

БИЗНЕС- ИНФОРМАТИКА

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

СОДЕРЖАНИЕ

Информационные системы и технологии в бизнесе

А.П. Баранов

Современное состояние философии управления
информационной безопасностью 7

Р.Б. Васильев, Г.А. Левочкина

Вопросы определения критических факторов
успеха в ИТ-консалтинге 15

Программная инженерия

Е.М. Гринкруг

Прототипы и типы составных объектов
в компонентно-ориентированной архитектуре 24

Моделирование и анализ бизнес-процессов

Э.А. Бабкин, А.А. Бузиева, К.В. Логвинова

Метод определения противоречий
в DEMO-моделях бизнес-процессов 33

Проблемы подготовки специалистов в области ИКТ

В.К. Жаров, Ю.В. Таратухина

Особенности функционирования
информационно-образовательной среды
современной высшей школы 44

Анализ данных и интеллектуальные системы

Е.К. Черняк, Б.Г. Миркин

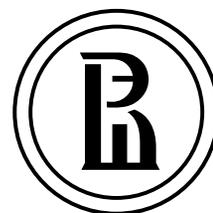
Использование мер релевантности строка-текст
для автоматизации рубрикации научных статей 51

В.П. Корф

Оценка конкурентоспособности ведущих
российских университетов с использованием
метода главных компонент 63

А.Т. Касымалиева

Автоматизированная экспертная система
проведения SWOT-анализа ВУЗа 72



Издатель:

Национальный
исследовательский университет
«Высшая школа экономики»

**Подписной индекс
в каталоге агентства
«Роспечать» –72315**

Выпускается ежеквартально

*Журнал включен в Перечень
российских рецензируемых
научных журналов,
в которых должны быть
опубликованы основные научные
результаты диссертаций
на соискание ученых степеней
доктора и кандидата наук*

*Главный редактор
А.О. Голосов*

*Заместители главного редактора
А.Р. Горбунов, Д.В. Исаев*

*Научный редактор
Н.Н. Лычкина*

*Технический редактор
В.И. Осипов*

*Дизайн обложки
С.Н. Борисова*

*Компьютерная верстка
О.А. Богданович*

*Администратор веб-сайта
Д.С. Проценко*

Журнал рекомендован ВАК
для научных публикаций

Адрес редакции:
105187, г. Москва, ул. Кирпичная, д. 33
Тел./факс: +7 (495) 771-32-38
<http://bijournal.hse.ru>
E-mail: bijournal@hse.ru

За точность приведенных сведений
и содержание данных,
не подлежащих открытой публикации,
несут ответственность авторы

**При перепечатке ссылка на журнал
«Бизнес-информатика» обязательна**

Тираж 500 экз.

Отпечатано в типографии НИУ ВШЭ
г. Москва, Кочновский проезд, 3

© Национальный
исследовательский университет
«Высшая школа экономики»

О ЖУРНАЛЕ

«**Б**изнес-информатика» – рецензируемый междисциплинарный научный журнал, выпускаемый с 2007 года Национальным исследовательским университетом «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ). Администрирование журнала осуществляется факультетом бизнес-информатики НИУ ВШЭ.

Миссия журнала – развитие бизнес-информатики как новой области информационных технологий и менеджмента. Журнал осуществляет распространение последних разработок технологического и методологического характера, способствует развитию соответствующих компетенций, а также обеспечивает возможности для дискуссий в области применения современных информационно-технологических решений в бизнесе, менеджменте и экономике.

Журнал публикует статьи по следующей тематике:

- ◆ корпоративные информационные системы;
- ◆ информационные технологии в бизнесе;
- ◆ организационные и управленческие проблемы создания и внедрения информационных систем;
- ◆ математическое моделирование социально-экономических процессов;
- ◆ методы анализа информации;
- ◆ интеллектуальные системы и управление знаниями в бизнесе;
- ◆ информационные сети и телекоммуникации;
- ◆ программная инженерия;
- ◆ информационная безопасность;
- ◆ электронный бизнес;
- ◆ инновации и бизнес в сфере информационных технологий;
- ◆ стандартизация, сертификация и качество;
- ◆ правовые вопросы бизнес-информатики;
- ◆ обучение в сфере бизнес-информатики.

В соответствии с решением президиума Высшей аттестационной комиссии Российской Федерации с 2010 года журнал включен в Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.

Журнал выпускается ежеквартально и распространяется как в печатном виде, так и в электронной форме.

Журнал «Бизнес-информатика» зарегистрирован в «Роскомнадзоре».
Свидетельство ПИ № ФС 7752404 от 28 декабря 2012 г.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

ГОЛОСОВ Алексей Олегович —
кандидат технических наук, Президент компании
«ФОРС — Центр разработки»

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

ГОРБУНОВ Алексей Рэмович —
кандидат экономических наук, старший научный сотрудник,
Института США и Канады РАН

ИСАЕВ Дмитрий Валентинович —
кандидат экономических наук, доцент кафедры бизнес-
анализа, факультет бизнес-информатики, Национальный
исследовательский университет «Высшая школа экономики»

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

АБДУЛЬРАБ Абиб —
PhD, профессор департамента математики и программной
инженерии, Национальный институт прикладных наук, Руан,
Франция

АВДОШИН Сергей Михайлович —
кандидат технических наук, заведующий кафедрой управления
разработкой программного обеспечения, заведующий
отделением программной инженерии, Национальный
исследовательский университет «Высшая школа экономики»

АЛЕСКЕРОВ Фуад Тагиевич —
доктор технических наук, профессор, руководитель
департамента математики, факультет экономики, Национальный
исследовательский университет «Высшая школа экономики»

БАБКИН Эдуард Александрович —
кандидат технических наук, PhD, заведующий кафедрой
информационных систем и технологий, факультет бизнес-
информатики и прикладной математики (Нижний Новгород),
Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»

БАЙЕР Алекс —
PhD, Директор KAFAN FX Information Services, Нью-Йорк, США

БАРАНОВ Александр Павлович —
доктор физико-математических наук, профессор,
заведующий кафедрой информационной безопасности, факуль-
тет бизнес-информатики, Национальный исследовательский
университет «Высшая школа экономики»

БЕККЕР Йорг —
PhD, проректор, профессор, директор Европейского
исследовательского центра в области информационных систем
(ERCIS) Мюнстерского университета, Мюнстер, Германия

БЕЛОВ Владимир Викторович —
доктор технических наук, профессор кафедры вычислительной
и прикладной математики, факультет вычислительной техники,
Рязанский государственный радиотехнический университет.

ГРИБОВ Андрей Юрьевич —
кандидат экономических наук, Генеральный директор
компании «КиберПлат»

ГРОМОВ Александр Игоревич —
кандидат химических наук, профессор, заведующий кафедрой
моделирования и оптимизации бизнес-процессов, факультет
бизнес-информатики, Национальный исследовательский
университет «Высшая школа экономики»

ГУРВИЧ Владимир Александрович —
PhD, приглашенный профессор и исследователь,
Центр исследования операций, Ратгерский университет
(Университет Нью-Джерси), США

ДЖЕЙКОБС Лоренц —
PhD, профессор медицинского факультета, Университет
Цюриха, Швейцария

ЗАНДКУЛЬ Курт —
PhD, заведующий кафедрой информационных систем
для бизнеса, институт информатики, факультет информатики
и электротехники, Университет Ростока, Германия

ИЛЬИН Николай Иванович —
доктор технических наук, профессор, заместитель начальника
Управления специальной связи, Федеральная служба охраны
Российской Федерации (ФСО России)

КАЛЯГИН Валерий Александрович —
доктор физико-математических наук, профессор,
заведующий кафедрой прикладной математики и информатики,
факультет бизнес-информатики и прикладной математики
(Нижний Новгород), Национальный исследовательский
университет «Высшая школа экономики»

КАМЕННОВА Мария Сергеевна —
кандидат технических наук, директор компании «ИДС Шер»,
Россия и страны СНГ

КУЗНЕЦОВ Сергей Олегович —
доктор физико-математических наук, профессор, заведующий
кафедрой анализа данных и искусственного интеллекта,
заведующий отделением прикладной математики, Национальный
исследовательский университет «Высшая школа экономики»

МАЛЬЦЕВА Светлана Валентиновна —
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой
инноваций и бизнеса в сфере информационных технологий,
декан факультета бизнес-информатики, Национальный
исследовательский университет «Высшая школа экономики»

МЕЙОР Питер —
PhD, заместитель директора консультативной группы
по радиокommunikациям, Международный телекоммуникаци-
онный союз (ITU), заместитель руководителя Комиссии ООН
по науке и технологиям, Женева, Швейцария

МИРКИН Борис Григорьевич —
доктор технических наук, профессор кафедры анализа данных
и искусственного интеллекта, отделение прикладной мате-
матики и информатики, Национальный исследовательский
университет «Высшая школа экономики»

МОТТЛЬ Вадим Вячеславович —
доктор технических наук, профессор кафедры
информационной безопасности, факультет кибернетики,
Тульский государственный университет

ПАЛЬЧУНОВ Дмитрий Евгеньевич —
доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой
общей информатики, факультет информационных технологий,
Новосибирский государственный университет

ПАРДАЛОС Панайот (Панос) —
PhD, почетный профессор, директор центра прикладной
оптимизации, департамент промышленной и системной
инженерии, Университет Флориды, США

СИЛАНТЬЕВ Альберт Юрьевич —
доктор технических наук, профессор кафедры
информационных бизнес систем, Институт информационных
бизнес-систем, Национальный исследовательский
технологический университет «МИСиС»

ТАРАТУХИН Виктор Владимирович —
кандидат технических наук, PhD, руководитель научной группы
Европейского исследовательского центра в области
информационных систем (ERCIS) Мюнстерского
университета, Мюнстер, Германия

УЛЬЯНОВ Михаил Васильевич —
доктор технических наук, профессор кафедры управления
разработкой программного обеспечения, отделение
программной инженерии, Национальный исследовательский
университет «Высшая школа экономики»

ШАЛКОВСКИЙ Алексей Геннадьевич —
кандидат технических наук, проректор, директор Института
информационных технологий, Национальный
исследовательский университет «Высшая школа экономики»

ISSN 1998-0663

BUSINESS INFORMATICS

INTERDISCIPLINARY ACADEMIC JOURNAL

CONTENTS

Information systems and technologies in business

A. Baranov

Current state of information
security management philosophy 7

R. Vasiliev, G. Levochkina

Issues of critical success factors
in IT consulting 15

Software engineering

E. Grinkrug

Composed prototypes and types
in a component-oriented architecture 24

Modeling and analysis of business processes

E. Babkin, A. Buzueva, K. Logvinova

A method for determination of controversies
in DEMO-models of business processes 33

Problems of ICT education

V. Zharov, J. Taratukhina

Specifics of an informational and educational
environment in modern higher education 44

Data analysis and intelligence systems

E. Chernyak, B. Mirkin

Using phrase-to-text relevance score
to annotate research publications 51

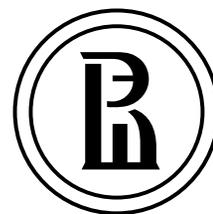
V. Korf

Estimating of Russian universities competitiveness
using principal component analysis 63

A. Kasymalieva

Computer based expert system
of SWOT analysis of a university 72

№2(28)-2014



Publisher:

National Research University –
Higher School of Economics

**Subscription index
in the «Rospechat» catalogue –
72315**

The journal is published quarterly

*The journal is included
into the list of peer reviewed
scientific editions established
by the Supreme Certification
Commission of the Ministry
of Education and Science
of the Russian Federation*

Editor-in-Chief:

A. Golosov

Deputies Editor-in-Chief:

A. Gorbunov, D. Isaev

Scientific Editor:

N. Lychkina

Technical Editor:

V. Osipov

Design:

S. Borisova

Computer Making-up:

O. Bogdanovich

Website Administration:

D. Protsenko

Address:

33, Kirpichnaya str., Moscow,
105187, Russian Federation

Tel./fax: +7 (495) 771-32-38

<http://bijournal.hse.ru>

E-mail: bijournal@hse.ru

Circulation – 500 copies

Printed in HSE Printing House
3, Kochnovsky proezd, Moscow,
Russian Federation

© National Research University –
Higher School of Economics

ABOUT THE JOURNAL

Business Informatics is a peer reviewed interdisciplinary academic journal published since 2007 by National Research University – Higher School of Economics (HSE), Moscow, Russian Federation. The journal is administered by Faculty of Business Informatics.

The mission of the journal is to develop business informatics as a new field within both information technologies and management. It provides dissemination of latest technical and methodological developments, promotes new competences and provides a framework for discussion in the field of application of modern IT solutions in business, management and economics.

The journal publishes papers in the areas of, but not limited to:

- ◆ Corporate information systems
- ◆ Information technologies in business
- ◆ Organizational and managerial problems of information systems development and implementation
- ◆ Mathematical modeling of economic and social processes
- ◆ Methods of information analysis
- ◆ Intellectual systems and knowledge management in business
- ◆ Information networks and telecommunications
- ◆ Software engineering
- ◆ Information security
- ◆ Electronic business
- ◆ Innovations and business in the sphere of information technologies
- ◆ Standardization, certification and quality
- ◆ Legislation in the field of business informatics
- ◆ Education in the field of business informatics.

Since 2010 the journal is included into the list of peer reviewed scientific editions established by the Supreme Certification Commission of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation.

The journal is published quarterly and distributed both in printed and electronic forms.

