*. – 2007. – № 1. – С. 96–101.
19. Образовательный стандарт высшего профессионального образования НИУ ИТМО по направлению подготовки 080500 «Бизнес-информатика» (квалификация (степень) «магистр»).
20. Вагнер Г. Основы исследования операций: пер. с англ. – М.: Мир, 1972. Т. 1, Приложение I.2. Решение задачи о назначениях.

Авторские цифровые видеозаписи: создание и применение в учебном процессе

В работе рассмотрены функциональные возможности ряда сервисов интернета для создания авторских видео материалов учебного назначения, которые могут применяться как средства дистанционных аудиовизуальных технологий.

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

AUTHOR'S DIGITAL VIDEO: CREATING AND USING FOR THE LEARNING

The article considers the functionality of software to construct the author's video for its use in distance learning and its audiovisual implementation in the open educational space.

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

Введение

В первые годы существования интернета практически не было видеозаписей – из-за большого объема, занимаемого такими файлами, их было затруднительно пересылать от одного пользователя другому по сети. Однако за последние 10 лет пропускная способность каналов сети увеличилась в сотни раз, и сегодня человечество смотрит более 80 млн часов видео с сервиса YouTube.com каждый день. Аудиовизуальная информация обладает большим воздействием потому, что наш мозг эволюционно настроен на ее восприятие и расшифровку. Нам нравится смотреть видео выступления известных ученых или общественных деятелей, хотя их доклады можно прочитать гораздо быстрее, потому что в живом общении присутствуют не только слова. В невербальной коммуникации, отмечает К. Андерсон, «заложена мощнейшая магия, скрытая за интонацией, мимикой, индивидуальной жестикуляцией, в контакте взглядов и в ряде других подсознательных подсказок, которые помогают понять и

вдохновиться сказанным» [1]. Не удивительно, что в проведении научных и методических конференций все большее место занимают видеодоклады [2], защиты многих диссертаций транслируют в интернете. Успешно действует научный электронный журнал «JOVE», в котором сообщения публикуются исключительно в формате видеозаписей [3]. Академия Хана предлагает более 3400 бесплатных учебных видео для родителей, учителей и учащихся [4]. На сервисах YouTube.com, Vimeo.com и др. накоплено огромное количество видеозаписей реальных экспериментов и других материалов, которые можно и нужно использовать в учебном процессе. Б. Гейтс предлагает производить с помощью веб-камер записи реальных занятий в классах с целью их последующего коллегиального обсуждения [5, 17:08 min]. В 2010 г. доля видео в общем объеме интернет-трафика в США составила 50% [6]. Компания Cisco оценивает, что в течение ближайших лет более 90% трафика в интернете будет иметь аудиовизуальный формат.

В этом контексте сегодня не только вузы, но и школы уделяют значительное внимание технологиям обучения, в которых широко используются сервисы социальных медиа, сетевые семинары (вебинары), видео-конференц-связь и в перспективе телеприсутствие [7]. Однако не теряют своего значения авторские аудиовизуальные учебные материалы, размещаемые в блогах педагогов, на сайтах школ, на сетевых депозитариях YouTube.com и Vimeo.com. Создание видеозаписей презентаций, инструкций по выполнению заданий, методических указаний и т. д. является важным этапом практического освоения педагогами современных аудиовизуальных технологий.

Целью статьи является обсуждение ряда технических и методических особенностей процесса создания видеозаписей учебного назначения с помощью сетевых сервисов и компьютерных программ. Созданные аудиовизуальные ресурсы могут быть использованы как в очном, так и в дистанционном обучении.



Игорь Владимирович Ряшенцев,
зав. лабораторией порталных технологий, ассистент,
Тел.: (3822) 421-370
Эл. почта: rishiv@tpu.ru
Национальный исследовательский
Томский политехнический университет
www.tpu.ru

Igor V. Riashentsev,
Head of the laboratory of portal technologies, assistant,
Tel.: (3822) 421-370,
E-mail: rishiv@tpu.ru
National research Tomsk Polytechnic University
www.tpu.ru



Вячеслав Алексеевич Стародубцев,
д.п.н., профессор,
профессор кафедры инженерной педагогики
Тел.: (3822) 564-101,
E-mail: starslava@mail.ru
Национальный исследовательский
Томский политехнический университет
www.tpu.ru

Vyacheslav A. Starodubtsev,
Doctor of Education, Professor
Tel.: (3822) 564-101
E-mail: starslava@mail.ru
National research Tomsk Polytechnic University
www.tpu.ru

1. Программное обеспечение для создания видеозаписей с помощью персонального компьютера

Большинство выпускаемых сегодня компьютеров имеют встроенные веб-камеру и микрофон, которые можно также приобрести как дополнительные аксессуары, если параметры встроенных устройств окажутся недостаточными для создания качественного учебного продукта. Следует заметить, что веб-камеры по определению предназначены в первую очередь для видеоконференций, и их задача – как можно быстрее передать сжатое изображение абоненту. Поэтому качество создаваемого видео будет хуже, чем снятого специальной (более дорогостоящей) цифровой видеокамерой. Рассмотрим доступные в интернете программы создания видеороликов, которые можно использовать в качестве инструкций для учащихся, озвученных презентаций, ответов на заданные вопросы, объявлений и т. д.

Редактор презентаций PowerPoint обладает возможностью создания звукового сопровождения слайдов, но при этом нет возможности захвата движения курсора на демонстрируемом экране. Поэтому имеет смысл обратиться к программе

SMRecorder [8]. Программа позволяет фиксировать все действия, происходящие на экране компьютера, включая движение курсора, выход из презентации в интернет и/или открытие других, необходимых по ходу занятия файлов. При инициации программы на экране появляется окно управления, которое остается видимым в процессе записи.

Кликнув на левую кнопку в окне, откроем меню настроек записи и выберем захват экрана *Desktop Video* (рис. 1). Выберем опцию полного рабочего стола и время записи несколько большее, чем требуется (начните с 5 минут для пробной записи). Затем уточним настройки видео: качество сжатия (при 100% качество максимально, но объем записи возрастает), оставим захват курсора и захват прозрачного окна. Галочку в окне *Convert recorded video* имеет смысл оставить в том случае, если вместе с программой **SMRecorder** на компьютер с того же сайта импортирована программа **SMConverter**. Тогда записанный по умолчанию файл в формате *.avi можно будет преобразовать в формат *.wmv или другой. Здесь могут встретиться трудности, связанные с различием требований к числу кадров или характеристик звука в разных форматах. Для коротких по

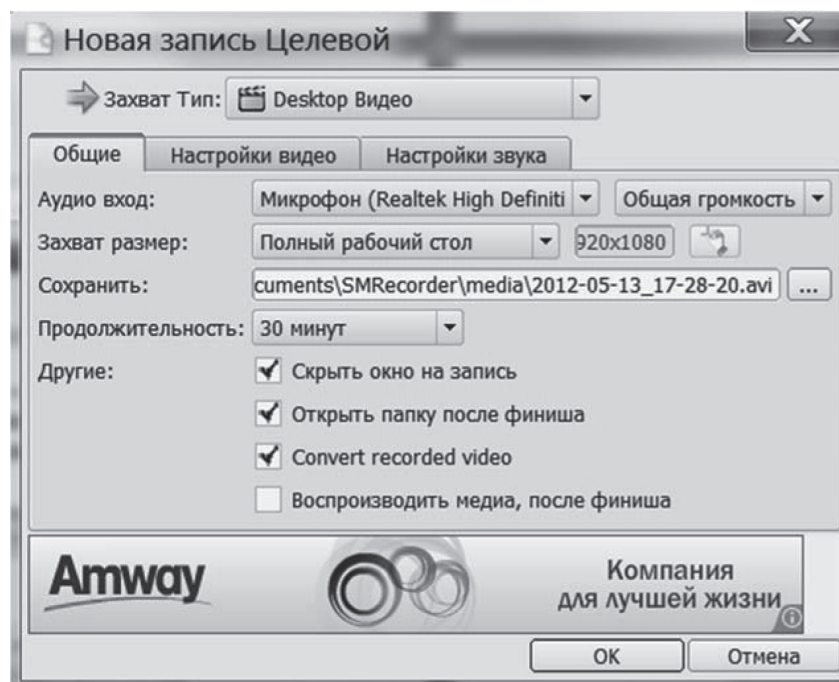


Рис. 1. Вид меню настроек записи



Рис. 2. Вид окна управления записью экрана компьютера

времени записей формат *.avi может быть достаточным.

Сравнительно большими техническими возможностями обладает программа **Debut Video Capture** [9] фирмы NCH Software, которая позволяет производить записи действий пользователя с экраном компьютера (есть захват движений курсора), озвучивать презентацию, записывать с веб-камеры, сетевой камеры, внешних видеоисточников (рис. 2). Практика показывает, что в этом случае лучше использовать внешний микрофон, запись звука со встроенного микрофона оказывается «глухой».