EDITORIAL BOARD

EDITOR-IN-CHIEF

Dr. Alexey GOLOSOV –

President of FORS Development Center, Russian Federation

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

Dr. Alexey GORBUNOV –

Senior Researcher, Institute of US and Canada Studies

Dr. Dmitry ISAEV –

Associate Professor, Department of Business Analytics, Faculty of Business Informatics, National Research University Higher School of Economics, Russian Federation

EDITORIAL BOARD

Prof. Habib ABDULRAB –

Professor, Mathematical and Software Engineering Department, National Institute of Applied Sciences – Institut national des sciences appliquées de Rouen (INSA de Rouen), Rouen, France

Dr. Sergey AVDOSHIN –

Head of Software Management Department, Head of School of Software Engineering, National Research University Higher School of Economics, Russian Federation

Prof. Fuad ALESKEROV –

Head of Department of Mathematics, Faculty of Economics, National Research University Higher School of Economics, Russian Federation

Dr. Eduard BABKIN –

Head of Department of Information Systems and Technologies, Faculty of Business Informatics and Applied Mathematics (Nizhny Novgorod), National Research University Higher School of Economics, Russian Federation

Dr. Alex BAYER –

Head of KAFAN FX Information Services, New York, USA

Prof. Alexander BARANOV –

Head of Department of Information Security Management, Faculty of Business Informatics, National Research University Higher School of Economics, Russian Federation

Prof. Jorg BECKER –

Vice Rector, Professor, Director of European Research Center for Information Systems (ERCIS), University of Munster, Germany

Prof. Vladimir BELOV –

Professor, Department of Computational and Applied Mathematics, Faculty of Computer Engineering, Ryazan State Radio Engineering University, Russian Federation

Dr. Andrey GRIBOV –

Director General, CyberPlat Company, Russian Federation

Prof. Alexander GROMOV –

Head of Department of Modeling and Business Process Optimization, Faculty of Business Informatics, National Research University Higher School of Economics, Russian Federation

Prof. Vladimir GURVICH –

Invited Professor and Researcher, Rutgers Center for Operations Research, Rutgers, The State University of New Jersey, USA

Prof. Laurence JACOBS –

Professor, Medical School, University of Zurich, Switzerland

Prof. Kurt SANDKUHL –

Head of Department of Business Information Systems, Institute of Computer Science, Faculty of Computer Science and Electrical Engineering, University of Rostock, Germany

Dr. Nikolay ILYIN –

Deputy Head, Administration of Special Communication, Federal Security Guard, Russian Federation

Prof. Valery KALYAGIN –

Head of Department of Applied Mathematics and Informatics, Faculty of Business Informatics and Applied Mathematics (Nizhny Novgorod), National Research University Higher School of Economics, Russian Federation

Dr. Maria KAMENNOVA –

director, IDS Scheer Russia and CIS Countries, Russian Federation

Prof. Sergey KUZNETSOV –

Head of Department of Data Analysis and Artificial Intelligence, Head of School of Applied Mathematics and Information Science, National Research University Higher School of Economics, Russian Federation

Prof. Svetlana MALTSEVA –

Head of Department of Innovation and Business in Information Technologies, Acting Dean of Faculty of Business Informatics, National Research University Higher School of Economics, Russian Federation

Dr. Peter MAJOR –

Vice-chairman, Radiocommunication Advisory Group of International Telecommunication Union (ITU), vice-chairman of the UN Commission on Science and Technology for Development (CSTD), Geneva, Switzerland

Prof. Boris MIRKIN –

Professor of Department of Data Analysis and Artificial Intelligence, School of Applied Mathematics and Information Science, National Research University Higher School of Economics, Russian Federation

Prof. Vadim MOTTIL –

Professor, Department of Information Security Management, Faculty of Cybernetics, Tula State University, Russian Federation

Prof. Dmitry PALCHUNOV –

Head of Department of General Informatics, Faculty of Information Technologies, Novosibirsk State University, Russian Federation

Prof. Panagote (Panos) PARDALOS –

Distinguished Professor and University of Florida Research Foundation Professor, Director of Center for Applied Optimization, Department of Industrial and Systems Engineering, University of Florida, USA

Dr. Albert SILANTYEV –

Professor, Department of Information Business Systems, Institute of Information Business Systems, National University of Science and Technology «MISIS», Russian Federation

Dr. Victor TARATOUKHIN –

Managing Director European Research Center for Information Systems (ERCIS) Competence Center ERP, Head of ERCIS Lab. Russia, University of Munster, Germany

Prof. Mikhail ULYANOV –

Professor of Software Management Department, School of Software Engineering, National Research University Higher School of Economics, Russian Federation

Dr. Alexey SHALKOVSKY –

Vice Rector, Director of Institute of Information Technologies, National Research University Higher School of Economics, Russian Federation

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ФИЛОСОФИИ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

А.П. Баранов

*доктор физико-математических наук, Заместитель Генерального директора
ФГУП «Главный научно-исследовательский вычислительный центр ФНС России»*

Адрес: 125373, г. Москва, Походный проезд, вл. 3, стр. 1

E-mail: baranov.ap@yandex.ru

Статья посвящена разработке философской концепции понятия «эффективность управления информационной безопасностью». Основной концепции является представление информации как содержания отображения взаимодействующих систем. Данный подход позволяет рассматривать с единых позиций вопросы обеспечения защиты информации для технических, компьютерных, а также общественно-политических систем. Ключевым моментом концепции является формулирование целей взаимодействия систем, которые для разных сторон взаимодействия могут быть принципиально различными.

Понятие управления информационной безопасностью предлагается интерпретировать как управление состоянием достаточности обеспечения движения информации, возникающей при взаимодействии систем. Такое определение является частным случаем традиционного понятия управления системой, если в качестве системы рассматривать взаимодействующие объекты, осуществляющие процесс отображения.

Предлагаемый подход расширяет традиционный взгляд на управление информационной безопасностью, содержащийся в стандартах различных российских и международных организаций. Стандартный подход оказывается частным случаем, основанным на оценках рисков или выполнении рекомендаций регуляторов. В свою очередь, к оценке эффективности процесса управления информационной безопасностью, как и в общем случае оценки эффективности управления системой, оказывается применимым закон У.Эшби.

На основе этого подхода выявляются возможности повышения эффективности управляющей системы для оперативного управления. Рассматривается пример функционирования портала госуслуг как взаимодействующих систем государственного органа и населения. Делается вывод о слабой информационной защищенности системы населения при осуществлении взаимоотображений государственного органа и общества. Как вариант повышения эффективности управления предлагается использовать потенциал саморегулируемых организаций.

Ключевые слова: философия, отражение, информация, безопасность взаимодействия, информационная безопасность, эффективность управления, закон У.Р. Эшби, регуляторы, саморегулируемые организации.

1. Введение

Развитие информационных технологий в современном мире сопровождается повышением значения и роли защиты информации на всех этапах ее существования. Объемы исследований и затраты, направляемые на разработку методов защиты, увеличиваются вместе с расширением областей применения компьютерной техники. Становясь неотъемлемой частью производственных, хозяйственных и общественных функций, информационные технологии зачастую оказывают решающее влияние на функционирование жизненно важных процессов существования государств, включая критические технологии [1].

Предметом применения компьютерной техники является информация, которую, в частности, требуется защищать, поэтому понятие «информационная безопасность» необходимо соотнести со всей совокупностью аспектов безопасности функционирования общественно-экономических и технических систем.

Мы будем придерживаться принципа вторичности термина «информационная безопасность» по отношению к понятию общей безопасности системы. Аналогично, управление информационной безопасностью будем рассматривать как частный случай управления системой. При этом сразу возникают два вопроса: что такое «безопасность» и что мы понимаем под термином «информация».

В настоящее время в литературе сформулирован ряд определений понятия «информация» ([2; 3; 4] и др.). Мы будем основываться на представлении информации как содержания отражения взаимодействующих систем. Причиной выбора такого подхода является, во-первых, возможность вывести из него другие, косвенные признаки, характеризующие понятие информации, во-вторых, этот подход не противоречит другим определениям.

Используя материалистическое понимание взаимодействия и моделирования систем [5], можно с любой степенью подробности описать современные общественные и технические процессы [6]. Применение формальной теории систем для моделирования процессов с целью дальнейшей оптимизации результатов взаимодействия в зависимости от целей существования и функционирования отдельных систем стало насущной и естественной практикой анализа и прогнозирования развития ситуаций. В настоящей работе мы не будем рассматривать методы теории систем, ограничимся лишь

философским содержанием взаимодействия и отражения, непосредственно приводящим к понятию информации.

Отражение двух взаимодействующих систем заключается в том или ином воспроизведении одной системой (называемой отражающей) другого объекта или системы (называемых отражаемыми). Свойства отражения и характер его проявления зависят от целей взаимодействия систем, их самореализации, а также среды, разделяющей системы, если таковая имеется.

Таким образом, мы сразу отмечаем, что отражение носит направленный характер: от отражаемого объекта к отражающему.

Будем исходить из определения информации как содержания отражения и направления ее движения от отражаемого объекта к отражающему. Поскольку содержание отражения зависит от цели взаимодействия, то и содержание, а также направление движения информации определяется этой целью. Следовательно, информация существует только в движении, и это заключение, на первый взгляд, противоречит «здравому смыслу», когда речь идет о хранении информации на материальных носителях — книгах, дисках и пр. Однако, «противоречие» легко устраняется при рассмотрении основных форм движения информации, которые будут нам полезны, когда в дальнейшем мы будем исследовать понятие безопасности информации в той или иной форме движения.

Различают четыре основные формы движения информации [7]:

1. Восприятие (или использование) информации отражающей системой, направленное на изменение внутреннего содержания отражающей системы путем воспроизводства содержания отражаемого объекта.

2. Передача и предоставление информации от одного объекта к другому через определенную промежуточную среду, в ходе взаимодействия разнесенных в пространстве систем.

3. Хранение информации отражаемой системой с целью ее дальнейшего предоставления некоторой, возможно, и не точно известной, отражающей системе. Хранение можно рассматривать как передачу информации во времени.

4. Переработка и порождение информации отражающей системой с целью предоставления результата переработки или порождения другой отражающей системе, когда бывшая ранее отражающей система станет отражаемой.

Мы добавили к этим традиционным формам движения информации еще одну:

5. Добыча (разведка) информации, которая возникает в случае, если отражаемая система в ходе взаимодействия либо препятствует, либо контролирует объемы и характер своего передаваемого содержания отражающей системе.

2. Управление информационной безопасностью

Рассмотрим содержание понятия «безопасность», имея в виду различные формы движения информации. Прежде всего, отметим, что каждая из перечисленных форм движения соответствует своим целям взаимодействия систем, причем цели взаимодействия отражаемых и отражающих систем в общем случае различны.

Общее определение безопасности процесса, системы или взаимодействия систем сформулируем как состояние обеспечения целевой функции существования указанных объектов. Такое определение, по крайней мере, не противоречит принятому определенной группой философов [8; 9]. Тогда логично определить информационную безопасность как состояние обеспечения движения информации в процессе отражения систем, соответствующего цели взаимодействия. Очевидно, что при двухстороннем взаимодействии информационная безопасность общей системы, включающая в себя две взаимодействующие системы, будет объединением двух отдельных состояний информационной безопасности. Понятно также, что безопасность движения информации будет различна для различных форм движения.

Сформулируем теперь определение понятия управления информационной безопасностью. Под термином «управление системой, процессом, состоянием» будем понимать совокупность воздействий на указанные объекты для достижения наилучшей реализации поставленной цели.

В частном случае управления информационной безопасностью объектом регулирования или управления является состояние достаточной обеспеченности движения информации, необходимого для взаимодействия систем. Однако, даже в случае одного и того же типа и характера взаимодействия задачи управления могут быть различны. Например, при передаче информации, содержащей государственную тайну, важнейшим аспектом может быть обеспечение конфиденциальности; при передаче аутентификационной, или командной, ин-

формации главной задачей может являться целостность и достоверность и т.д.

В свою очередь, несмотря на наличие объекта регулирования или управления в виде состояния, непосредственные воздействия возможны на отдельные части системы взаимодействия. Таким образом, управляющие воздействия для достижения цели обеспечения состояния информационной безопасности могут быть отнесены на отражающие или отражаемые системы, а также на сам процесс их взаимодействия.

Рассмотрим более подробно со сформулированных позиций содержание состояния информационной безопасности, а затем и управление этим состоянием. Характеристики состояния определяются требованием к обеспечению процесса взаимодействия и соответствующей форме движения информации. Например, при хранении договоров купли-продажи недвижимости требуется обеспечить конфиденциальность персональных данных, неизменность документов, доступность к ним только определенных лиц, а также нотариальную (юридическую) значимость, из которой вытекает невозможность аннулирования сделки ее участниками. Указанные требования должны выполняться в соответствии с Законом № 125-ФЗ от 22.10.2004 года «Об архивном деле в Российской Федерации» при временном хранении в государственных органах или муниципальных образованиях в течение 75 лет. Затем документы передаются на постоянное хранение, где также должен быть обеспечен необходимый уровень состояния информационной безопасности.

Состояние информационной безопасности в общем виде традиционно характеризуется свойствами конфиденциальности, целостности и доступности. При этом легко привести примеры ситуаций, когда необходимо выполнение любого из подмножеств этого множества свойств.

Мы отметили выше, что состояние информационной безопасности может быть отнесено к отдельным субъектам взаимодействия и быть различным для отражающей системы и отражаемого объекта. В примере с хранением договоров купли-продажи основные требования предъявляются к процессу хранения у объекта отражения. К отражающей системе, запрашивающей информацию о сделке купли-продажи, требования оказываются проще, необходима только строгая аутентификация запроса. Вместе с тем, если информация передается по каналу связи, то возникает целый комплекс требований по обеспечению

надежности аутентификации запроса и конфиденциальности передачи ответа.

Управляющие воздействия на систему имеют различия, проистекающие из многообразия состояний информационной безопасности по отношению к отражаемой или отражающей системам, а также целям взаимодействия и формам движения информации. Эти воздействия можно разделить на два больших класса:

1. Выполнение регламентных требований регуляторов.

2. Выработка оптимальных методов обеспечения выполнения цели взаимодействия на основе оценки рисков для отражающей и отражаемой систем.

Первый подход обязателен для государственных структур. Зачастую он приводит к необходимости весьма больших затрат, однако способствует перенесению ответственности при нарушении целей взаимодействия на регулятора.

Второй подход оптимизирует затраты, однако требует весьма тщательного анализа процесса отражения при взаимодействии, что не всегда возможно при создании, например, больших компьютерных систем в силу низкого качества проектной документации или отсутствия контакта с разработчиком. Следует отметить, что возможность реализации второго подхода при создании государственных систем с 2013 года разрешается и регламентируется Приказом №17 ФСТЭК РФ от 12.02.2013 г., а также Приказом №21 ФСТЭК РФ от 18.02.2013 г.

Таким образом, мы видим, что вариаций методов управления информационной безопасностью взаимодействия систем весьма много. Рассмотрим один из возможных методов оценки эффективности управления.

3. Применение закона У.Р. Эшби для оценки эффективности управления

Закон необходимого разнообразия У.Р.Эшби [10] утверждает, что информационная емкость или разнообразие (Rz) состояний регулятора должны быть не меньше, чем разнообразие возмущений (Rv), сопровождающих существование управляемой системы.

Другими словами, если $Rz = |Mz|$ – мощность конечного множества Mz дискретных состояний регулятора, равная числу различных элементов множества состояний регулятора, а $Rv = |Mv|$ – мощность множества Mv внешних или внутренних воздействий на регулируемый объект, то для эффектив-

ной работы регулятора необходимо, чтобы хотя бы $|Mz|$ было больше или равно $|Mv|$.

У.Р. Эшби использовал понятие «разнообразие», которое можно по-разному интерпретировать в случае континуальных (неконечных) множеств Mz и Mv . Мы не будем развивать здесь направления применения закона Эшби для разных типов множеств управления. Оказывается, что даже для дискретных множеств Mz и Mv можно получить интересные следствия.

Следствие 1. Любой нетривиальный регулятор с минимальным разнообразием Rz , большим или равном 2, может управлять возмущениями любого конечного разнообразия.

Доказательство. Пусть $Rz = 2$, а $Rv = 2^n$, где n – произвольное фиксированное число, $n > 1$. Произведение n – множеств Mz имеет размерность n и мощность 2^n .

Следовательно, на каждое возмущение из Mv могут быть образованы цепочки реакций длины n . Таким образом, за счет удлинения времени реакции в n раз регулятор может соответствовать закону Эшби. Множество Mz фактически характеризует компетентность регулятора.

Вывод. Малокомпетентный регулятор может быть эффективным за счет уменьшения скорости реакции или увеличения времени реагирования на воздействие.

Следствие 2. Если $Rz > Rv$, то это еще не гарантирует эффективности управления.

Действительно, построим пример неэффективного управления, удовлетворяющего условиям Следствия 2. Пусть $Rv = 2$, а Rz – произвольное конечное или бесконечное число. Однако, все элементы Rz не оказывают влияния на управляемую систему, то есть не управляют ею. Тогда фактически все элементы из Rz эквивалентны одному элементу, заключающемуся в отсутствии управления. Обозначим его через $Mz(1)$. Таким образом, по отношению к понятию управления все элементы Mz тождественны, и по отношению к управлению реальная мощность управляющего множества равна 1, то есть для $|Mz(1)| = 1 < Rv$. Следовательно, такое управление не может быть эффективным.

Таким образом, мы видим, что оценка эффективности управления зависит не только от мощности управляющего множества, но и от факторизации этого множества по отношению к воздействию на систему.

В системе управления средствами защиты информации возмущающие воздействия состоят в факторах нарушения условий взаимодействия систем, определяющих, в свою очередь, требования к безопасности осуществления отражения как к отражающей системе, так и к отражаемому объекту. Объем так называемого алфавита (вариантов) нарушений достаточно велик, в чем можно убедиться, рассмотрим перечень угроз для персональных данных, разработанный регуляторами – ФСБ РФ и ФСТЭК РФ. Цепочки же нарушений тем более создают большое пространство воздействий, то есть множество Mv имеет большое значение Rv . Таким образом, для того, чтобы адекватно и своевременно реагировать на возмущения (нарушения), множество управляющих воздействий обеспечения информационной безопасности также должно быть, по закону Эшби, достаточно развитым: Rz больше или равно Rv .

Все приведенное выше относится к непосредственному, так сказать, оперативному управлению системой безопасности или системой защиты информации. Следующим уровнем управления является управление информационной безопасностью в целом как при создании системы, так и при ее эксплуатации. Другими словами, управление состоянием отражения при взаимодействии двух или более систем с целью обеспечения надлежащего информационного содержания отражения, отвечающего целевому предназначению отражения. Информационное содержание отражения заключается в реализации движения информации в форме, требуемой целью взаимодействия. Следовательно, управление информационной безопасностью (УИБ) взаимодействия систем осуществляется в целях обеспечения заданной формы движения информации, а требования к форме определяются целью отражения.

4. Априорное и апостериорное управление

Из предложенного понимания содержания УИБ вытекают два вида воздействия на процесс взаимодействия систем – априорное и апостериорное. Априорное воздействие или управление заключается в формировании спектра условий и мер, обеспечивающих требуемый уровень взаимодействия при организации и дальнейшей реализации процесса отражения. Апостериорное УИБ заключается в коррекции условий реализации процесса по итогам уже осуществляемого отображения. Апостериорное УИБ почти всегда дешевле реализовать, но оно, как правило, осуществляется после завершения инцидентов нарушений. Реализация локализации и

компенсации потерь от произошедших инцидентов нарушения информационной безопасности может иметь дополнительную цену, и тогда решение о применении апостериорного метода УИБ следует принимать на основе оценки соответствующих рисков.

Априорное УИБ обеспечивает требуемый уровень взаимодействия, но, как правило, приводит к осуществлению весьма дорогостоящих мер, цена которых может определяться как стоимостью оборудования или реализации условий, так и ограничениями, накладываемыми на процесс взаимодействия, сужая его возможности по реализации отражения. Особенность априорного УИБ заключается в безусловном выполнении требований государственных органов и может реализовываться как комплекс мер по итогам разработки модели угроз информационной безопасности на основе рекомендаций регуляторов. Указанные рекомендации охватывают актуальное множество угроз, зачастую избыточных, для конкретных систем. Проекция широкого спектра угроз на конкретную систему и обоснование незначительности их отдельных составляющих для защищаемого отражения является непростой задачей. Поэтому в ряде случаев разработчики мер защиты идут по пути стандартного выполнения требований регуляторов, что приводит к существенному удорожанию проектов защиты информации.

В случае использования оценок рисков и применения мер, приводящих к блокированию неприемлемых угроз, реальный уровень безопасности повышается и обеспечивает надлежащий характер взаимодействия. Особенностью подобного подхода является возложение ответственности за обеспечение информационной безопасности полностью на разработчика системы.

Как при прямом выполнении административных регламентов, так и при использовании оценок рисков происходит воздействие на организацию отражения систем, что и составляет содержание управления состоянием информационной безопасности взаимодействия. Некоторая попытка систематизации действий при реализации УИБ изложена в стандартах ISO/IEC 27000-27006 и ISO/IEC 13335. Перевод указанных документов на русский язык содержится в ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001-27006 и ГОСТ Р ИСО/МЭК 13335, имеющих рекомендательный к исполнению характер.

Описанная схема понимания УИБ взаимодействия применима к техническим, включая компьютерные, к общественным, а также к смешанным системам.

Если применение вышеизложенного подхода к создаваемым или эксплуатируемым компьютерным системам не вызывает противоречий со сложившейся практикой обеспечения информационной безопасности, то рассмотрение взаимодействия общественных систем под «техническим» углом зрения составляет определенную «новеллу».

Остановимся на варианте УИБ взаимодействия системы «Портал госуслуг (ПГУ)» и отдельных граждан. Очевидно, что взаимодействие и отражение здесь имеют двухсторонний характер. С одной стороны, ПГУ получает запросы, предложения и пожелания от граждан, то есть отражает в определенной степени значительную часть населения. В этом отражении ПГУ и государственные организации, взаимодействующие с ПГУ, изменяют свое содержание, отражая запросы общества. ПГУ – отражающая система, граждане – отражаемая система. С другой стороны, граждане получают требующиеся им сведения о деятельности государственных органов и определенный вид услуг, отражающих через ПГУ деятельность государства. В этом взаимодействии и соответствующем отражении отражаемая система – ПГУ, а отражающая система – граждане. И в том, и в другом взаимодействии обе стороны, являющиеся отражающими и отражаемыми, подвергаются внутреннему изменению, используя содержание отражения – информацию, движущуюся от ПГУ к гражданам и обратно. Цель взаимодействия ПГУ и граждан отражена в Законе №210-ФЗ «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг» от 27.07.2010 г., глава 5 (далее – Закон №210).

Закон №210 формулирует требования со стороны государства к ПГУ по выполнению функций взаимодействия как отражаемой, так и отражающей стороны. Требований к гражданам, осуществляющим взаимодействие с ПГУ, найти в Законе №210 не удалось. Таким образом, если мы рассматриваем УИБ-системы «ПГУ – граждане» только на основании Закона №210, то будем вынуждены сконцентрироваться на обеспечении информационной безопасности ПГУ. Информационная безопасность граждан в этом взаимодействии остается задачей самих граждан, без широко доступных для реализации инструкций по использованию ими средств защиты информации, адаптированных к технологии и особенностям функционирования ПГУ. Между тем, во взаимо-

действии граждан с ПГУ присутствует весь спектр угроз, перечисленных, например, в Приказе ФСБ №795 от 27.12.2011 г. Выбор гражданами адекватных мер защиты собственной информации весьма затруднен в силу отсутствия специальных знаний в этой области среди основной части общества. Подводя итог, мы можем констатировать, что в системе «ПГУ – граждане» УИБ носит односторонний характер, что не способствует развитию системы в целом и является явным сдерживающим фактором в предоставлении через ПГУ юридических значимых, то есть принимаемых в суде, документов и услуг.

В целом, регулирование различных сторон взаимодействия элементов государства и общества возложено на более чем 20 государственных органов. Наблюдается дальнейший рост числа регуляторов. Такую тенденцию можно объяснить стремлением системы «Государство – Общество» улучшить управление, то есть в соответствии с Законом У.Р. Эшби увеличить Rz – мощность множества управляющих воздействий в быстро развивающейся области – информатизации всех сторон жизни, а именно, в увеличивающемся множестве вариантов воздействий Mv , $Rv = |Mv|$. Напомним, что согласно закону У.Р. Эшби, Rz должно быть больше, чем Rv . Однако, такой путь развития ведет либо к увеличению госаппарата, либо к увеличению времени реакции государства на вызовы общества.

5. Заключение

Выявленные проблемы могут быть решены либо за счет кардинального и непрерывного повышения квалификации сотрудников органов управления, либо за счет передачи части функций регулирования самому обществу, путем стимулирования деятельности саморегулируемых организаций и признания регуляторами их необходимости. Последнее становится возможным в силу формирования в современной России значительной группы высококвалифицированных специалистов в различных областях обеспечения информационной безопасности. Привлечение широкого круга специалистов значительно, в десятки раз, увеличивает значение величины Rz и позволяет обеспечить выполнение закона У.Р. Эшби. Принципиально, подобный подход может обеспечить уменьшение рутинной нагрузки на специалистов госаппарата, сняв с них часть несвойственных административным сотрудникам экспертных инженерно-технических функций. ■

Литература

1. Указ Президента РФ от 15.01.2013 г. №31с «О создании государственной системы обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак на информационные ресурсы Российской Федерации» // Собрание законодательства Российской Федерации, 2013. № 3. Ст. 178.
2. Переслегин С.Б. Новые карты будущего или Анти-Рэнд. М.: Аст, 2009. 701 с.
3. Урсул А.Д. Отражение и информация. М.: Мысль, 1973. 232 с.
4. Гуревич И.М., Урсул А.Д. Информация – всеобщее свойство материи. Характеристики, оценки, ограничения, следствия. М.: Либроком, 2012. 312 с.
5. История русской философии / Маслин М.А. и [др.] М.: КДУ, 2008. 640 с.
6. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. М.: Наука, 1978. 400 с.
7. Рябов О.А. Моделирование процессов и систем: Учебное пособие. Красноярск, 2008. 122 с.
8. Смирнов С.Н. Диалектика отражения и взаимодействия в эволюции материи. М.: Наука, 1974. 382 с.
9. Рыбалкин Н.Н. Философия безопасности: Учебное пособие. М.: МПСИ, 2006. 296 с.
10. Романович А.Л., Урсул А.Д. Устойчивое будущее (глобализация, безопасность, ноосферогенез). М.: Жизнь, 2006. 512 с.
11. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. М.: ЕЕ Медиа, 2012. 425с.