Следует также отметить, что при записи действий с текстовыми документами их необходимо воспроизводить на экране в увеличенном виде одной страницы, иначе при установке качества записи 80% (по умолчанию) текст будет воспроизводиться в записи нечетким.

2. Использование веб-камеры

Для создания видеофрагментов с помощью веб-камеры можно применить указанные выше программы, при условии выбора в них вместо рабочего стола опции веб-камеры. Альтернативными вари-

антами могут служить программы **VirtualDub** и **WebcamXP**, но они требуют наличия на компьютере дополнительных программ. Поэтому остановимся на программе **Windows Movie Maker**, входящей в пакет MS Office. Открыв програм-

му, выбираем источник звука, настраиваем по эквалайзеру уровень громкости записи с микрофона, а также размеры окна воспроизведения будущей записи и степень сжатия для видео (рис. 3). Затем по команде Далее выбираем расположение папки для хранения записи на компьютере и даем название файлу записи. Программа по умолчанию устанавливает наилучшее качество воспроизведения записи. Активируя кнопки *Начать запись* и *Остановить запись*, производим запись с веб-камеры. При этом в окне *Просмотр* воспроизводится записываемое изображение, и можно также видеть в динамике размер записываемого файла и время с момента начала записи.

Произведенную запись затем можно редактировать, перетаскивая иконку записанного файла на шкалу времени в основном окне программы (рис. 4). При желании можно добавить название записи с различными анимационными эффектами перехода от одного кадра к другому и/или дополнительное музыкальное сопровождение. Для этого используют дополнительные дорожки под раскладкой видео.

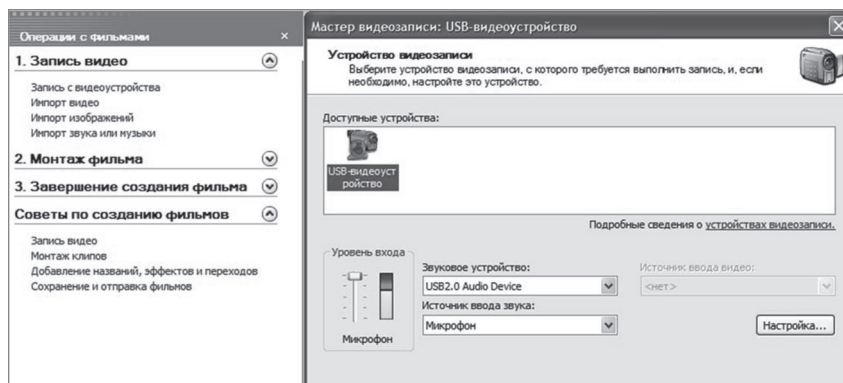


Рис. 3. Вид окна настроек записи

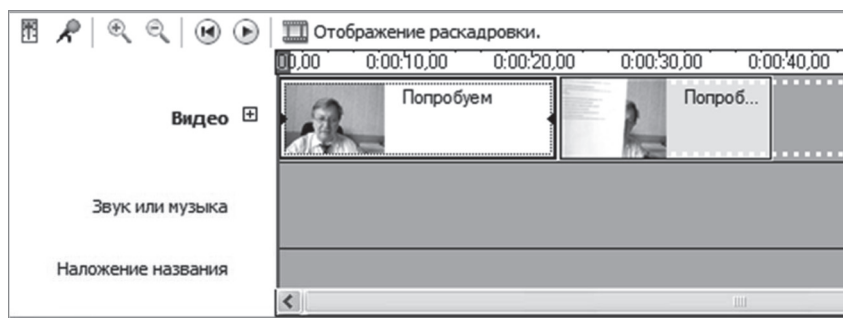


Рис. 4. Вид шкалы времени редактора видеозаписи

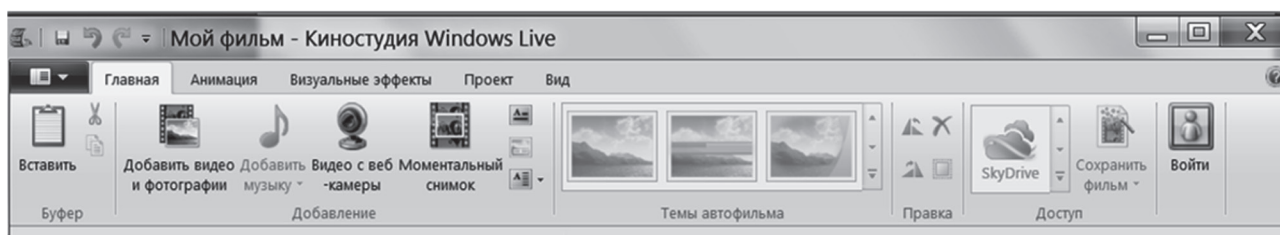


Рис. 5. Вид открытого меню Киностудии Windows Live

Не будет лишним отметить, что в настоящее время программа Windows Movie Maker заменена в свободно распространяемом пакете Windows Live на **Киностудию Windows Live**, вид открытого меню которой приведен на рис. 5. Для записи с веб-камеры здесь следует выбрать соответствующую иконку в верхней части меню. Вместо черного окна появится изображение, транслируемое камерой, и можно начать запись, кликнув на красную кнопку.

Соседние кнопки позволяют остановить или отменить запись. После остановки записи программа предлагает сохранить ее в разделе *Мои видеозаписи* компьютера в папке *Webcam* в формате *.wmv. При необходимости можно наложить на видеозапись дополнительное музыкальное сопровождение. Для этого следует активировать иконку *Добавить музыку*. Откроется окно поиска музыкального файла на вашем компьютере, и после выбора над изображением сделанной видеозаписи появится соответствующая строка. Остается сохранить фильм – для этого есть необходимая иконка.

Впоследствии сделанную видеозапись или какую-либо другую (импортированную из интернета, например) можно редактировать, используя раздел *Средства для работы с видео* в верхней части меню управления программой. Здесь имеются маркеры, установка которых позволяет зафиксировать границы желаемого фрагмента и сохранить его в отдельности. Программа имеет большое количество анимационных эффектов, которые можно использовать при редактировании записи, позволяет внедрить текст в начале или в конце фильма и другие возможности, которые можно использовать в практике с целью

создания более информативного и динамичного видеопособия.

Наиболее оптимальным для преподавателя путем может быть использование сервиса **ScreenCast-O-Matic.com**, который позволяет делать видеозаписи в режиме онлайн и не требует импорта программ на персональный компьютер (достаточно иметь на нем плагин Java). При создании записей с веб-камеры или при захвате экрана компьютера здесь используются настройки качества видео (в т.ч. три уровня HD), его описания, разрешения его комментирования после экспорта и времени записи (до 15 минут – бесплатно, что часто вполне достаточно для учебных целей). Среди достоинств данного сервиса можно указать возможность непосредственного, «в один клик», экспорта созданных записей на YouTube.com, на сервер ScreenCast-O-Matic.com или на компьютер пользователя. Отметим также, что сервис YouTube.com позволяет в последнее время создавать записи с веб-камеры пользователя и сразу размещать их на своем сервисе.

3. Импорт и редактирование видео с YouTube

В ряде случаев преподавателю будет полезным иметь не только гиперссылки на ресурсы сервиса YouTube.com, но и сами видеозаписи на персональном компьютере (создание своей медиатеки). Для импорта видеозаписей из интернета можно использовать программу **Lucky YouTube Downloader** (33 Мб), свободно предлагаемую сервисом <http://free-video-converter.net>. Действия пользователя здесь будут достаточно просты: сначала найти на YouTube.com необходимый видеоролик, скопировать его URL-адрес, затем вставить его в

соответствующую строку программы, третьим шагом конвертировать в выбранный формат и записать на жесткий диск компьютера.

Аналогичной по функциям является программа **Freecorder 4**, которую можно импортировать на персональный компьютер (<http://applian.com/freecorder4>). После импорта программного обеспечения в строке браузера появляется иконка импорта, и, после нахождения на сервисе YouTube.com необходимого видео, достаточно кликнуть на эту иконку для запуска переписи. Указанные программы также позволяют конвертировать файлы *.avi, имеющиеся на компьютере, в другие форматы. Для этого необходимо загрузить с компьютера в программу файл, который необходимо конвертировать, и воспользоваться появляющимися указаниями. Это можно использовать для преобразования записанных с веб-камеры видео в формат Flash Video (*.flv) с большим сокращением объема файла. Следует отметить, что процесс записи и конвертации занимает в данных программах достаточно большое время.

Отметим также возможность редактирования роликов YouTube.com в режиме онлайн с помощью сервиса **TubeChop.com**. Сервис позволяет открыть ролик (необходимо вставить в строку поиска URL ролика на YouTube.com), установить маркеры начала и конца необходимого фрагмента на дорожке времени показа видеозаписи и сохранить выбранный фрагмент на сервисе. После этого можно использовать видеозапись точно так же, как с основного депозитария **YouTube.com**. Такая операция может потребоваться с целью сокращения времени показа видео на лекции или при импорте видео на учебный блог. К сожалению, не

предусмотрена запись на компьютер пользователя отредактированного файла. Поэтому приходится обращаться к одной из вышеописанных программ импорта видео из интернета.