CURRENT STATE OF INFORMATION SECURITY MANAGEMENT PHILOSOPHY

Alexander BARANOV

Deputy CEO, Federal State Unitary Enterprise «Main Research Computing Center (GNIVC) of Federal Tax Service of Russia»

Address: property 3, bdg. 1, Pohodnyi proezd, Moscow, 125373, Russian Federation

E-mail: baranov.ap@yandex.ru

The paper elaborates a philosophical vision of the «information security management efficiency» concept. The concept is based on presentation of information as content of interacting systems' reflection. This approach allows considering from a unified point of view the issues of information protection for technical, computer, social and political systems. The key point of the concept is formulation of systems' interaction goals that may be profoundly different for different parts of the interaction.

The concept of information security management is proposed to be interpreted as management of the state of sufficiency of ensuring of information transfer that occurs during interaction of the systems. This definition is a special case of the traditional concept of system management, if the system is considered as a set of interacting objects performing the reflection process.

The approach expands the traditional view on informa-

tion security management presented in the standards of various Russian and international organizations. The common approach appears to be a special case based on risk assessment or statutory regulations. In turn, the W.R. Ashby's law appears to be applicable for evaluation of the information security management process, as a particular case of the system management process.

The approach allows discovering new possibilities to improve managing system efficiency for operative level of management. An example of the Portal for Government Services as government agency's systems interaction with citizens is discussed. The conclusion about weak information protection of the people's system in the process of mutual reflection of a government agency and society has been drawn. As a possible way to increase management effectiveness it is recommended to employ the potential of the self-regulatory organizations.

Key words: philosophy, reflection, information, security of interaction, information security, management efficiency, W.R. Ashby law, regulators, self-regulated organizations.

References

1. President of Russian Federation (2013) Ukaz «O sozdanii gosudarstvennoj sistemy obnaruzhenija, preduprezhdenija i likvidacii posledstvij komp'juternyh atak na informacionnye resursy Rossijskoj Federacii» [Executive Order «On establishment of government system of detection, prevention and liquidation of consequences of computer attacks targeting on information resources of Russian Federation»], January 15, 2013, No. 31c. Collection of Legislation of Russian Federation, 2013, no. 3, art. 178. (in Russian)
2. Pereslegin S.B. (2009) *Novye karty budushhego ili Anti-Rjend* [New maps of future or Anti-Rand]. Moscow: Ast. (in Russian)
3. Ursul A.D. (1973) *Otrazhenie i informacija* [Reflection and information]. Moscow: Mysl'. (in Russian)
4. Gurevich I.M., Ursul A.D. (2012) *Informacija – vseobshhee svojstvo materii. Harakteristiki, ocenki, ogranichenija, sledstvija* [Information – the common feature of matter. Characteristics, estimations, limitations, consequences]. Moscow: Librokom. (in Russian)
5. Maslin M.A. et al (2008) *Istorija russkoj filosofii* [History of Russian philosophy]. Moscow: KDU. (in Russian)
6. Buslenko N.P. (1978) *Modelirovanie slozhnyh sistem* [Complex systems modeling]. Moscow: Nauka. (in Russian)
7. Rjabov O.A. (2008) *Modelirovanie processov i sistem* [Processes and systems modeling]. Krasnojarsk. (in Russian)
8. Smirnov S.N. (1974) *Dialektika otrazhenija i vzaimodejstvija v jevoljucii materii* [Reflection and interaction dialectics in evolution of matter]. Moscow: Nauka. (in Russian)
9. Rybalkin N.N. *Filosofija bezopasnosti* [Philosophy of security]. Moscow: MPSI (in Russian), 2006.
10. Romanovich A.L., Ursul A.D. (2006) *Ustojchivoje budushhee (globalizacija, bezopasnost', noosferogenez)* [Stable future (globalization, security, noosferogenesis)]. Moscow: Zhizn'. (in Russian)
11. Ashby W.R. (2012) *Vvedenie v kibernetiku* [An introduction to cybernetics]. Moscow: EE Media. (in Russian)

ВОПРОСЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ УСПЕХА В ИТ-КОНСАЛТИНГЕ¹

Р.Б. Васильев,

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой стратегического управления информационными системами, факультет бизнес-информатики, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Адрес: 101000, г. Москва, Мясницкая ул., 20

E-mail: rvasiliev@hse.ru

Г.А. Левочкина,

кандидат технических наук, доцент кафедры стратегического управления информационными системами, факультет бизнес-информатики, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Адрес: 101000, г. Москва, Мясницкая ул., 20

E-mail: glevochkina@hse.ru

Назначение ИТ-консалтинга заключается в предоставлении рекомендаций по вопросам стратегического управления информационными системами, оценки, проектирования и разработки ИТ-архитектуры, управления проектами автоматизации бизнес-процессов организаций и многим другим вопросам, связанным с использованием вычислительной техники и информационных технологий. Успех деятельности в этой сфере во многом определяется пониманием факторов, реализация которых позволяет сконцентрировать ресурсы в тех областях, где поставщик услуг ИТ-консалтинга может достичь значительного преимущества над основными конкурентами и завоевать лучшую позицию на целевом рынке. Однако в настоящее время нет универсального, общепринятого инструмента для определения таких факторов.

В настоящей работе предложен подход к формированию корпоративных критических факторов успеха поставщиков услуг ИТ-консалтинга и даны рекомендации по подготовке и выполнению работ на его основе.

В качестве источников критических факторов успеха рассматриваются отраслевые характеристики ИТ-консалтинга, характеристики общей окружающей среды (экономической, политической, социальной и технологической), временные факторы, конкурентная стратегия и конкурентное положение, специфика управленческой структуры поставщика услуг ИТ-консалтинга, специфические характеристики направлений ИТ-консалтинга. На основе анализа приведенных источников предлагаются наборы факторов успеха, которые являются информационной основой процедуры формирования критических факторов успеха. Работы по выявлению корпоративных критических факторов успеха предлагается проводить в проектной форме. Для каждой фазы проекта рассмотрены основные задачи и даны рекомендации по выполнению необходимых работ, составу и содержанию проектной документации.

Полученные результаты могут быть использованы поставщиками услуг ИТ-консалтинга при организации работ по выявлению корпоративных критических факторов успеха, а также консал-тинговыми компаниями, осуществляющими подобные проекты.

Ключевые слова: критические факторы успеха, источники критических факторов успеха, информационные технологии, ИТ-консалтинг, поставщик услуг ИТ-консалтинга, этапы формирования критических факторов успеха.

¹ Данное научное исследование (№14-01-0086) выполнено при поддержке Программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2014/2015 гг.

1. Введение

Одним из важнейших сегментов рынка информационных технологий (ИТ) является ИТ – консалтинг, включающий в свой состав широкий спектр как взаимосвязанных, так и самостоятельных услуг, востребованность которых определяется целями и задачами, стоящими перед предприятиями и организациями. Ядро ведущих российских компаний, работающих в ИТ-консалтинге сформировалось и состоит из немногочисленной группы крупных многопрофильных ИТ-компаний (IBS, ЛА-НИТ, «Крок», «Компьюлинк Групп», «Ай Теко», «Энерджи Консалтинг», «АйТи», ОТР, ЕРАМ Systems), которые предлагают свои услуги для решения широкого круга бизнес-задач. Среди небольших компаний ярко выраженные лидеры отсутствуют. В целом, рынок ИТ-консалтинга характеризуется высокой фрагментированностью, присутствием большого числа поставщиков услуг, высокой степенью непрозрачности, ужесточением конкуренции и повышением требований заказчиков к оказываемым услугам, что приводит к уходу с рынка слабых компаний и консолидации компаний, остающихся на рынке.

Успех работы в ИТ-консалтинге во многом определяется осознанием факторов, реализация которых позволяет сконцентрировать ресурсы в тех областях, где компания может достичь значительного преимущества над основными конкурентами и завоевать лучшую позицию на целевом рынке. Эти факторы называются критическими факторами успеха (КФУ). От их практического использования зависит как конкурентоспособность компании в консалтинговом бизнесе в сфере ИТ, так и успешность проведения консалтинговых проектов. Передовая практика ведения бизнеса развивается в направлении использования КФУ. Однако в области ИТ-консалтинга пока нет однозначного ответа на вопрос, какие именно факторы и каким образом следует выбирать в качестве КФУ, какими показателями оценивать успешность консалтинговых ИТ-проектов. В этой связи представляется актуальным исследование в области разработки КФУ в ИТ-консалтинге.

Концепция КФУ была предложена в 60-ых годах Р. Дэниэлем и получила развитие в работах Дж. Рокарта и его команды из Массачусетского технологического института¹. В настоящее время в ряде стандартов и документах лучших практик рассматриваются наборы КФУ для отдельных областей. В сфере ИТ к этой группе работ следует отнести CobiT,

ITIL и ITSM. Например, в CobiT рассматриваются КФУ, которые определяют наиболее важные действия руководителей, направленные на достижение контроля над ИТ-процессами.

КФУ часто являются предметом исследований в области управления проектами. В исследованиях этого направления определяются характеристики, которые влияют на успешность проводимого проекта. Большое количество исследований, касающихся выявления КФУ, проводится для проектов внедрения бизнес-приложений определенных классов.

Вместе с тем, вопросы разработки КФУ в ИТ-консалтинге, как комплексного исследования, пока не получили должной проработки в научных трудах и нуждаются в специальном, углубленном научном анализе.

Целью предлагаемого исследования является разработка подхода к формированию корпоративных КФУ поставщиков услуг ИТ-консалтинга и рекомендаций по организации и выполнению работ на его основе.

2. Методологическая и теоретическая основа исследования

Основной методологии исследования являются отдельные элементы системного подхода, способствующие выработке эффективной стратегии анализа объектов изучения в их взаимосвязи, методологические положения, содержащиеся в теории управления социально-экономическими системами и теории конкуренции, концепции КФУ, концепции совершенствования организации и управления в сфере услуг.

КФУ – это те факторы и критерии, реализация которых необходима для преуспевания бизнеса и достижения целей компании. Как правило, их связывают с различными сферами деятельности компании: производство, технологии, маркетинг, сбыт, управление, обучение персонала.

Основные положения концепции КФУ, ее принципы, действия по сбору и анализу данных, необходимые для формирования набора КФУ, источники и области применения КФУ подробно рассмотрены в работе С.В. Буллена и Дж.Ф. Рокарта [1]. В указанной работе КФУ определены как те немногие ключевые области, достижение удовлетворительных результатов в которых обеспечивает успех в конкурентной борьбе работнику, подразделению

² Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology.

или организации. Их отличительной особенностью является небольшое количество: только действительно важные, «критические» для успеха направления деятельности, на которых нужно сосредоточить внимание руководству. Формирование КФУ в данной работе предлагается проводить в два этапа:

1. Проведение интервью с топ-менеджерами компании для выявления их целей и соответствующих им КФУ.

2. Анализ и обобщение результатов интервью и определение на их основе КФУ всей компании.

Таким образом, индивидуальные факторы топ-менеджеров преобразуются в КФУ всего предприятия.

В настоящее время не существует универсального способа определения критических факторов успеха. Предлагаются различные методы и источники, которые можно использовать для выявления КФУ. К ним относится анализ внешней среды, анализ отраслевой структуры, анализ конкурентов, экспертные опросы, внутренний анализ, исследования бенчмаркинга [1-4]. В настоящей работе рассматривается подход к выявлению КФУ в ИТ-консалтинге.

3. Источники КФУ в ИТ-консалтинге

Опираясь на состав источников КФУ, предложенный в [1], к основным источникам КФУ в ИТ-консалтинге отнесем следующие:

1. Отраслевые характеристики. Для ИТ-консалтинга характерны свои КФУ, которые необходимо осознавать и учитывать при разработке бизнес-стратегии и информационных систем поставщиков услуг ИТ-консалтинга. На этих факторах необходимо сосредоточить внимание руководству поставщиков услуг ИТ-консалтинга. Со временем отраслевые КФУ могут меняться под влиянием изменений общей ситуации в отрасли. Реализация отраслевых КФУ во многом определяет конкурентоспособность поставщиков услуг ИТ-консалтинга.

2. Конкурентная стратегия и конкурентное положение поставщика услуг ИТ-консалтинга. КФУ зависят от занимаемого положения организации в отрасли по сравнению с конкурентами, ее истории, конкурентных стратегий.

3. Характеристики общей окружающей среды (экономической, политической, социальной и технологической), среди которых особое положение занимают технологические инновации, оказывающие существенное влияние на деятельность поставщиков услуг ИТ-консалтинга.

4. Временные факторы. В деятельности поставщиков услуг ИТ-консалтинга можно выделить определенные периоды времени, когда отдельные направления деятельности становятся критически важными из-за чрезвычайных обстоятельств, например, период слияния / выделения компаний, ввода новых направлений ИТ-консалтинга, входа на новый рынок. В обычных условиях для этих направлений не определяют КФУ, поскольку набор КФУ связан с периодом стратегического планирования организации, в течение которого он может оставаться практически неизменным.

5. Специфика управленческой структуры поставщика услуг ИТ-консалтинга. Этот источник определяет характеристики, особенно важные для успешной работы внутренней управленческой структуры организации.

6. Специфические характеристики направлений ИТ-консалтинга, которые реализует поставщик услуг. Этот источник определяет внутренние факторы поставщика услуг ИТ-консалтинга, определяющие успех выполнения консалтинговых проектов определенных видов.