4. Записи с мобильной веб-камеры

Во многих случаях для создания учебных видеоматериалов можно использовать не только цифровые камеры или мобильные телефоны, но и мобильные веб-камеры цифровой аудиовидеозаписи. Такого рода гаджеты *Flip Video Camera* (16 Гб, время записи до четырех часов) выпускает компания Cisco, обеспечивая их необходимым программным обеспечением *FlipShare*, которое автоматически устанавливает обновления на компьютер при подключении видеодиктофона (<http://support.theflip.com/en-us/home>). Программа позволяет редактировать записи и экспортировать их на YouTube.com или на другие сервисы социальных медиа, в частности на блоги.

Следует отметить, что при использовании подобных инструментов возникают проблемы с фиксацией камеры (при съемке с рук кадр «плавает») и с освещенностью места действия в стенах учебного заведения, поэтому они более пригодны для внеаудиторных записей или при использовании дополнительных источников света при съемках в лабораториях. Рекомендовано использование переносного штатива. Подходят для создания документальных записей каких-либо учебных событий.

5. Записи с использованием технологии вебинаров

Записи открытых лекций и работы конференций могут быть реализованы в вузах по технологии проведения вебинаров [10]. Содержательные особенности подготовки и проведения учебных вебинаров рассмотрены в [11]. Здесь отметим, что широко используемая в вузах для проведения сетевых семинаров платформа Adobe Connect Pro Meeting позволяет достаточно просто конструировать макет ра-



Рис. 6. Виды макетов Adobe Connect Pro Meeting

бочего поля (рис. 6), в том числе настраивать режим увеличенного размера области трансляции веб-камеры и сохранять пользовательские индивидуальные макеты, переходы между которыми лекторы могут выполнять в процессе самозаписи. Авторские макеты строятся из стандартных элементов (окон), таких как трансляция видео и звука, презентации в формате *.ppt, текстового чата, списка участников, примечания и т.д. Построение макета осуществляется предельно просто, путем выбора элементов из списка и размещения их на рабочем поле, масштабирование и компоновка выполняются мышкой. При выполнении самозаписи следует уделять внимание не только жестам, мимике, дикции и интонации лектора, но и некоторым особенностям программного пакета, который сохраняет все действия лектора в формате, отличном от классических видеоформатов, характерных для вещания в интернете.

К первой особенности можно отнести регистрацию переходов между слайдами презентации, ко второй – регистрацию сообщений в чате, которые можно будет просматривать, используя ползунок вертикального скроллинга.

6. Особенности просмотров записей

В интернете имеется большое количество видеоплееров, которые используются для проигрывания видеороликов, но по функциональным компонентам они близки друг к другу, в каждом имеются кнопки пуска, паузы и остановки, перехода в полноэкранный режим, полоса времени записи, управление громкостью звука. Выбор интере-

сующего пользователя фрагмента записи осуществляется произвольным образом, в лучшем случае на основе уменьшенного вида кадра над позицией курсора мыши (например, видеоплеер сайта YouTube.com). Сами видеозаписи являются непрерывными, при этом статические кадры отображаются зачастую в низком качестве, с плохо различимыми мелкими деталями.

Видеозаписи, проводимые с помощью платформы Adobe Connect Pro Meeting, не являются одним единым файлом, который воспроизводится на экране в браузере, а представляют собой целый набор файлов, содержащих различную информацию, синхронизированную по времени. Проигрыватель записей Adobe Connect Pro Meeting загружает макет, аналогичный тому, который был использован в процессе записи, и соответствующие ему динамические компоненты (видеоряд, чат, презентацию и т.д.) Статические компоненты, например кадры слайдов презентации, загружаются в оригинальном качестве и размере, что позволяет просматривать запись в полноэкранном режиме без искажений. Система позволяет конвертировать полученную запись в отдельный видеофайл формата *.flv, но при этом значительно теряется качество статических картинок с мелкими деталями и резко возрастает физический объем файла. Важно отметить, что в состав панели управления плеера Adobe Connect Pro Meeting входит кнопка дополнительных настроек (рис. 7), которая открывает в левой части записи вертикальное меню, состоящее из набора интерактивных переходов между слайдами. Систематизированное меню видеозаписи формируется в процессе

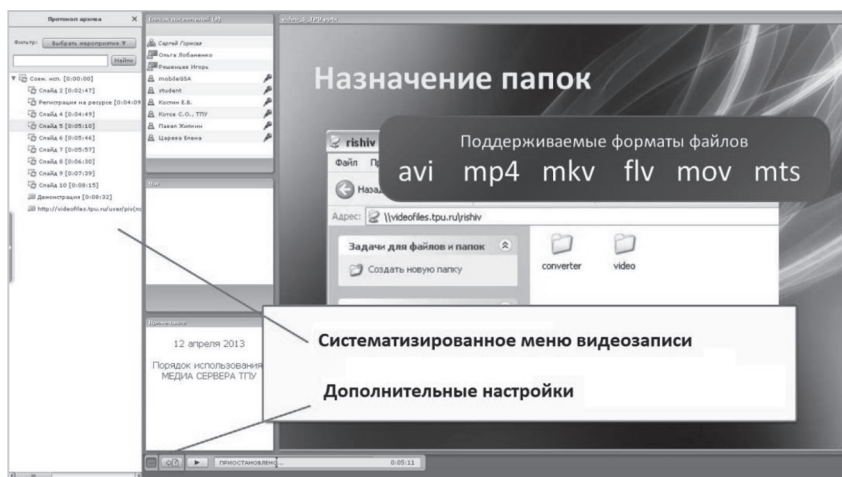


Рис. 7. Окно просмотра видеозаписи с дополнительной панелью

записи автоматически на основе события смены слайда презентации (сохраняется время и название слайда) и события появления каждого сообщения в чате. Визуально в меню видеозаписи эти позиции отличаются иконками. Если при самозаписи использовать первую возможность, то может получиться интерактивный видеофильм с открытой дополнительно навигационной панелью.

При всех достоинствах обсуждаемой платформы следует отметить один нюанс, отмеченный в [11]. При загрузке презентации лектором программа конвертирует ее в формат *.pdf, и не все анимационные эффекты воспроизводятся затем при просмотре видеозаписи. Этого недостатка лишен программный продукт *iSpring Presenter 7*, конвертирующий загружаемую презентацию в формат *.swf, сохраняющий весь арсенал анимационных эффектов редактора Power Point.

Кроме того, при настройке просмотра видеозаписи в *iSpring Presenter 7* можно также вызвать панель навигации по слайдам, на которой отображаются не только названия слайдов, но и их уменьшенные изображения, что повышает комфортность управления просмотром видеоматериала.

Две важные дидактические возможности связаны с описанной выше возможностью плееров Adobe Connect Pro Meeting и *iSpring Presenter 7* по управлению просмотром:

– создается активная позиция пользователя (потребителя образовательной услуги), поскольку реализуется просмотр материала по выбору среди выделенных фрагментов (в своеобразном оглавлении пособия). Это лучше, чем пытаться просматривать содержание, используя непрерывную ленту времени записи;

– сравнение и определенное осмысление содержания видеопособия в его целостности и деталях. Попутное развитие способности к анализу и критическому мышлению в когнитивной сфере пользователя.

С учетом этого должна строиться процедура авторской «самозаписи» учебного материала и/или вебинара. Композиция видео должна быть направлена на привлечение внимания и создание активности пользователя при просмотре пособия (или записи вебинара). Здесь уместно применение слайдов-маркеров с названием, относящимся к содержанию фрагмента записи. Другими словами, нет необходимости давать названия всем без исключения слайдам используемой при записи презентации. Достаточно разделить ее на смысловые фрагменты и дать название первому из последовательности нескольких слайдов, он и будет иметь функцию маркера. Можно предложить следующий ориентировочный перечень слайдов-маркеров:

- тема;
- проблема (проблемы);
- пути решения;
- альтернативы;

- мнения экспертов;
- схема 1 (2, 3, ...);
- таблица 1 (2, 3, ...);
- ссылки;
- общие выводы;
- особые условия;
- прогноз;
- задание.

Помимо маркеров, в оглавлении слайдов полезно выделить и слайды-активаторы (мотиваторы) с названиями типа:

- почему это надо (знать, учитывать, применять...);
- Вы согласны с (мнением, выводами...)?
- знали об этом?
- что будет, если ...;
- напишите мне (на форум, в гостевую книгу, на общую стену и т.д.).

Данный сценарий создания авторского учебного видеоматериала учитывает отмеченную многими исследователями фрагментарность стиля мышления нового поколения учащихся, рожденных в эпоху развитого информационного общества. Учебное средство будет адаптировано к «потребительским» характеристикам целевой аудитории, что является одним из требований smart-обучения (smart learning).