Приведенные источники и соответствующие им КФУ можно классифицировать на внешние и внутренние. К внешним источникам КФУ в ИТ-консалтинге относятся структура и общее состояние рынка ИТ-консалтинга, существующий деловой климат, экономическая, политическая и социальная ситуация, уровень информатизации общества, тенденции развития ИТ, а к внутренним – конкурентная стратегия и конкурентное положение конкретного поставщика услуг ИТ-консалтинга, временные факторы, специфика направлений ИТ-консалтинга, которые реализует поставщик услуг ИТ-консалтинга, специфика его управленческой структуры.

Классификация источников и соответствующих им КФУ на внутренние и внешние важна с точки зрения понимания собственных возможностей поставщика услуг ИТ-консалтинга в контроллинге и обеспечении достижения поставленных целей компании.

Внутренние КФУ обуславливаются микросредой поставщика услуг ИТ-консалтинга и лежат в сфере вопросов, на принятие решений в которых существенно влияет управленческая деятельность руководства конкретного поставщика услуг ИТ-консалтинга. Внешние КФУ определяются макросредой, но конкретный поставщик услуг ИТ-консалтинга должен уделять им внимание и обеспечи-

вать наличие для достижения поставленных целей и выполнения миссии компании.

Следует отметить, что систематизировать КФУ можно различным образом. Например, в [1] каждый КФУ предлагается классифицировать в трех основных плоскостях: внутренние / внешние, мониторинг / построение (адаптация), источники КФУ.

Для выявления КФУ в ИТ-консалтинге важен каждый источник. Чтобы определить КФУ, необходимо исследовать все указанные выше источники КФУ. При этом каждый конкретный поставщик услуг ИТ-консалтинга часть КФУ наследует от отрасли, в которой он работает, и характеристик общей окружающей среды, а часть КФУ определяется внутренними источниками. Отметим, что в сфере ИТ-консалтинга компании могут разрабатывать и применять в своей деятельности КФУ различных уровней: одни КФУ определяются стратегическими целями (корпоративные), другие относятся к уровню проектной деятельности.

Проведенный в [5] анализ характеристик окружающей среды и состояния рынка ИТ-консалтинга позволил определить общий (отраслевой) набор КФУ для компаний, работающих в этой сфере. В его состав входят следующие факторы:

- ◆ наличие и поддержка хорошей репутации и имиджа надежного делового партнера;
- ◆ эффективная система маркетинга;
- ◆ высокое качество услуг для их отличительного позиционирования на фоне предложений аналогичных услуг других компаний;
- ◆ экспертиза в области лучших мировых практик и инноваций;
- ◆ способность компании к реагированию на технологические изменения, изменения на рынке и действия конкурентов;
- ◆ высококвалифицированный персонал и эффективная система работы с персоналом, позволяющая наращивать ИТ-компетенции в различных областях знаний;
- ◆ возможность предоставления комплексных услуг;
- ◆ развитие стратегического партнерства с постав-

щиками сопутствующих услуг и вендорами продуктов, с целью получения дополнительных ценовых привилегий.

Проведем анализ специфических характеристик направлений ИТ-консалтинга как источников КФУ. Как правило, консалтинговые услуги в области ИТ оказываются в форме проектов. Обобщенную цель таких проектов можно сформулировать следующим образом: достижение бизнес-целей компании-клиента путем разработки и сопровождения внедрения (при необходимости) в их практическую деятельность методологических, технологических и технических решений в области ИТ.

Типовыми укрупненными задачами консалтинговых проектов в сфере ИТ являются следующие:

1. Оценка состояния ИТ компании, идентификация существующих проблем, нахождение путей их решения.
2. Разработка рекомендаций по осуществлению изменений в области ИТ, связанных с исправлением неблагоприятной ситуации.
3. Совершенствование корпоративной информационно-управляющей системы компании, разработка решений по ее модификации, развитию, способствующих утверждению позиций компании на рынке, повышению конкурентоспособности.
4. Разработка рекомендаций по осуществлению изменений в области ИТ, связанных с расширением / изменением спектра деятельности компании.

В зависимости от конкретных видов деятельности можно выделить такие направления ИТ-консалтинга, как стратегический, продуктовый, интеграционный, операционный, технический консалтинг [6]. Этим направлениям соответствуют определенные виды консалтинговых проектов, имеющие как общие для всех видов проектов задачи, так и специфические задачи, определяемые видом проекта.

В области управления проектами существуют различные точки зрения на структуру жизненного цикла проекта, что обусловлено разнородностью объектов и разными методологическими подходами к управлению проектами. Обзор различных

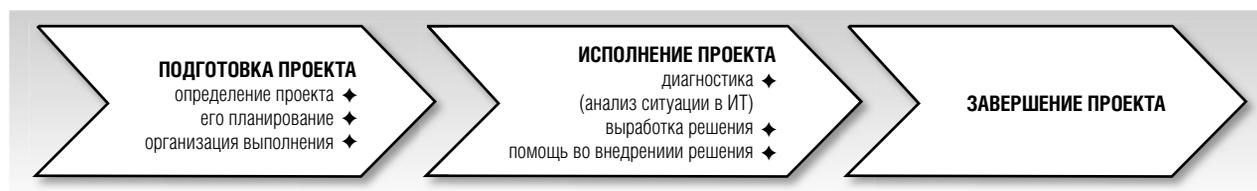


Рис. 1. Укрупненная схема этапов консалтингового проекта в сфере ИТ

концепций представлен в [7]. В данном исследовании будем придерживаться общей структуры жизненного цикла консалтингового проекта в сфере ИТ, представленной на *рис. 1*.

На различных фазах жизненного цикла проекта решаются разные задачи и ключевую роль в успешности их решения играют различные факторы. Выделение тех или иных факторов в качестве КФУ решения определенных задач позволяет определить области, которые должны быть предметом постоянного внимания менеджеров и которые в итоге обеспечивают успешность выполнения проекта в целом. Распределение КФУ по фазам и задачам консалтингового проекта позволяет сопоставить их с зонами ответственности подразделений и менеджеров поставщика услуг ИТ-консалтинга.

В настоящей работе рассмотрим КФУ, которые должны обеспечиваться для успешного выполнения задач на различных фазах жизненного цикла проекта внутри компании-поставщика услуг ИТ-консалтинга.

На фазе подготовки проекта основные выполняемые задачи сходны для различных видов консалтинговых проектов в сфере ИТ. К их числу относятся продажа проекта, организация работ и управление проектом. Факторы их успешного решения относятся к отраслевому уровню, поскольку должны обеспечиваться всеми поставщиками услуг ИТ-консалтинга.

Аналогичное утверждение справедливо и для фазы завершения проекта, где основными задачами являются анализ результатов проекта и закрытие договора.

На фазе исполнения проекта выполняемые задачи можно разделить на две большие группы:

♦ общие, решаемые в большинстве консалтинговых проектов, но, возможно, с помощью различных методик и инструментов (например, задача диагностики);

♦ специфические, характерные для определенного направления ИТ-консалтинга (например, для направления стратегического консалтинга – разработка ИТ-стратегии, для направления продуктового консалтинга – выбор и обоснование ИТ-решения).

КФУ выполнения общих задач консалтинговых проектов в сфере ИТ, распределенные по фазам жизненного цикла проекта, приведены в *табл. 1*.

В *табл. 2* для фазы исполнения приведены ключевые задачи проектов стратегического и продукто-

Таблица 1.

Общие задачи консалтинговых проектов в сфере ИТ и КФУ их решения

Фаза проекта	Задача проекта	Ключевые факторы успешного решения
Подготовка проекта	Продажа проекта	Наличие бренда, отраслевая экспертиза, опыт выполнения аналогичных проектов
	Организация управления проектом	Компетенции в управлении проектами, распределении ролей, взаимодействии с заказчиком
Исполнение проекта	Аудит текущего состояния использования и организации управления ИТ	Наличие методологии проведения стратегического ИТ-аудита
Завершение проекта	Анализ результатов проекта	Умение идентифицировать полученные выгоды от выполнения проекта и презентовать их для руководства заказчика

вого ИТ-консалтинга и установлена связь с ключевыми факторами их успешного решения.

Естественно, перечень видов задач, приведенный в *табл. 2* и *3*, не является исчерпывающим, но позволяет сделать выводы о наиболее существенных КФУ в рассматриваемой области. Проведение углубленного анализа характеристик всех направлений ИТ-консалтинга планируется в дальнейших исследованиях.

В настоящем исследовании приведенные в данном разделе наборы КФУ используются как основа для выявления набора корпоративных КФУ в ИТ-консалтинге.

4. Подход к формированию корпоративных КФУ поставщика услуг ИТ-консалтинга

Опираясь на классический подход к разработке КФУ компании, изложенный Дж. Рокартом и С. В. Булленом в [1], и способ определения КФУ рассмотренный Б. Бирнбаумом в [4], работу по выявлению корпоративных КФУ успеха в ИТ-консалтинге предлагается построить следующим образом.

Разработка корпоративных КФУ в ИТ-консалтинге проводится в форме проекта, выполнение которого должно быть надлежащим образом организовано. Рекомендуются пофазовая реализация проекта. Весь комплекс работ разбивается на четыре фазы (*рис. 2*).

В рамках каждой фазы выполняются определенные работы, позволяющие достичь определенных

Таблица 2.

Специфические задачи консалтинговых проектов в сфере ИТ и КФУ их решения

Задача проекта	Ключевые факторы успешного решения
НАПРАВЛЕНИЕ КОНСАЛТИНГА: стратегический ИТ-консалтинг	
ФАЗА ПРОЕКТА – исполнение проекта	
Построение портфеля инвестиционных ИТ-проектов	Компетенции в идентификации приоритетных направлений развития ИТ, база знаний о функциональности, стоимостных и временных параметрах выполнения различных ИТ-проектов
Разработка ИТ-стратегии	Наличие методологии разработки ИТ-стратегии, опыт выполнения подобных проектов
Формирование ИТ-бюджета	Знание методов оценки совокупной стоимости владения ИТ, компетенции в оценке прямых и косвенных затрат на эксплуатацию существующих информационных систем и их развитие
Построение эффективной ИТ-службы	Знание типовых организационно-функциональных структур служб ИТ и моделей их взаимодействия с организацией. Компетенции в разработке процедур деятельности служб ИТ
Организация перехода к ИТ- аутсорсингу	Знание мирового и российского рынков ИТ-аутсорсинга, компетенции в организации общих центров ИТ-обслуживания, облачных технологий, подготовке контрактов на ИТ-аутсорсинг
НАПРАВЛЕНИЕ КОНСАЛТИНГА: продуктовый ИТ-консалтинг	
ФАЗА ПРОЕКТА – исполнение проекта	
Выбор ИТ-решения	Наличие базы знаний о решении различных бизнес-проблем с использованием ИТ. Компетенции в проведении сравнительного анализа различных ИТ-решений, отраслевая экспертиза, партнерские отношения с вендорами
Планирование внедрения ИТ-решения	Владение методологиями внедрения бизнес-приложений, компетенции в организации управления процессом внедрения
Обучение пользователей	Наличие методик проведения обучения по различным ИТ-решениям и специалистов, обладающих опытом обучения

результатов фазы и привести к успешному выполнению всего проекта.

Процесс выполнения каждого этапа должен предусматривать контроль со стороны бизнес-процесса управления проектом. Это обеспечивает прозрачность проекта на всех этапах, предоставляя полную информацию о ходе выполнения задач, позволяет осуществлять оценку хода проекта.

Для исполнения проекта целесообразно пригласить внешних консультантов, обладающих необходимыми компетенциями и практическим опытом в области выполнения подобных проектов. При этом в состав рабочей группы проекта обязательно должны войти представители поставщика услуг ИТ-консалтинга. Отметим, что отношение высшего руководства поставщика услуг ИТ-компании к проведению проекта имеет большое значение. При недостатке заинтересованности с его стороны практически невозможно добиться успеха в проекте.

Продолжительность выполнения конкретных работ определяется на этапе подготовки проекта и за-

висит от размера компании, ограничений проекта, а также распределения нагрузки между участниками.

Рассмотрим состав задач каждой фазы проекта и выполнение основных работ.

Фаза подготовки проекта

Для организации работ по проекту необходимо решить следующие задачи:

1. Назначение спонсора проекта.
2. Формирование рабочей группы.
3. Определение регламента работ.
4. Разработка план-графика работ.
5. Определение структуры итогового отчета и процедуры утверждения результатов.

Спонсора проекта следует выбирать из числа высших руководителей компании-поставщика услуг ИТ-консалтинга. Он должен хорошо знать как бизнес-деятельность, так сильные и слабые стороны топ-менеджеров, руководителей структурных подразделений. Например, спонсором проекта может быть вице-президент по развитию бизнеса.



Рис. 2. Основные фазы проекта по разработке корпоративных КФУ в ИТ-консалтинге

Таблица 3.

Шаблон формы для сбора мнений топ-менеджеров и руководителей структурных подразделений

Корпоративные цели в области ИТ-консалтинга	Перечень характеристик – кандидатов в КФУ	Ответ на вопрос: характеристика является КФУ? (да/нет)	Краткое обоснование
Цель 1	КФУ 11 (из набора отраслевых КФУ)		
	КФУ 12 (из набора отраслевых КФУ)		
	...		
	КФУ 21 (из набора КФУ задач консалтинговых ИТ-проектов)		
	КФУ 22 (из набора КФУ задач консалтинговых ИТ-проектов)		
		
	КФУ доп. 1 (дополнительный, включен по результатам интервью)		
КФУ доп. 2 (дополнительный, включен по результатам интервью)			
Цель 2			
....			