Заключение

Создание авторских цифровых видеозаписей учебного назначения относится к области применения аудиовизуальных технологий (АВТ). По определению, это совокупность средств и методов обработки, представления, восприятия зрительно-слуховых данных, направленных на формирование знаний, умений, компетенций. Могут быть применены как в инженерном, так и в гуманитарном образовании. В плане организационных условий применения АВТ необходимо техническое и технологическое, аппаратно-программное обеспечение, соответствующий аудиторный фонд и обслуживающий персонал. В плане психологических условий необходимо создание мотивации и студентов, и преподавателей к повседневному использованию аудиовизуальных средств в процессах преподавания и учения. Педагоги-

ческие условия включают изменения стиля преподавания общих и специальных дисциплин, освоения преподавателями активных технологий взаимодействия, знания

ими не только того, *как создавать* цифровые видеозаписи в качестве средств обучения, но и *для каких целей* и видов занятий, в *каких конкретных формах* использовать.

Здесь все зависит от потенциала креативности преподавателя, его способности к творческому применению в учебном процессе описанных инструментов.

Список литературы

1. *Anderson C.* How Web Video Powers Global Innovation [Electronic resource]. – URL: http://www.ted.com/talks/chris_anderson_how_web_video_powers_global_innovation.html
2. *Стародубце, 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.
3. *Journal of Visualized Experiments (JOVE)* [Electronic resource]. – URL: <http://www.jove.com>
4. *Khan Academy* [Electronic resource]. – URL: <https://www.khanacademy.org>
5. *Gates I.* Unplugged [Electronic resource]. – URL: http://www.ted.com/talks/bill_gates_unplugged.html
6. *Gerd L.* BDigital 2011: Apps and the Future of Content: Social, Local, Mobile, Video, Cloud! [Electronic resource]. – URL: <http://www.slideshare.net/gleonhard/bdigital-gerd-leonhard-futurist-apps-content>
7. Телеприсутствие [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://clck.ru/8rUdk>
8. *SMRecorder* [Electronic resource]. – URL: http://download.cnet.com/SMRecorder/3000-13633_4-75332290.html
9. *Debut Video Capture Software* [Electronic resource]. – URL: <http://www.nchsoftware.com/capture/index.html>
10. *Горисе, С.А., Ряшенцев И.В., Стародубцев В.А.* Технология вебинара как регистратора событий в жизни вуза // *Открытое образование* – 2013. – № 3 – С. 51–55.
11. *Стародубце, В.А.* Подготовка и проведение вебинаров в системе дистанционного обучения // *Открытое и дистанционное образование*. – 2011. – № 1 (41). – С.16–22.

Автоматическое определение ошибок в порядке расположения лексем в ответах на вопросы с открытым ответом в СДО Moodle

В работе рассматриваются проблемы автоматического анализа, оценки и выдачи подсказки обучаемому в вопросах, ответом на которые является корректное предложение на изучаемом языке, в котором важен порядок слов (лексем). Для решения проблемы предложено решение на основе комбинации лексического анализа и анализа при помощи редакционных расстояний, которое реализовано в виде модуля к популярной системе дистанционного образования Moodle. Этот модуль полезен при изучении языков программирования и английского языка как иностранного.

Ключевые слова: редакционные расстояния, лексический анализ, изучение грамматики, электронное обучение.

AUTOMATIC DETERMINING OF TOKEN SEQUENCE ERRORS IN RESPONSES TO OPEN ANSWER QUESTION IN MOODLE LMS

The paper reviews the problem of automatic analysis, grading and hinting to the student in the questions, where correct answer must be the correct sentence in the target language in which order of words (tokens) is important. Proposed solution consists of combination of lexical analysis and editing distance analysis. Proposed solution was implemented as a CorrectWriting question type to a popular Moodle LMS. Such question type is useful when teaching programming languages and English as foreign language.

Keywords: editing distances, lexical analysis, grammar learning, e-learning.

Введение

В грамматике многих искусственных языков, а также некоторых естественных, значительную роль играет порядок расстановки лексем (например, слов) в предложении. К таким языкам относится большинство языков программирования; хорошим примером среди естественных языков может служить английский. В дальнейшем мы будем понимать под лексемой или токеном последовательность символов с определенным совокупным значением [1, с. 26]. Обычно при лексическом анализе используются лексемы минимальной длины, а последовательности с более сложным совокупным значением генерируются из них. Примерами лексем в естественном языке будут слова, знаки пунктуации (многого-

чие – это одна лексема), числа и т.д.

При обучении языкам, в которых важен порядок лексем, приходится уделять значительное время тренировке обучаемых составлению предложений языка, расставляя лексемы в правильном порядке. Проверка таких упражнений отнимает время учителя и является рутинной задачей, которая может быть автоматизирована. Применение тестовых вопросов, способных выдавать ошибки в порядке расположения лексем, во время самоподготовки обучаемых позволит преподавателю сэкономить время на проверку таких заданий и пояснение обучаемым их ошибок, в то время как обучаемые смогут развивать свои навыки составления предложений в удобное для них время, без помощи преподавателя.

На текущий момент для организации учебного процесса в ВолГТУ, как и многих других российских вузах [2, 3], применяется обучение с использованием системы дистанционного образования Moodle, которая позволяет организовывать и управлять множеством различных учебных мероприятий. Одним из видов таких учебных мероприятий является автоматизированное тестирование, которое позволяет сократить затрачиваемое аудиторное время на проверку базовых знаний обучаемого, перед решением более сложных инженерных задач. На данный момент такое мероприятие внедрено и проводится в рамках изучения предмета «Основы программирования». Автоматизированное тестирование позволяет повысить объективность оценивания



Олег Александрович Сычев,
к.т.н., доцент кафедры
программного обеспечения
автоматизированных систем
Тел.: (905) 434-5345
Эл. почта: oasychev@gmail.com
Волгоградский государственный
технический университет
<http://www.vstu.ru>

Oleg A. Sychev,
Candidate of Engineering Science,
Associate Professor,
the Automated Systems Software
Department
Tel.: (905) 434-5345
E-mail: oasychev@gmail.com
Volgograd State Technical University
<http://www.vstu.ru/en>



Дмитрий Петрович Мамонтов,
магистрант кафедры программного
обеспечения автоматизированных
систем
Тел.: (927) 523-0472
Эл. почта: mamontov.dp@gmail.com
Волгоградский государственный
технический университет
<http://www.vstu.ru>

Dmitry P. Mamontov,
graduate student the Automated Systems
Software Department
Tel.: (927) 523-0472
E-mail: mamontov.dp@gmail.com
Volgograd State Technical University
<http://www.vstu.ru/en>

и может служить фактором мотивации, увеличивая подготовленность обучаемых к занятиям за счет прохождения ими демонстрационных и тренировочных тестов во время самоподготовки [4].

Однако применение стандартных модулей СДО Moodle в тренировочных тестах существенно ограничивает возможности подсказок обучаемых при самостоятельной тренировке. Единственные доступные в стандартных типах вопросах способы подсказки связаны с выводом комментариев к вопросу в целом и к конкретным (возможно, ошибочным) ответам.

Возможности комментариев к вопросу в целом нередко неэффективны, так как требуют от обучаемого самостоятельно проанализировать свой ответ на соответствие изложенному в комментарии правилу: если бы обучаемый его понимал, он бы не сделал ошибки. Применение же комментариев к ответам с типовыми ошибками значительно увеличивает трудоемкость составления вопросов преподавателями, предусмотреть все возможные виды ошибок практически невозможно, а комментарий выдается только при точном совпадении ответа обучаемого с ошибочным ответом, предусмотренным преподавателем.

Поэтому целью работы было увеличение количества ошибок, определяемых при автоматизированном тестировании в СДО Moodle, для вопросов, ответом на которые является корректное предложение на изучаемом языке, в котором важен порядок записи базовых единиц языка за счет автоматического определения ошибок их положения.

1. Использование ошибок положения лексем при изучении грамматики

При изучении грамматических правил языка важно, чтобы обучаемый научился соблюдать правила грамматики и – если это важно в языке – расставлять его смысловые единицы (слова, лексем) в правильном порядке. Чтобы освободить учителя от рутинной ра-

боты по проверке таких заданий, необходимо, чтобы работу по определению этих ошибок и выдаче сообщений обучаемому о них взяла на себя система тестирования. Данная система должна показывать сообщения об ошибках; а также иметь возможность давать обучаемому подсказки, если сообщение ему непонятно и исправить ошибку самостоятельно он не может; преподаватель может назначить снижение оценки за подсказку (как и за лишние попытки ответа). Если обучаемый совершил несколько ошибок, то должны определяться и показываться они все; однако преподаватель может установить порог в виде количества ошибок, после которого ответ считается совершенно несоответствующим.

К ошибкам положения лексем относятся добавление лишнего слова (лексемы в общем случае), которое отсутствует в исходном ответе; пропуск лексемы, которая присутствует в исходном ответе, но отсутствует в ответе обучаемого, а также перемещение лексемы. Опечатки и другие ошибки внутри отдельных лексем в данной работе не рассматриваются; их учет может быть добавлен позже, при дальнейшем развитии программного инструмента.