Рабочая группа проекта формируется из топ-менеджеров и руководителей основных структурных подразделений, авторитетных сотрудников (экспертов), а также включает руководителя проекта и привлекаемых им внешних консультантов. Участие в ее составе внутренних сотрудников поставщика услуг ИТ-консалтинга определяется спонсором проекта. Рабочая группа проекта со стороны поставщика ИТ-услуг должна возглавляться одним из уважаемых руководителей компании, имеющим значительный стаж работы. Все документы рабочей группы подписываются как руководителем рабочей группы со стороны поставщика услуг ИТ-консалтинга, так и руководителем проекта со стороны внешней компании-исполнителя.

Основные отчетные документы фазы: приказ об организации работ, состав рабочей группы, устав проекта, план-график и регламент выполнения работ.

Фаза сбора и анализа информации

Основными задачами фазы являются:

1. Проведение интервьюирования топ-менеджеров и руководителей структурных подразделений.
2. Разработка предварительного набора корпоративных КФУ в ИТ-консалтинге.

Для проведения интервьюирования топ-менеджеров и руководителей подразделений необходимо разработать форму сбора информации, в которую следует включить корпоративные цели в области ИТ-консалтинга, сопоставив им возможные КФУ.

Перечень корпоративных целей в сфере ИТ-консалтинга готовится рабочей группой проекта на основе анализа имеющейся в компании документации: стратегической концепции, документов с описанием целей, процессных и структурных докумен-

тов, регламентирующих деятельность компании, отчетных документов, бизнес-планов и программ развития компании. Выявленные цели в сфере ИТ-консалтинга вносятся в форму сбора информации. Затем, опираясь на рассмотренные в предыдущем разделе наборы КФУ в ИТ-консалтинге (отраслевой, наборы КФУ для задач консалтинговых ИТ-проектов) и мнения экспертов, каждой цели сопоставляются возможные КФУ. Шаблон формы сбора информации приведен в *табл. 3*.

После проведения интервьюирования топ-менеджеров и руководителей структурных подразделений проводится анализ результатов, итогом которого является предварительный сводный набор корпоративных КФУ в ИТ-консалтинге. Этот набор далее будет обсуждаться на круглом столе для принятия окончательного решения.

Документ, содержащий предварительный сводный набор корпоративных КФУ в ИТ-консалтинге, рекомендуется начать с формулировки миссии компании. Затем для каждой цели необходимо определить перечень возможных КФУ, используя в качестве шаблона форму, аналогичную *табл. 3*.

Отчетный документ фазы: документ «Предварительный набор корпоративных КФУ в ИТ-консалтинге».

Фаза формирования КФУ в ИТ-консалтинге корпоративного уровня

Основными задачами фазы являются:

1. Подготовка и проведение круглого стола на тему: «Определение корпоративных КФУ в ИТ-консалтинге».
2. Разработка итогового отчета «Корпоративные КФУ в ИТ-консалтинге и рекомендации по их применению».

Для определения итогового набора корпоративных КФУ в ИТ-консалтинге рекомендуется организовать круглый стол, в котором должны принять участие топ-менеджеры и руководители структурных подразделений, как принимавшие участие в анкетировании, так и привлекаемые по усмотрению спонсора проекта.

До проведения круглого стола ответственный за его подготовку должен разослать всем участникам мероприятия программу и регламент проведения круглого стола, а также предварительный набор корпоративных КФУ.

В процессе проведения круглого стола необходимо обсудить предварительный набор корпоративных КФУ, выявить в процессе дискуссии те немногие факторы, которые обеспечивают успешность деятельности в ИТ-консалтинге, разрешить возникающие при этом разногласия и достигнуть консенсуса. Основная задача модератора круглого стола – направить ход дискуссии на выявление действительно значимых КФУ.

Итоговой отчет должен содержать не только выявленные корпоративные КФУ в ИТ-консалтинге, но и рекомендации по их применению в деятельности компании. В зависимости от потребностей рекомендации могут быть подготовлены в области стратегического анализа и планирования или в области создания информационной системы компании, предназначенной для обеспечения информационных потребностей топ-менеджеров и руководителей структурных подразделений.

Отчетный документ фазы: итоговый отчет «Корпоративные КФУ в ИТ-консалтинге и рекомендации по их применению».

Фаза завершения проекта

Основными задачами фазы являются:

1. Заключительный анализ результатов проекта и определение перспектив развития проекта.
2. Закрытие договора.

Работы выполняются согласно общим рекомендациям в области управления проектами. Отчетный документ фазы: акт сдачи-приемки работ.

5. Заключение

Применение корпоративных КФУ позволяет компаниям укрепить конкурентоспособность и способствует успешности деятельности в ИТ-консалтинге. Для их определения необходимо наличие информационной и методической основы.

С точки зрения авторов, рассмотренные в настоящем исследовании источники КФУ в ИТ-консалтинге, результаты их анализа, предложенный подход к выявлению КФУ и разработанные рекомендации по организации и выполнению работ на его основе, могут оказать помощь в решении задачи формирования корпоративных КФУ.

Полученные результаты предназначены для использования поставщиками услуг ИТ-консалтинга при организации работ по выявлению корпоративных КФУ, а также для применения консалтинговыми компаниями, выполняющими аналогичные проекты. ■

Литература

1. Bullen C.V., Rockart J.F. A primer on critical success factors // Massachusetts Institute of Technology. 1981. CISR No.69. Sloan WP No.1220-81.
2. Фляйшер К., Бенсуссан Б. Стратегический и конкурентный анализ. Методы и средства конкурентного анализа в бизнесе: Пер. с англ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 541 с.
3. Томпсон-мл. А.А., Стрикленд III А.Дж. Стратегический менеджмент: концепции и ситуации для анализа: Пер. с англ. М.: Изд. дом «Вильямс», 2009. 928 с.
4. Birnbaum V. Strategic thinking: A four-piece puzzle. Costa Mesa, CA: Douglas Mountain Publishing, 2004.
5. Васильев Р.Б., Левочкина Г.А. Ключевые факторы успеха в ИТ-консалтинге // Качество. Инновации. Образование. 2012. № 12(91). С. 57-65.
6. Стратегическое управление информационными системами / Р.Б. Васильев и [др.]. М: Интернет-университет Информационных Технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. 510 с.
7. Троцкий М., Груча Б., Огонек К. Управление проектами: Пер. с польск. М.: Финансы и статистика, 2006. 304 с.

ISSUES OF CRITICAL SUCCESS FACTORS IN IT CONSULTING¹

Roman VASILIEV,

Professor, Head of Department of Information Systems Strategic Management,
Faculty of Business Informatics, National Research University Higher School of Economics

Address: 20, Myasnitskaya str., Moscow, 101000, Russian Federation

E-mail: rvasiliev@hse.ru

Galina LEVOCHKINA,

Associate Professor, Department of Information Systems Strategic Management,
Faculty of Business Informatics, National Research University Higher School of Economics

Address: 20, Myasnitskaya str., Moscow, 101000, Russian Federation

E-mail: glevochkina@hse.ru

The purpose of IT consulting is to provide recommendations pertaining to information system strategic management, IT architecture evaluation, design and development, enterprise business process automation project management and many other issues relating to the use of computers and information technologies. Success in this field depends predominantly on insight of factors, which realization enables to concentrate resources in those areas where a provider can get a significant edge over major rivals and gain the best position in a target market. However at present there is no universal, generally accepted tool to determine such factors.

This paper suggests an approach to determine corporate critical success factors for providers of IT consulting services and formulates relevant approached-based preparation and implementation recommendations.

We consider such sources of critical success factors as

industry-specific characteristics of IT consulting, characteristics of general environment (economic, political, social and technological), timing factors, competitive strategy and position, specifics of IT consulting service provider's management structure and specifics of IT consulting areas.

Based on analysis of these sources we suggest sets of success factors which constitute an underlying information basis for critical success factor selection procedure.

Activities to identify corporate critical success factors are suggested to be implemented in the project format. For each project phase basic tasks defined, and recommendations are articulated for implementation of relevant activities, as well as composition and content of project documentation.

These outputs may be used by providers of IT consulting services in the process of identification of corporate critical success factors, as well as by consulting firms involved in implementation of such projects.

Key words: critical success factors, sources of critical success factors, information technologies, IT consulting, provider of IT consulting services, steps to critical success factors identification.

References

1. Bullen C.V, Rockart J.F. (1981) *A primer on critical success factors*. CISR No.69, Sloan WP No.1220-81. Massachusetts Institute of Technology.
2. Fleisher C.S, Bensoussan B.E. (2009) *Strategicheskij i konkurentnyj analiz. Metody i sredstva konkurentnogo analiza v biznese* [Strategic and competitive analysis: Methods and Techniques for analyzing business competition]. Moscow: BINOM. Knowledge Laboratory. (in Russian)
3. Thompson A., Strickland III A.J. (2009) *Strategicheskij menedzhment: Konceptii i situacii dlja analiza* [Strategic management: Concepts and cases]. Moscow: Williams Publishing House. (in Russian)
4. Birnbaum B. (2004) *Strategic thinking: A four-piece puzzle*. Costa Mesa, CA: Douglas Mountain Publishing.
5. Vasiliev R., Levochkina G. (2012) Klyuchevye faktory uspekha v IT-konsaltinge [Critical success factors in IT consulting]. *Quality. Innovations. Education*, no. 12 (91), pp. 57-65. (in Russian).
6. Vasiliev R., Kalyanov G., Lukinova O., Levochkina G. (2010) *Strategicheskoe upravlenie informacionnymi sistemami* [Strategic management of information systems]. Moscow: Internet University of Information Technologies: BINOM. Knowledge Laboratory.
7. Trotsky M., Grucha B., Ogonek K. (2006) *Upravlenie proektami* [Project Management]. Moscow: Finance and Statistics. (in Russian)

¹ This study (research grant No 14-01-0086) was supported by The National Research University–Higher School of Economics' Academic Fund Program in 2014/2015.

ПРОТОТИПЫ И ТИПЫ СОСТАВНЫХ ОБЪЕКТОВ В КОМПОНЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ АРХИТЕКТУРЕ¹

Е.М. Гринкруг,

кандидат технических наук, доцент кафедры управления разработкой программного обеспечения, отделение программной инженерии, факультет бизнес-информатики, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Адрес: 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20

E-mail: egrinkrug@hse.ru

В работе рассматривается компонентно-ориентированная программная архитектура, реализованная для Java-платформы и поддерживающая 'event-driven' вычисления. Используемая компонентная модель расширяет динамические возможности стандартной компонентной модели JavaBeans и поддерживает композицию составных компонент во время исполнения без кодогенерации. Показано, что в рамках стандартной компонентной модели JavaBeans динамическая композиция компонент сопряжена с переходом от объектно-ориентированного программирования, используемого при создании базовых компонент, к prototype-ориентированной идеологии программирования при использовании составных компонент. Предложено обобщение понятия типа объектов, позволяющее единообразно оперировать как базовыми компонентами, так и динамически скомпонованными компонентами. Реализация предложенного обобщения типов объектов опирается на дополнительный уровень виртуализации, который обеспечивает среду исполнения для программных компонент, определенных в соответствии с предложенной компонентной моделью. Рассматриваются способы реализации различных типов объектов, с которыми оперирует среда исполнения, и основные предоставляемые ею операции. Предложен способ динамического создания составных компонент, основанный на преобразовании составного прототипа в инстанцируемый тип составных объектов. Инстанцирование составных компонент обеспечивает более эффективное функционирование приложений (в смысле ресурсов памяти и времени), чем клонирование их составных прототипов. Динамически определяемые составные компоненты могут использоваться объектно-ориентированным образом наравне с базовыми компонентами — как для реализации функциональности в приложениях, так и в качестве элементов композиции составных прототипов, преобразуемых в новые составные компоненты. Предлагаемая компонентная архитектура может использоваться при реализации определяемых пользователем типов в декларативных языках моделирования.

Ключевые слова: программный компонент, компонентная модель, тип, прототип, интерфейс, реализация.

¹ Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ в 2013 году.

1. Введение

Компонентно-ориентированное программирование (Component-Based Software Engineering, CBSE) является перспективным направлением программной инженерии [1]. Составные части программных продуктов – компоненты, – создаются и используются в соответствии с компонентной моделью, которая определяет, что является компонентом и что и каким образом из компонент можно собирать.

История CBSE началась с конференции 1968 года [2], где впервые был поставлен вопрос об использовании компонент при промышленной разработке программного обеспечения, по аналогии с использованием компонентного подхода в других инженерных отраслях. К настоящему времени используются разные компонентные модели [3; 4; 5; 6], в разной степени зависящие от платформы и/или от области применения. Собственно понятие архитектуры программной системы формулируется в терминах компонент [7], и всякая программа, как множество инструкций, является их композицией, то есть имеет компонентную природу уже на самом нижнем уровне.

Мы рассматриваем компонентную архитектуру применительно к Java-платформе, наиболее популярной в последние годы [8]. Предметной областью нашего рассмотрения является моделирование с использованием event-driven вычислений. Предпосылкой работы послужил опыт реализации [9] подмножества языков моделирования виртуальной реальности [10; 11] с использованием компонентной модели JavaBeans [12] – наиболее популярной компонентной модели, применяемой в Java-платформе.

В работе рассматриваются вопросы реализации составных компонент, определяемых пользователем. Решение этих вопросов средствами компонентной модели JavaBeans затруднено по причинам, обсуждаемым в разделе 2. Раздел 3 посвящен обобщению понятия типа объектов для компонентной модели; разделы 4, 5 и 6 содержат общее описание представления типов и реализации их основных разновидностей (hardcoded-типов и composed-типов). В разделе 7 кратко излагается способ динамического создания составного компонента как результата преобразования составного прототипа в составной тип. Заключение указывает непосредственную область применения результатов и направление дальнейших работ.

2. Достоинства и недостатки компонентной модели JavaBeans

Компонентная модель JavaBeans является первой из предложенных для Java-платформы. Ее популярность определяется простотой, предоставляемыми возможностями и инструментальными средствами [13]. Исходное определение гласит, что JavaBeans-компонент – это повторно используемый программный компонент, которым можно визуально манипулировать в инструменте сборки [12]. Компонентная модель JavaBeans определяет компонент как Java-класс, который является инстанцируемым без параметров, поддерживает стандартную сериализацию и предназначен для манипулирования в специальной инструментальной среде.

С позиций компонентной модели JavaBeans к обычным классам предъявляются весьма необременительные требования для того, чтобы они могли служить компонентами этой модели. Поддержка компонент инструментальными средствами опирается не на расширения языка (как в ComponentJ [14]) и не на реализацию специальных интерфейсов (как в компонентной среде OSGi [3]), а просто на соблюдение достаточно простых соглашений о кодировании (JavaBeans design patterns [12]).

Компонентно-ориентированное программирование подразумевает, что имеется набор базовых компонент, которые заготавливаются без привязки к конкретному контексту использования. Из экземпляров базовых компонент складывается (с применением соответствующих инструментов) нужное приложение. Такой производственный процесс давно обеспечил прорыв в области аппаратных средств, но еще недостаточно широко применяется в индустрии программного обеспечения.

Использование компонентной модели JavaBeans в сочетании со статическими, компиляционными средствами давно поддерживается различными IDE. Они, однако, уступают по своим динамическим возможностям инструменту BeanBox, изначально разработанному для демонстрации возможностей этой компонентной модели [13]. Но и там имеют место ограничения динамики принципиального характера.

Базовые компоненты как Java-классы создаются в результате компиляции. При этом уже возможна их композиция статическими средствами: составной компонент кодируется на исходном языке с использованием компонент-элементов как библиотечных классов.

Созданные в статике компоненты могут загружаться в компонентную среду, где они представлены как инстанцируемые типы объектов. Созданные экземпляры (инстансы) компонент имеют визуальные представления, позволяющее манипулировать ими. Среда обеспечивает обзор и редактирование значений свойств экземпляров. При некотором усовершенствовании среда может поддерживать определение зависимостей экземпляров: одни экземпляры могут быть значениями свойств у других.

В результате манипулирования создаются составные объекты, которые могут сохраняться и восстанавливаться средствами сериализации/десериализации (в различных форматах). Однако, все такие составные объекты имеют одинаковый тип (не имеют своего типа); они не инстанцируются своим типом, а клонируются (возможно, через сериализацию/десериализацию).

Таким образом, начав с производства базовых компонент средствами объектно-ориентированного (class-based) языка, мы закончили составным объектом-прототипом и перешли, в сущности, к prototype-based программированию. Этот факт представляется нам противоречием, которое препятствует получению «идеологически замкнутой» технологии: нельзя с помощью манипуляций базовыми компонентами (инстанцируемыми типами) получить новый составной компонент как инстанцируемый тип. То есть, нельзя осуществлять композицию в рамках единой идеологии.

Можно «вернуться» на уровень языка реализации базовых компонент и закодировать в нем новый тип, используя сериализованный прототип как декларативное описание для его конструктора (так поступают IDE, такие как NetBeans, например). Ранее, некоторые инструменты сразу поддерживали генерацию исходного кода языка реализации (по мере композиции)².

Проблема – в том, что инстанцируемый тип (компонент) в Java VM можно получить только как результат загрузки байткодов (получаемых кодогенерацией – либо статической, с использованием компилятора, либо динамической, с использованием библиотеки кодогенерации, например, Apache Commons BCEL [15]).

Проводя аналогию с компонентными технологиями в других областях, можно отметить, что технология изготовления базовых компонент («элементной базы») может разительно отличаться от

технологии, применяемой при их композиции (например, при размещении чипов на плате), что связано со степенью интеграции компонент. Эти технологии могут отличаться не только способами реализации, но даже заложенными в них физическими принципами: они имеют разные цели.

Наша цель заключается в создании компонентной архитектуры и соответствующей компонентной модели для снятия указанного выше противоречия и обеспечения возможности создания составных компонент в динамике без кодогенерации. Отталкиваясь от компонентной модели JavaBeans, мы опускаем средства, связанные с кодогенерацией для Java VM, и привносим новые динамические средства создания и взаимодействия компонент.

3. Типы объектов и их разновидности

В терминах CBSE, компонентом называют тип инстанцируемых объектов, а не отдельный экземпляр. Компонент определяет интерфейс для взаимодействия с его экземплярами и реализацию, обеспечивающую поведение экземпляров. В базовых компонентах эти определения обеспечиваются традиционным программированием. В составных компонентах интерфейс и реализация обеспечиваются композицией составляющих компонент. В отсутствие кодогенерации нам необходимо обобщение понятий типа и компонента, которые в Java VM опирались на понятие класса.

Компоненты JavaBeans могут поддерживать композицию с помощью четырех средств взаимодействия: методов, свойств (properties), источников событий и приемников событий (listeners).

Взаимодействие посредством вызова методов предполагает наличие методов у объекта взаимодействия. Нас взаимодействие с помощью методов не устраивает: мы не генерируем методы в динамике и не связываем разные события с вызовами методов Java-интерфейсов (что в BeanBox обеспечивалось кодогенерацией hookup-классов или, в более современной реализации, механизмом dynamic proxy).

Мы ограничиваемся средствами взаимодействия, которые можно реализовать без кодогенерации. Ими являются свойства (properties) компонент и средства взаимодействия по событиям изменения их значений (property change events). Свойства экземпляров компонент хранят значения определен-

² Так, в частности, работал инструмент Bean Composer в составе продукта IBM Visual Age for Java.

ных типов, определяющие состояние экземпляра, и ссылки на другие экземпляры в композиции. Значения, присваиваемые свойствам, контролируется на соответствие определенному типу. Такими значениями могут быть, в частности, экземпляры составных компонент, подлежащие контролю типов.

Программируя на объектно-ориентированном языке, мы определяем типы объектов, а не отдельные экземпляры. Определения типов в Java компилируются в класс-файлы байткодов, который загружаются в Java VM загрузчиками классов и представляются там объектами класса Class. В отсутствие байткодов, сгенерированных для составных компонент, нам необходимо обобщение понятия типа, расширяющее понятие класса Java VM. Для этого мы предоставляем надстройку над Java VM, имеющую свое понятие типа объектов. Отталкиваясь от компонентной модели JavaBeans, мы называем надстройку BeanVM. Понятие типа в BeanVM допускает разные реализации: *hardcoded*-типы, создаваемые из классов, байткоды которых загружены в Java VM, и *composed*-типы, создаваемые средствами BeanVM, рассматриваемыми далее.

Вне зависимости от способа реализации, типы BeanVM, которые инстанцируются без передачи параметров операции инстанцирования, называются компонентами.

Функциональность программной надстройки BeanVM предоставляется с помощью BeanAPI и набора базовых компонент, с помощью которых создаются составные компоненты BeanVM (и которые, поэтому, можно рассматривать как метаконпоненты).

4. Представление типа

Всякий BeanVM-тип представлен как *immutable*-экземпляр Java-класса, унаследованного из абстрактного класса *Type*³, который определяет структуру и основные свойства всех типов BeanVM. Тип имеет имя, тип интерфейса и тип реализации:

$$type = \{typeName, interfaceType, implementationType\}. \quad (1)$$

Все BeanVM-типы являются экземплярами типа *Type* (включая сам этот тип).

Так как единственным средством взаимодействия BeanVM-компонент являются их свойства (с сигнализацией об изменении их значений), интерфейс компонента описывается в терминах набора типов

свойств, где тип свойства (*immutable*-объект, реализуемый экземпляром Java-класса *PropertyType*) содержит следующую информацию:

$$propertyType = \{propertyName, valueType, accessType, defaultValue\}. \quad (2)$$

Каждое свойство (*property*) интерфейса имеет имя, фиксированный BeanVM-тип значений и тип доступа, определяющий допустимые операции со свойством; начальные значения свойств определяются только для тех BeanVM-типов, которые являются компонентами. Каждый BeanVM-тип может проверить, принадлежит ли объект множеству объектов, определяемому этим типом, что обеспечивает контроль типа при присваивании значений. Со свойством можно производить операции чтения, записи и связывания, что соответствует регистрации/дерегистрации приемника сигналов об изменениях значения (соответствует *bound property* в JavaBeans). Для индексированного свойства (*indexed property* в терминах JavaBeans) возможны чтение и запись по индексу.

Часть описания BeanVM-типа, относящаяся к реализации, представляет информацию о внутренней реализации типа и существенно различается для *hardcoded*-типов и *composed*-типов.

Всякий объект, с которым имеет дело BeanVM, имеет свой BeanVM-тип, и каждый BeanVM-тип может проверить, принадлежит ли объект множеству значений этого типа. Если объект был создан операцией инстанцирования BeanVM-типа, он знает свой тип с момента создания. Если объект присваивается как значение свойству, тип значения которого соответствует Java-классу, то этот класс представлен в BeanVM как *hardcoded*-тип, который делегирует контроль типа соответствующему классу реализации. Таким образом, BeanVM поддерживает создание и инстанцирование типов компонент и контроль операций со свойствами интерфейсов компонент. Вся прочая функциональность находится вне сферы ответственности BeanVM (обеспечивается поведением собственно компонент).

5. Реализация *hardcoded*-типов

Для *hardcoded*-типа *implementationType* в (1) есть обертка (*wrapper*) его Java-класса. Получение BeanVM-типа для заданного класса обеспечивается примитивом BeanAPI:

$$public static Type Type.forClass(Class someJavaClass). \quad (3)$$

³ Для краткости изложения мы опускаем реальные имена пакетов реализации.

Поскольку Java-класс идентифицируется именем и своим загрузчиком, мы поддерживаем иерархию загрузчиков BeanVM-типов (объектов класса TypeLoader), повторяющую иерархию загрузчиков классов, информация о которых предоставляется средствами reflection. Типы, сопоставленные классам, хранятся в таблицах загрузчиков. В процессе сопоставления используются механизмы reflection и introspection³. При построении интерфейсной части BeanVM-типа для заданного класса используется массив полученных интроспектором объектов класса PropertyDescriptor, откуда извлекается информация для создания объектов класса PropertyType (2). Имя свойства определяется в соответствии с JavaBeans design patterns [12]. Тип значения свойства определяется с помощью примитива (3) по классу, указанному в объекте PropertyDescriptor. Этот же объект определяет возможные операции со свойством для создания объекта accessType.

Таким образом можно построить интерфейсную часть BeanVM-типа для любого Java-класса, но нас интересуют только классы, являющиеся нашими hardcoded-компонентами или типами значений свойств у таких компонент.

Все наши hardcoded-компоненты реализуются наследованием (прямо или косвенно) из базового класса Bean, который предоставляет BeanAPI для реализации компонента как BeanVM-типа. Экземпляр hardcoded-компонента имеет внутри себя реализацию своих свойств в терминах BeanVM, то есть является оберткой экземпляра соответствующего BeanVM-типа. Реализация операций со свойствами нашего hardcoded-компонента обеспечивается делегированием к внутреннему представлению экземпляра. Ниже приведен фрагмент кода класса Bean с соответствующим BeanAPI.

```
public class Bean extends BeanVMObject {
    final Instance thisInstance;

    public Bean() { thisInstance = Type.implementBean(this); }
    Bean(Type type) { thisInstance = type.createInstance(this); }
    // ...
    protected final void initPropertyValue(String propertyName,
        Object initValue) { ... }
    public final Object getPropertyValue(String propertyName) { ... }
    public final void setPropertyValue(String propertyName,
        Object newValue) { ... }
    // ...
}
```

В указанном фрагменте кода, BeanVMObject – абстрактный класс, требующий, чтобы все объекты BeanVM предоставляли свой тип. Класс Bean имеет два конструктора: общедоступный без параметров и скрытый за пределами пакета, принимающий тип. Первый используется при реализации hardcoded-компонент, второй – при реализации composed-компонент.

Первый конструктор выполняется при инстанцировании любого hardcoded-компонента, передавая новый экземпляр компонента (this) методу-фабрике внутреннего представления экземпляра, которое сохраняется в поле thisInstance. Метод Type.implementBean() получает BeanVM-тип по классу инстанцируемого объекта с помощью примитива (3), после чего этот BeanVM-тип обеспечивает создание внутреннего объекта (реализация которого наследована из класса Instance).

Любой Java-класс, наследованный из Bean, при первой попытке инстанцирования обеспечивает наличие своего BeanVM-типа, который, в свою очередь, создает внутреннюю реализацию всех своих экземпляров. Для hardcoded-типов внутренняя реализация экземпляра содержит (кроме указателя на тип) реализации переменных (mutable) свойств экземпляра. Значения постоянных (immutable) свойств хранятся в типе (как defaultValue в propertyType (2)). Свойство считается переменным, если его тип доступа (accessType) разрешает запись или связывание.