Рассмотрим подобные ошибки на примере английского языка. Допустим необходимо перевести на английский язык предложение «Им трудно жилось в Дублине» и правильным ответом является «They had a hard time living in the Dublin» [5, с. 183, 382]. Если обучаемый напишет ответ вида: «They had a hard time living in Dublin», то ему должно быть показано сообщение о том, что артикль the пропущен. Если обучаемый напишет лишнюю лексему, к примеру «They had a very hard time living in the Dublin», то ему должно быть показано сообщение вида «very является лишним в ответе». Если в ответе будет перемещена лексема, к примеру, будет дан ответ вида «In the Dublin they had a hard time living», тогда обучаемому должно быть показано сообщение о перемещении слов In, the и Dublin. Из сборника заданий [5] для довольно большой части зада-

ний (около 10%) может быть применено данное решение.

Однако прямое упоминание правильной лексемы в сообщении об ее отсутствии или перемещении нередко приводит к попыткам угадать правильный ответ, вместо того чтобы понять правила, на основе которых он строится. Предположим, что вместо ответа «The cat ate the mouse» обучаемый ввел «The cat the mouse ate». В этом случае предпочтительным является сообщение «сказуемое находится на неправильном месте», а не «ate находится на неправильном месте». Первое побуждает обучаемого задуматься над тем, что в данном случае является сказуемым и где оно должно стоять; второе часто приводит к попыткам угадать или перебором вариантов определить, куда ткнуть этот «ate», чтобы получить оценку. Для этого при составлении вопроса преподаватель должен иметь возможность указать для лексем правильного ответа описания, в которых отражается их грамматическая роль.

Если же обучаемый все-таки не может понять, что такое «сказуемое» или где оно должно находиться, он может запросить у системы подсказки (по желанию преподавателя за использование подсказок оценка может быть снижена). Подсказка может сказать ему, что в данном предложении сказуемое это «ate» или что оно должно быть расположено между подлежащим и артиклем обстоятельства. Возможна также подсказка картинкой, показывающей, как переместить (или куда вставить отсутствующее) слово.

Такой метод обучения может применять также при изучении синтаксиса языков программирования. Такие вопросы особенно хороши при изучении сложных синтаксических конструкций, требующих определенного порядка лексем: заголовков функций и циклов, объявления переменных и т.д. Например в задании требуется написать на языке C заголовок функции `clear_row`, которая бы принимала два параметра – двумерный массив беззнаковых символов `unsigned char` размером `20x81` с именем `screen`, а

также целое число – индекс строки с именем `row` и не возвращающая ничего. Правильным ответом на данный вопрос является «`void clear_row (unsigned char screen[20][81], int row)`». Тогда, если обучаемый даст ответ с несколькими ошибками: «`clear_row (int row, unsigned char screen[20][81]);`», то он должен увидеть следующие сообщения:

- 1) «тип возвращаемого значения пропущен» (или «`void` пропущен», если преподаватель не ввел описания лексем),
- 2) «тип второго аргумента находится на неправильном месте»,
- 3) «имя второго аргумента находится на неправильном месте»,
- 4) «разделитель аргументов функции находится на неправильном месте»,
- 5) «точки с запятой не должно быть в ответе».

Такие сообщения (с возможностью подсказок) нередко позволяют обучаемому самому, без участия преподавателя, разобраться в своих ошибках; что высвобождает время работы с преподавателем для более сложных задач.

Кроме того, в некоторых случаях имеет смысл какие-то ошибки, имеющие определенное смысловое значение, выдавать со специальным комментарием. Система тестирования должна учитывать такие ответы и выдавать к ним комментарии преподавателя, но только в случае полного совпадения ответа обучаемого с заданным преподавателем вариантом неверного ответа; сообщения об ошибках и подсказки должны вести обучаемого только к правильным ответам.

2. Обзор существующих решений

На данный момент существует довольно большое количество программ, направленных на возможность проверки, строк, написанных на определенном языке. Для анализа подходящих решений были выделены следующие критерии сравнения:

- 1) виды ошибок – в данном случае предметом рассмотрения являются ошибки вида пропуска, лиш-

ней или перемещенной единицы языка;

2) определение ошибок на уровне синтаксических единиц языка – для возможности показывать сообщения об ошибках необходимо, чтобы определяемые единицы имели некий смысл в рамках языка, анализ на уровне символов определяет скорее опечатки, чем грамматические ошибки;

3) возможность задания правильного ответа – для изучения грамматики целевого языка важно, чтобы был известен верный ответ;

4) возможность встраивания в существующую систему автоматизированного тестирования – ввод дополнительной системы тестирования ради специального типа вопроса в образовательном учреждении неудобен.

Большинство существующих программ, решающих аналогичные задачи, используют подходы, по которым их можно разделить на группы:

1) программы, которые используют специальный формат ответа (регулярные грамматики и их подобия), для того чтобы описать правильный ответ со всеми его возможными вариантами;

2) программы, которые используют редакционные расстояния, для сравнения правильного ответа, заданного в системе, и ответа обучаемого;

3) программы, которые используют компиляторы подмножества языков программирования для определения ошибок в ответе обучаемого.

Рассмотрим программы из этих трех групп.

Первый из них – модуль `RMatch` позволяет проводить анализ ответа обучаемого [6]. Он разработан в `Open University` и позволяет задавать ответ преподавателя в виде шаблонов описания ответа. Данные шаблоны могут описывать различные перестановки и пропуски различных частей ответа.

Данная программа позволяет проверить вопрос даже в случае опечаток, с присутствующим или отсутствующим словарем возможных слов, использования синонимов и альтернативных фраз, гиб-

кого порядка слов, а также общей «похожести» слов, выражающейся через редакционное расстояние.

Модуль PMatch написан для СДО Moodle и легко интегрируется в неё при помощи встроенных средств.

Данный модуль позволяет задать правильный ответ, который должен быть дан обучаемым, с учетом ошибок, которые могут быть совершены в процессе ответа. Как уже было сказано выше, он позволяет оценивать близость ответа обучаемого с учетом ошибок в порядке слов, ошибок вида перемещения символов внутри слова и других.

Для задания вариаций ответа обучаемого в PMatch использует специальные ключевые слова, записываемые на английском языке. Использование данных ключевых слов позволяет существенно упростить описание различных вариантов ответа на вопрос, позволяя охватить все множество вариаций ответа на вопрос.

Большинство данных ключевых слов служит для описания того, как именно могут быть изменены слова в ответе обучаемого или символы. Также данные ключевые слова регламентируют перестановку, пропуск и добавление символов, а также то, как в словах могут быть переставлены, пропущены или удалены символы.

Также PMatch может работать с числами, интерпретируя их значение, а не ту форму, в которой они записаны. Таким образом, для данного модуля записи 25, 2.5e1 и другие варианты написания одного и того же числа эквивалентны.

Но при всех его достоинствах, PMatch не обнаруживает и не выводит сами ошибки в ответе обучаемого соответственно, что делает его неприменимым для решения данной задачи. При таких ошибках он просто покажет общий отзыв к ответу.

Помимо этого модуля, для системы Moodle был разработан плагин RegExp [7]. Автором данной программы является Joseph Rezeau, преподаватель Университета Ренн-2.

Подобно PMatch, ответ преподавателя в данной системе задается в виде шаблонов, однако в данном

случае используется несколько иной синтаксис для описания данного множества. Он широко применяется во многих высших учебных заведениях в рамках изучения естественных языков, в частности английского.

Основным отличием данного плагина от PMatch является тот факт, что он допускает пропуск какого-то набора символов.

Помимо этого, за определённый штраф, отнимаемый от текущей максимальной оценки, пользователь может увидеть следующую часть ответа, что может быть довольно удобно для обучаемого и помочь ему разобраться в решении сложной задачи. Также в RegExp реализована такая удобная возможность, как подсветка ошибок цветом, что также повышает удобство в использовании данной системы.

Данное решение имеет некоторые недостатки, помимо невозможности обнаружения ошибок добавления и перемещения базовой единицы языка, а именно довольно слабое быстроедействие, которое очень сильно падает с увеличением числа используемых шаблонов в описании правильного ответа.

Java Intelligent Tutoring System (JITS), разработанную E.R. Sykes и F.F. Franek для университета МакМастера [8], стоит рассматривать отдельно от предыдущих систем. Она, как следует из названия, предназначена для обучения только языку Java.

Данная система может работать в двух режимах. В первом из данных режимов она позволяет сравнивать два ответа, заданные строками при помощи редакционного расстояния. Во втором режиме она комбинирует довольно простую реализацию синтаксического разбора программы с ошибками с компиляцией и запуском исполняемой программы в тестовой песочнице. Эти возможности позволяют отнести данную программу сразу к двум группам – программ, использующих редакционные расстояния для определения ошибок, а также программ, использующих компиляторы и подмножества компиляторов.

В первом режиме система может обнаружить такие ошибки, как

вставка, удаление, перемещение и несовпадение одиночных символов. К сожалению, система не учитывает в данном режиме синтаксис целевого языка, и поэтому если в ответе обучаемого окажутся лишние пробелы, которые могут не оказывать никакого влияния на структуру предложения, то они будут выделяться как ошибки. Однако в данном варианте есть возможность задать эталонный ответ, который будет сравниваться с ответом обучаемого, что является достоинством.

Другой режим основывается на использовании модифицированного компилятора Java. Алгоритм синтаксического анализа данного компилятора был изменен для того, чтобы была возможность автоматического исправления найденных ошибок в ответе обучаемого.

К обнаруживаемым синтаксическим ошибкам относятся такие ошибки, как замена базовой единицы языка на другую базовую единицу языка, вставка лишней единицы языка, пропуск, а также обмен соседних единиц языка. Это достаточно близко к тем ошибками, которые поставлены целью для определения. Также необходимо отметить возможность задания явного ответа, который должен быть дан обучаемым.

Реализация поиска данных ошибок происходит за счет того, что в процессе работы при возникновении ошибки разбора в месте, где возникла синтаксическая ошибка, происходит перебор всех возможных способов исправления ошибки (удаления единицы языка, вставки единицы языка, замены единицы языка и обмена местами). При этом лексемы для вставки и замены берутся из таблиц ключевых слов языка и идентификаторов ответа. Данный перебор операций происходит до тех пор, пока синтаксический разбор не может быть продолжен далее или пока не будут исчерпаны все варианты. Заметим, что если исправление приводит к следующей ошибке, то, согласно алгоритму, возврат к предыдущему исправлению не осуществляется; алгоритм просто завершает свою работу. Однако так как он может задать вопрос в момент исправле-

ния обучаемого, то обучаемый может сам исправить своим ответом ошибку при разборе. Также модуль, отвечающий за данные ошибки, не предназначен для сравнения ответов преподавателя и обучаемого; он в первую очередь предназначен для исправления ошибок разбора.

Данная программа больше всего подходит для реализации данной цели, хотя набор обнаруживаемых ошибок не является идеальным (ошибка замены лексемы вместо ошибки перемещения), однако её нельзя интегрировать в существующие автоматизированные системы и сложно перенастроить на применение для других языков.

Большинство других систем, основанных на использовании компиляторов, не подходят для данной работы, так как в общем случае большая часть ложится на компилятор, который не получает информацию о том, как должен был выглядеть правильный ответ обучаемого, а только результат исполнения его программы.

Существуют также специальные программы, которые реализуют функционал, сходный с популярной утилитой diff, из основных утилит Linux, которые учитывают синтаксис исходного кода программы, который был использован при написании данной программы.

Таких программ на текущий момент существует довольно много, например Code Compare++. Большинство из них поддерживают популярные языки программирования, такие как C, C++, Delphi, C# и другие.

Данные программы используют комбинацию лексического разбора двух предложенных файлов и сравнения двух файлов, для того чтобы определить вставленные и удаленные единицы языка, а также целые блоки. Однако большинство из них не может определить перемещение блока, что не позволяет напрямую применить данный метод.

Исходя из методов, применяемых в рассмотренных выше программах, оптимальным выглядит комбинация лексического разбора с вычислением специально выбранного редакционного расстояния, для того чтобы определить ошибки в ответе обучаемого.

3. Описание разработанного метода

На основе анализа программ, решающих сходные задачи, был разработан метод, сочетающий методы, используемые в JTS, в частности использование редакционного расстояния с лексическим разбором, для анализа совпадений в ответе обучаемого и преподавателя. Однако по сравнению с методом анализа при помощи синтаксического разбора, используемым в JTS, данный метод проще настроить под другой язык со строгим порядком лексем при помощи замены лексического анализатора, осуществляющего разбор ответов обучаемого и преподавателя. Он может быть получен при помощи современного программного обеспечения для генерации лексических анализаторов, к примеру JFlex.

Для каждого ответа, допускающего частичное совпадение, производится комплексное сравнение ответов обучаемого и преподавателя. Оно состоит из того, что вычисляется оценка ответа обучаемого на основе суммы произведения штрафов за каждый вид ошибки и количества ошибок заданного вида. Это производится путем лексического разбора обоих ответов, после чего они сравниваются при помощи анализа наибольшей общей подпоследовательности. Из ответов преподавателя, которые подошли к ответу обучаемого, выбирается ответ с максимальной оценкой ответа обучаемого, если хотя бы по одному ответу преподавателя количество ошибок не превысило пороговое отношение, которое представляется как отношение числа ошибочных лексем в ответе обучаемого к общему числу лексем.

Если подходящих ответов не было найдено, то ответ обучаемого оценивается как полностью неверный и ему устанавливается оценка, равная нулю.

Для определения ошибок удаления, добавления и перемещения лексем используется анализатор последовательностей лексем. Ответы обучаемого и преподавателя подаются на вход анализатора разбитые на лексем (смысловые

единицы). К ним применяется алгоритм поиска наибольшей общей подпоследовательности (НОП) [9]. Наибольшую общую подпоследовательность лексем содержит максимальное количество лексем, которые находятся в одинаковом порядке и в ответе обучаемого, и в ответе преподавателя. Тогда лексем, которые присутствуют в обоих ответах, но не вошли в НОП, считаются перемещенными; которые присутствуют только в ответе преподавателя – пропущенными; а те, что находятся только в ответе обучаемого, – вставленными (лишними) лексемами.

Приведем пример для анализа ответа на английском языке, рассмотренного в начале статьи. Для того чтобы описать неверную форму глагола, можно написать комментарий, задав ответ вида «They have a hard time living in the Dublin». Тогда если обучаемый даст ответ с точностью до пробелов, он получит сообщение о том, что он совершил ошибку во времени глагола, которая была задана преподавателем. В случае если обучаемый напишет ответ вида «They have to had living a hard time in Dublin», то НОП будет «They have a hard time in Dublin», и он получит ошибки вида

- 1) лишний «have»;
- 2) лишний «to»;
- 3) «the» пропущено.
- 4) «living» перемещено.

В данном случае JTS покажет на одну ошибку больше, предполагая перемещенную лексему лишней и пропущенной. RegExpr, в свою очередь, покажет три лишние лексем, но не обнаружит отсутствующей.

Данный метод показывает довольно хорошие результаты в сравнении с другими методами, показывая больше видов ошибок и предоставляя более простой механизм создания новых тестовых вопросов.

4. Описание разработанной программы

Данный метод был реализован в модуле типа вопроса CorrectWriting, разработанного для Moodle – особого вида модуля, пре-

доставляющего возможности по созданию и редактированию определённого вида вопросов, а также их оценке ответа обучаемого и показу комментариев к ошибкам.

Для приведенного выше примера на языке C страница с формой редактирования вопроса выглядит так, как показано на рис. 1.

Аналогичная форма редактирования для примера на английском языке показана на рис. 2.

Данный модуль дополняет стандартные поля вопросов Moodle своими настройками, такими как штрафы за различные подсказки – насколько будет снижаться оценка при использовании обучаемым подсказки к сообщению об ошибке. Помимо этого, автор может выбрать язык, который используется в вопросе для анализа ответа обучаемого (сейчас поддерживаются языки программирования C, C++, а также английский язык). Помимо этого, чуть ниже данной формы находится ссылка «Показать больше», при нажатии на которую показываются дополнительные настройки нового вопроса (рис. 3). Набор полей в дополнительных настройках одинаков для обоих видов вопросов.

Важной является настройка минимальной оценки, которую должен иметь вариант ответа, для того чтобы при его сравнении с ответом обучаемого производился комплексный анализ. Дело в том, что обычно задаваемые учителем ответы делятся на два класса: правильные ответы (по отношению к которым необходим анализ на ошибки положения лексем) и ошибочные ответы с типовыми ошибками, которые вводятся для демонстрации обучаемым специальных комментариев от преподавателя и обычно имеют меньшую (иногда нулевую) оценку. Ответы второго типа должны срабатывать только при полном совпадении; исправление ошибок положения лексем должно вести к одному из правильных ответов. Этот параметр позволяет настроить границу по оценке между ответами, которые считаются правильными и ошибочными. Штрафы за различные виды ошибок позволяют учи-

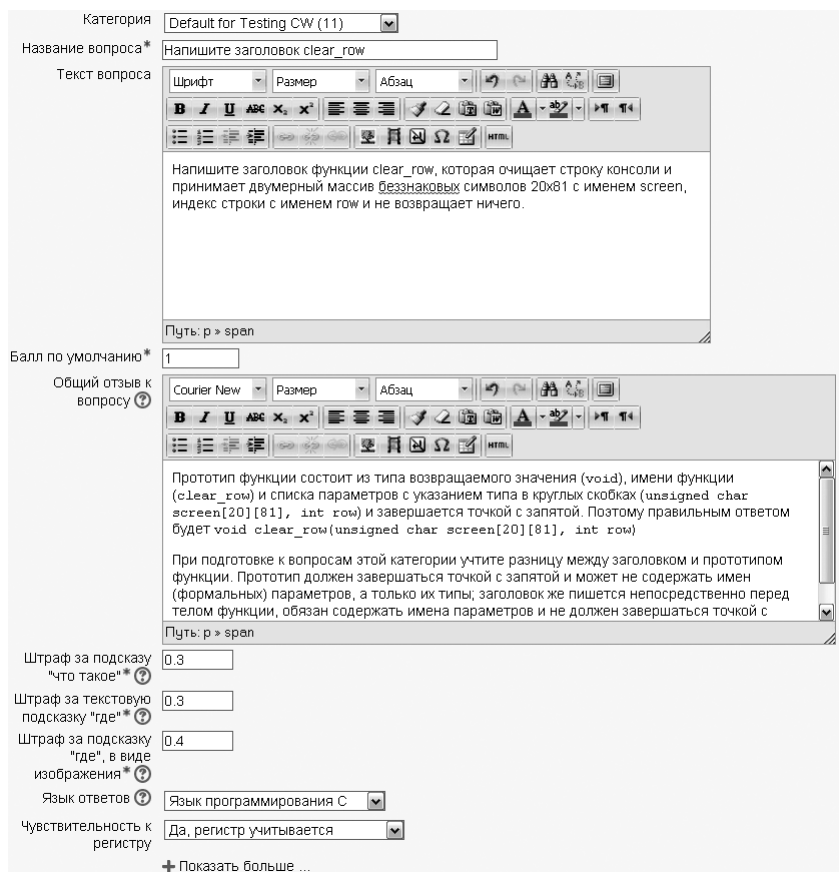


Рис. 1. Пример формы редактирования для вопроса с ответом на языке C

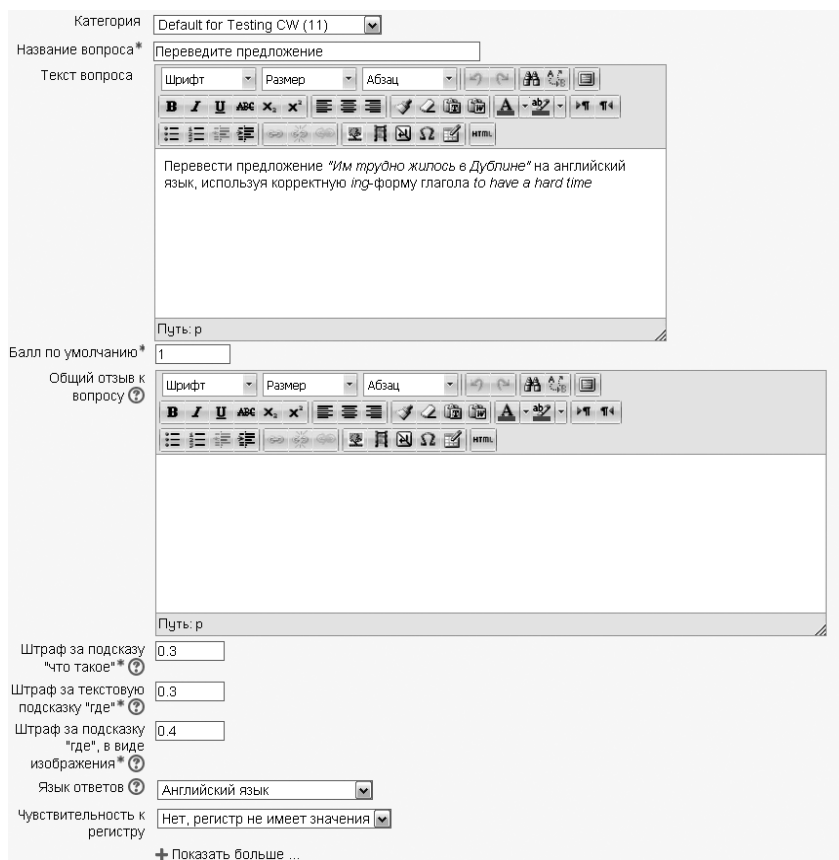


Рис. 2. Пример формы редактирования для вопроса с ответом на английском языке

Штраф за отсутствие лексемы** ?

Штраф за лишнюю лексему** ?

Штраф за перемещение лексемы** ?

Минимальная оценка ответа для анализа на ошибки** ?

Максимальное отношение количества ошибок к количеству лексем в ответе для оценки** ?

Рис. 3. Дополнительные настройки нового вопроса в форме редактирования

тельно настроить снижение оценки за каждую сделанную ошибку в зависимости от его стратегии обучения.

При задании правильного варианта ответа преподаватель набирает его, после чего пытается сохранить вопрос. Страница редактирования перезагрузится и покажет поля, где он может ввести описания к лексемам правильных ответов. Если преподаватель не хочет вводить описания для некоторых (или всех) лексем, он должен оставить эти строки пустыми – в этом случае

обучаемому в сообщении об ошибке будет выдан текст лексемы. Пример варианта ответа с описаниями лексем показан на рис. 4.

Пример вопроса с использованием английского языка, показанный выше, может использовать описания лексем, показанные на рис. 5 (описания для лексем, ошибки в расположении которых маловероятны, опущены преподавателем).

Рассмотрим поведение системы, когда ответ обучаемого совпал со специальным ошибочным ответом с комментарием, для которого допустимо только полное совпадение (см. выше в разделе 2). Результат работы программы показан на рис. 6.

Если обучаемый совершил ошибки, не подходящие под введенные преподавателем ошибочные ответы, он получит список автоматически определенных ошибок. Если (обычно по завершению теста) настройки системы позволяют обучаемого увидеть правильный ответ, то он будет показан в виде картинке, демонстрирующей, как из ответа обучаемого получить правильный. Пример сообщений об ошибке и картинке правильного ответа вы можете увидеть на рис. 7.

В случае если обучаемому непонятны сообщения об ошибках или он не знает, как их исправить, он может воспользоваться подсказками (если их разрешил преподаватель). Подсказка «что такое» позволяет обучаемому увидеть текст лексемы вместо ее описания (например «сказуемое в данном случае “had”»). Текстовая подсказка положения неправильно расположенной или отсутствующей лексемы выдает обучаемому сообщение, раскрывающее, между какими лексемами должна располагаться ошибочная (например, при неправильном расположении имени функции в ее прототипе обучаемый может получить сообщение типа «имя функции должно быть расположено между типом возвращаемого значения и открывающей круглой скобкой»). Другая подсказка положения показывает

Ответ

Оценка

Отзыв

Лексемы	Описания лексем
long	тип возвращаемого значения
clear_row	имя функции
{	
unsigned	признак беззнаковости
char	тип первого аргумента
console	имя первого аргумента
[
20	число строк массива первого аргумента
]	
[
81	число столбцов массива первого аргумента
]	
,	
int	тип второго аргумента
index	имя второго аргумента
}	
;	

Рис. 4. Форма редактирования варианта ответа для примера на языке C

Вариант ответа 1

Оценка

Лексемы	Описания лексем
They	Подлежащее
had	сказуемое
a	неопределенный артикль
hard	
time	
living	глагол в ing-форме
in	предлог
the	определенный артикль
Dublin	дополнение
.	точка

Отзыв

Рис. 5. Описания варианта ответа для примера на английском языке

Перевести предложение "Им трудно жилось в Дублине" на английский язык, используя корректную ing-форму глагола to have a hard time

Ответ: ✓

с возможным вычетом 0,33 за неправильный ответ

Вы использовали неверное время для глагола have. Вы должны были использовать его в Past Perfect.

Частично правильный
Баллы за эту попытку: 0,50/1,00.

Рис. 6. Результат анализа ответа обучаемого при полном совпадении

в виде изображения перенос или вставку лексемы. Пример того, как может выглядеть пример изображения с ошибкой, показан на рис. 8 и 9 для примеров с пропуском и перемещением лексем для примера на языке С.

5. Внедрение в учебный процесс и его результаты

Разработанный модуль был внедрен в учебный процесс дисциплины «Основы программирования» на 1-м курсе факультета электроники и вычислительной техники ВолгГТУ. Для этого были разработаны специальные тренировочные тесты для подготовки к контрольным тестам входного контроля лабораторных работ. Было составлено 88 вопросов, покрывающих в общей сложности 17 изучаемых тем по 6 лабораторным работам.

В течение семестра тесты проходили 99 студентов, сделавшие в общей сложности 3385 попыток ответа на вопрос типа CorrectWriting. Из этих попыток 18% не содержали ответа – в этом случае студенты просто открывали тест и сразу завершали его, чтобы посмотреть правильный ответ и комментарий к нему. Из реальных попыток ответить на вопросы 67% содержали всего один ответ, т. е. студенты не пытались исправить его после получения результата анализа и не использовали подсказки; однако в 74% из них ответ попросту был сразу верным. Из оставшихся 1188 попыток, в которых студенты пытались дать несколько ответов, в 535 (т. е. в 45%) использовалось не менее одной подсказки, в оставшихся попытках студенту достаточно было сообщений об ошибках, чтобы исправить свой ответ. Чаще всего использовались подсказки положения лексемы в виде изображения (385 попыток) и текста лексемы (364 попытки).

Из 99 студентов (включая иностранных) 82% делали попытки тренировочных тестов CorrectWriting, 75% отвечали на вопросы (а не просто смотрели на правильный ответ), 63% использовали подсказки. В табл. показано

Перевести предложение "Им трудно жилось в Дублине" на английский язык, используя корректную *ing*-форму глагола *to have a hard time*

Ответ:

с возможным вычетом 0,33 за неправильный ответ

В вашем ответе содержатся ошибки:

- 1) предлог находится не на месте;
- 2) определенный артикль отсутствует в ответе;
- 3) "have" не должно быть в ответе;
- 4) "to" не должно быть в ответе.

Ваш ответ: They have to had a hard time in living Dublin .

Правильный ответ: They had a hard time living in the Dublin .

Частично правильный
Баллы за эту попытку: 0,65/1,00.

Рис. 7. Информация об ошибках, показываемая обучаемому

Напишите заголовок функции `clear_row`, которая очищает строку консоли и принимает двумерный массив беззнаковых символов 20x81 с именем `screen`, индекс строки с именем `row` и не возвращает ничего.

Ответ:

с возможным вычетом 0,33 за неправильный ответ

В вашем ответе содержится ошибка:

- 1) признак беззнаковости отсутствует в ответе.

с вычетом 0,30

с вычетом 0,30

признак беззнаковости,
void clear_row (unsigned char screen [20] [81] , int row)

Рис. 8. Подсказка положения пропущенной лексемы в виде изображения

Напишите заголовок функции `clear_row`, которая очищает строку консоли и принимает двумерный массив беззнаковых символов 20x81 с именем `screen`, индекс строки с именем `row` и не возвращает ничего.

Ответ:

с возможным вычетом 0,33 за неправильный ответ

В вашем ответе содержится ошибка:

- 1) тип первого аргумента находится не на месте.

с вычетом 0,30

с вычетом 0,30

void clear_row (unsigned char screen [20] [81] , int row)

Рис. 9. Подсказка положения перемещенной лексемы в виде изображения

распределение долей студентов, использовавших различные функции тестов CorrectWriting по итоговым оценкам за предмет: отлично, хорошо, удовлетворительно (в отдельную категорию выделены студенты, получившие 61 балл, что является минимальной положительной оценкой в университете). Из таблицы хорошо заметно, что активнее всего использовали

разработанный модуль студенты, обучающиеся на «хорошо» и «удовлетворительно» (но выше минимальной положительной оценки). Вместе с тем наблюдается отчетливая зависимость между оценкой и количеством тренировочных попыток у тех студентов, кто все-таки использовал тренировочные тесты – студенты, обучающиеся на «отлично», сделали в два

Таблица использования тестов CorrectWriting (CW) студентами в зависимости от полученной итоговой оценки

	Отлично 90..100 баллов	Хорошо 75..89 баллов	Удовлетворительно 62...74 балла	Минимальный балл – 61	Неуд.	Всего
Кол-во студентов	13	34	9	34	9	99
Пробовали CW	77%	88%	100%	74%	78%	82%
Отвечали на CW	69%	82%	89%	68%	67%	75%
Использовали подсказки	47%	74%	78%	65%	22%	63%
Среднее количество попыток прохождения тестов CW	18,60	9,83	7,78	7,68	5,57	9,65

раза больше попыток, чем студенты других групп.

Можно сделать вывод, что вопрос с выделением ошибок с помощью автоматического анализа и использованием подсказок был менее полезен части отлично обучающихся студентов, так как они легко усваивали материал (курс «Основы программирования» является одним из базовых, и хорошо подготовленные абитуриенты часто узнают значительную часть материала курса до поступления в университет), а также наиболее плохо учащимися студентами (которые не использовали дополнительные возможности, что могло сказаться и на полученной оценке – обратите внимание на очень низкие показатели по использованию подсказок и среднее количество попыток у студентов с неудовлетворительной оценкой). В то же время разработанный модуль был наиболее полезен «средним» студентам, для которых материал дисциплин представлял трудность, которую они преодолевали, а также части хорошо учащихся студентов, которым активное использование тренировочных тестов помогло повысить их оценку.

В конце семестра было проведено анкетирование студентов об их отношении к разработанному модулю и степени его полезности для усвоения материала курса. Всего в опросе участвовало 77 человек (часть студентов отсутствовала). В среднем студенты оценили обычные тренировочные тесты выше, чем тренировочные тесты

на разработанном типе вопроса CorrectWriting, поскольку они покрывали более широкий диапазон тестовых вопросов – очевидно, что предложенный метод годится лишь для вопросов, ответом на которые является строка на языке программирования, составляющих примерно треть всех вопросов контрольных тестов. Но при этом 73 из 77 студентов отметили желание иметь тренировочные тесты на основе CorrectWriting в следующем учебном семестре, лишь 4 человека остались недовольны работой модуля. Студенты посчитали этот модуль более полезным в тех вопросах, которые требовали составить фрагмент программы по определенному синтаксическому шаблону (например, прототип функции, объявление массива и т.д.), чем когда надо было написать выражение или последовательность операторов, осуществляющие действие с определенной целью, что определяется характером определяемых модулем ошибок. Из различных возможностей модуля студенты оценили как наиболее полезные показ сообщений о сделанных ошибках, общий текстовый комментарий к вопросу, а также показ большого изображения с тем, какие ошибки были совершены студентом.

Студенты отмечали, что вопросы такого рода наиболее полезны на начальных этапах изучения темы, позволяя понимать и исправлять свои ошибки при поэтапном исправлении ответа; при этом увеличивается усвоение материа-

ла по сравнению с ситуацией, когда в ответ на сделанную ошибку студент сразу узнает правильный ответ (как написал один студент: «помогают «усвоить» ошибки, понимать, где и как не надо делать»). В качестве достоинств вопроса студенты отмечали то, что он наглядно на картинке показывает, как из ошибочного ответа сделать правильный, дает детальные сообщения об ошибках и подсказки, позволяющие их исправить без обращения к преподавателю за помощью, что особенно важно при самоподготовке. В качестве недостатков студентами было отмечено главным образом небольшое количество заданий в тренировочных тестах и желание иметь более подробные текстовые комментарии от преподавателя; эти недостатки не связаны с работой самого типа вопроса и предложенным методом анализа ответа.

Преподаватели в ходе семестра отмечали, что на консультациях значительно снизился, по сравнению с прошлым годом, поток вопросов студентов, касающихся тестовых вопросов, связанных с составлением строк на языке программирования – сообщения об ошибках и подсказки позволили студентам тренироваться самостоятельно, позволяя преподавателю тратить аудиторное время со студентами на более сложные задачи.

Результаты анкетирования студентов и опроса преподавателей показывают, что предложенный метод позволяет улучшить качество самостоятельной подготовки студентов при изучении языка программирования и снижает время преподавателя, затрачиваемое на объяснение студентам сделанных ими синтаксических ошибок. Разработанный модуль распространяется на условиях лицензии GPL через сайт СДО Moodle (https://moodle.org/plugins/view.php?plugin=qtype_correctwriting). В дальнейшем планируется дополнить разработанный тип вопроса модулями поиска опечаток в ответах студентов, а также поиска ошибок на основе синтаксического дерева правильного ответа.

Список литературы

1. *Ахо А., Сети Р., Ульман Дж.* Компиляторы. Принципы, технологии, инструменты. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2003. – 769 с.
2. *Фандей В.А.* Использование модульной объектно-ориентированной динамической учебной среды Moodle в преподавании межкультурной коммуникации // Вестник Московского университета. Серия 19: Лингвистика и межкультурная коммуникация. – 2011. – № 4. – С. 125–130.
3. *Соловов, А. В.* Электронное обучение: проблематика, дидактика, технология. – Самара: Новая техника, 2006. – 464 с.
4. *Дворянкин А.М., Жукова И.Г., Сычев О.А.* Применение автоматизированного тестирования на лабораторных работах // Известия Волгоградского государственного технического университета. – Волгоград, 2007. – Т. 7, вып. 4. – С. 166–168.
5. *Крылова И.П.* Сборник упражнений по грамматике английского языка. – М.: Книжный Дом, 2007. – 419 с.
6. *Butcher P.G. , Jordan S.E.* A comparison of human and computer marking of short free-text student responses // Computers & Education 55. – 2010. – С. 489–499.
7. Regular Expression Short-Answer question type [Electronic resource]. – URL: http://docs.moodle.org/22/en/Regular_Expression_Short-Answer_question_type -
8. *Sykes E.R, Franek F.F.* Inside the Java Intelligent Tutoring System Prototype: Parsing Student Code Submissions with Intent Recognition // Proceedings of the IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education. – Austria, 2004 – С. 613–618.
9. *Apostolico Galil Z.A.* String Editing and Longest Common Subsequences. – Berlin: Springer-Verlag, 1997. – 398 s.