После выполнения конструктора суперкласса Bean конструктор конкретного hardcoded-компонента может воспользоваться методом класса Bean initPropertyValue() с указанием имени свойства и значения инициализации. Этот метод срабатывает только один раз при создании BeanVM-типа для данного класса, что происходит при самом первом инстанцировании и специально для того, чтобы собрать и сохранить инициализирующие значения. Если BeanVM-тип уже создан, вызовы метода initPropertyValue() являются пустыми операциями, а сами свойства – уже инициализированными при создании экземпляра реализации.

Собственно методы доступа к свойствам контролируют право доступа и тип присваиваемого значения; при нарушении выдается соответствующая ошибка (RuntimeException). Для ускорения доступа класс Bean предоставляет парные операции с ука-

³ java.beans.Introspector может анализировать не только JavaBeans компоненты, оно и любые Java-классы

занием не имени свойства, а его индекса (номера элемента в описании интерфейса), который можно получить у типа по имени.

С точки зрения JavaVM все объекты BeanVM декларируются как объекты класса Object, в связи с чем требуется явное приведение к типу возвращаемого значения при использовании метода `getPropertyValue()`.

Все наши `hardcoded`-компоненты являются JavaBeans-компонентами. Для инстансов сторонних JavaBeans-компонент автоматически предоставляется наш компонент-адаптер. Мы, тем самым, используем преимущества компонентной модели JavaBeans. Рассмотрим, как предлагаемая архитектура способствует устранению недостатков, обсуждавшихся в разделе 2.

6. Составные компоненты

Составной (`composed`) компонент, как любой BeanVM-тип, имеет имя, интерфейс и скрытую реализацию (1), которые определяются с помощью композиции.

Интерфейс `composed`-компонент определяется также, как для `hardcoded`-компонент, и представляет собой массив типов свойств. Описание реализации состоит из описаний составляющих типов (`composing types`).

Внешнее взаимодействие с экземпляром составного типа осуществляется теми же средствами BeanAPI: реализация любого экземпляра компонента обеспечивается классом, унаследованным из класса `Bean` (с той разницей, что составной тип непосредственно передается через параметр скрытого конструктора инстанса); доступ к свойствам экземпляра компонента осуществляется с помощью BeanAPI вне зависимости от способа реализации его типа.

При создании экземпляра составного типа обеспечивается не только внутренняя реализация изменяемых свойств его интерфейса, но и инстанцирование его составляющих типов реализации, которые являются контекстно-зависимыми уточнениями составляющих компонент, использованных при композиции.

Интерфейс типа определяет набор свойств в его экземплярах. Внутренняя реализация экземпляра составного типа должна взаимодействовать с внешним окружением через свойства интерфейса. Чтобы обеспечить связь интерфейса и внутренней

реализации экземпляра составного типа требуется связать некоторые свойства внешнего интерфейса с некоторыми (однотипными) свойствами из интерфейсов экземпляров составляющих компонент. Такая связь обеспечивается с помощью разделения объектов, реализующих эти свойства. Реализация типов свойств категоризируется на подклассы, соответствующие способам обращения за значением: мы различаем `PropertyType.Immutable`, `PropertyType.Mutable`, `PropertyType.Bound` и `PropertyType.External`, последний подкласс обеспечивает использование указанного в нем разделяемого свойства из интерфейса охватывающего экземпляра составного компонента.

До сих пор мы обсуждали контекстно-независимые компоненты, которые инстанцируются без передачи параметров в операцию создания экземпляра (что соответствует определению компонента). В Java VM нет удобного способа узнать контекст вызова метода или конструктора. Мы, однако, выполняем инстанцирование в рамках BeanVM, с помощью операции BeanVM-типа `createInstance()`, которая может вызывать конструкторы Java-классов внутри своей реализации, а конструктор экземпляра (в классе `Bean`) делегирует создание реализации экземпляра фабрике, также реализованной в рамках BeanVM. Это позволяет использовать стек вызовов, реализованный в BeanVM, для передачи через него контекстной информации, нужной для внутренней реализации экземпляров составляющих типов.

Рассмотрим, как составные и составляющие их типы создаются в динамике.

7. Преобразование прототипа в тип

Динамическое создание составного `immutable`-объекта, каким является описание BeanVM-типа, осуществляется с использованием `mutable` — объекта, в котором накапливается необходимая информация (`builder design pattern` [16]). Мы называем такой составной объект прототипом и используем его для создания BeanVM-типа. Объект-прототип является экземпляром `hardcoded`-компонента `Prototype` со свойствами `«name»`, `«interfacePrototype»` и `«implementationPrototype»`, значения которых задаются строкой и экземплярами специальных `hardcoded`-компонент `InterfacePrototype` и `ImplementationPrototype`, соответственно.

Экземпляр компонента `InterfacePrototype` содержит набор объектов `PropertyPrototype`, которые используются как интерфейсные свойства самого объекта-прототипа и могут предоставить информацию для создания соответствующих объектов `PropertyType`.

Экземпляр компонента `ImplementationPrototype` указывает на набор экземпляров компонент, составляющих реализацию составного прототипа. Составной прототип строится с помощью определения графа ссылок и графа событий. Граф ссылок определяется путем использования одного экземпляра компонента в качестве значения свойства (или элемента индексируемого свойства) у другого (или других, которые в этом случае разделяют это общее значение). Граф событий определяет связывания однотипных свойств разных экземпляров путями передачи сигналов об изменении значений.

Мы определяем интерфейс составного прототипа в терминах свойств, которые сами прототипируются с использованием типизированных переменных — объектов, имеющих свойство “value” заданного `BeanVM`-типа. При наличии `BeanVM`-типа, тип объектов-переменных со значением данного типа (или индексируемым массивом элементов этого типа) создается автоматически (аналогично созданию классов для массивов в `Java VM`). Такие типы мы называем синтетическими. Их экземпляры, в сочетании с соответствующими объектами типа `AccessPrototype` используются в качестве прототипов реализации свойств (объектов `PropertyPrototype`) задаваемых в интерфейсе.

Прототипы свойств интерфейса, реализованные с помощью типизированных переменных синтетических типов, могут разделяться экземплярами составляющих компонент из реализации составного прототипа. Когда компонент инстанцируется внутри контейнера-прототипа, он получает свою внутреннюю реализацию (от фабрики реализации экземпляра), которая специально предназначена для использования в составном прототипе (в отличие от контейнера реализации уже определенного типа). Эту реализацию мы называем экземпляром составляющего прототипа. В отличие от экземпляра составляющего типа, где в реализации интерфейса хранятся сами значения переменных свойств, в экземпляре составляющего прототипа реализация интерфейса содержит прототипы свойств, которые могут заимствоваться из интерфейса охватывающего составного прототипа

(а также настраиваться путем уменьшения прав доступа для данного контекста использования). Фабрика различает контекст инстанцирования с помощью стека операций `BeanVM`, упомянутого выше.

Составной объект-прототип является работоспособным и настраиваемым. Его композиция может осуществляться манипуляциями, аналогичными тем, что поддерживаются в инструменте `BeanBox` для `JavaBeans`-компонент. Когда необходимая композиция составного прототипа и настройки составляющих прототипов в нем выполнены, составной прототип может быть превращен в составной тип с помощью операции:

public Type Type.fromPrototype(PrototypesomePrototype). (4)

При выполнении этой операции все экземпляры компонент-прототипов преобразуются в соответствующие элементы описания создаваемого составного типа: прототипы свойств преобразуются в типы свойств, составляющие прототипы — в составляющие типы (с соответствующими типами свойств, в том числе — разделяемых с внешним интерфейсом), и т.д. Новый тип представляет собой динамически собранный составной компонент, который может инстанцироваться и использоваться как элемент последующих композиций.

Созданный составной компонент может быть сериализован и десериализован с применением определенного формата. Для чтения такого формата загрузчик составного типа может использовать указанную процедуру построения составного прототипа и преобразования его в тип операцией (4).

8. Заключение

Предложенная компонентная архитектура расширяет возможности компонентной модели `JavaBeans` в направлении динамического создания определяемых типов компонент. Расширение основано на взаимосвязи понятий типа и прототипа, что соответствует совместному использованию двух парадигм объектного программирования — `class-based` и `prototype-based`. Первая обеспечивает более эффективную реализацию экземпляров (в смысле ресурсов памяти и времени выполнения), вторая — гибкость настройки для последующего динамического перехода к первой.

Непосредственным применением является объектно-ориентированное расширение средств для реализации определяемых типов в языках 3D-моделирования [10; 11]. Поддержка таких средств с использованием стандартной компонентной модели JavaBeans затруднена присущими ей недостатками.

Как и компонентная модель JavaBeans, предложенная компонентная модель нуждается в инструментарии, который демонстрирует и использует ее возможности. Реализация такого инструментария является направлением дальнейшей работы. ■

Литература

1. Component-based software engineering: Putting the pieces together / G.T.Heinemann, W.T.Council, Editors. Boston, MA: Addison-Wesley, 2001.
2. McIlroy M.D. Mass produced software components. Software engineering // Report of a conference sponsored by the NATO Science Committee, Garmisch, Germany, 7-11 October 1968.
3. Open Services Gateway initiative – OSGi Alliance. [Электронный ресурс]: <http://www.osgi.org/Main/HomePage> (дата обращения 30.01.2014).
4. Eddon G., Eddon H. Inside COM+ base services. Redmond, WA: Microsoft Press, 2000.
5. Kung-Kiu Lau, Zheng Wang. A taxonomy of software component models // Proceedings of the 31st EUROMICRO Conference on Software Engineering and Advanced Applications. Porto, Portugal, 30 August - 3 September 2005. P. 88-95.
6. Crnković I., Sentilles S., Vulgarakis A., Chaudron M. A classification framework for component models // IEEE Transactions on Software Engineering. 2011. Vol. 37, No. 5. P. 593-615.
7. The Standards ANSI/IEEE 1471-2000 and ISO/IEC 42010:2007.
8. The TIOBE Programming Community index. [Электронный ресурс]: <http://www.tiobe.com/index.php/content/paperinfo/tpci/index.html> (дата обращения 30.01.2014).
9. Гринкруг Е.М. Использование JavaBeans-компонент в 3D-моделировании // Бизнес-информатика. 2010. № 3 (13). С. 47-56.
10. ISO/IEC 14772-1:1997 and ISO/IEC 14772-2:2004 – Virtual Reality Modeling Language (VRML). [Электронный ресурс]: <http://www.web3d.org/x3d/specifications/vrml/> (дата обращения 30.01.2014).
11. ISO/IEC 19775-1:2008. X3D – Extensible 3D. [Электронный ресурс]: <http://www.web3d.org/x3d/specifications/> (дата обращения 30.01.2014).
12. JavaBeans API specification. [Электронный ресурс]: <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/documentation/spec-136004.html> (дата обращения 30.01.2014).
13. Bean Development Kit 1.1 with BeanBox. [Электронный ресурс]: <http://code.google.com/p/jbaindi/downloads/detail?name=BDK%20%28Bean%20Development%20Kit%29.zip&can=2&q> (дата обращения 30.01.2014).
14. Costa Seco J. Component J in a nutshell. 2002. [Электронный ресурс]: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.10.9905&rep=rep1&type=pdf> (дата обращения 30.01.2014).
15. Apache Commons. The Byte Code Engineering Library. [Электронный ресурс]: <http://commons.apache.org/proper/commons-bcel> (дата обращения 30.01.2014).
16. Bloch J. Effective Java: Second Edition. Addison-Wesley, 2008.

COMPOSED PROTOTYPES AND TYPES IN A COMPONENT-ORIENTED ARCHITECTURE¹

Efim GRINKRUG,

*Associate Professor, Software Management Department, School of Software Engineering,
Faculty of Business Informatics, National Research University Higher School of Economics*

Address: 20, Myasnitskaya str., Moscow, 101000, Russian Federation

E-mail: egrinkrug@hse.ru

The paper presents a component-oriented software architecture implemented for the Java-platform and to support event-driven calculations. The component model used extends standard JavaBeans component model's dynamic capabilities and supports composite components composition at runtime without code generation. It has been shown that in the standard JavaBeans component model the dynamic component composition is associated with a shift from the object-oriented programming used to develop basic components to the prototype-based programming style when dealing with composite components. A generalized concept of object type has been proposed that enables to operate uniformly both with the basic components and with the components composed dynamically. The implementation of the object type generalization proposed relies on the additional virtualization level that provides an execution environment for software components defined in accordance with the component model described. Different implementation details for object types the environment operates with are considered along with operations it provides. The method to create composite components dynamically involving transformation of the composite prototype into the instantiable type of composite objects has been proposed. Composite components instantiations enable more efficient (in terms of time and memory space) applications functioning in contrast to composite prototypes cloning. The dynamically defined composite components can be used in object-oriented manner along with basic components both to implement applications functionality and as elements of composite prototypes compositions to be transformed into new composite components. The proposed component based architecture can be used to support user defined types implementations in declarative modeling languages.

Key words: software component, component model, type, prototype, interface, implementation.

References

1. Heinemann G.T., Councill W.T., Eds. (2001) *Component-based software engineering: Putting the pieces together*. Boston, MA: Addison-Wesley.
2. McIlroy M.D. (1968) *Mass produced software components*. *Software engineering*. Report of a Conference sponsored by the NATO Science Committee, Garmisch, Germany, 7-11 October 1968.
3. *Open Services Gateway initiative – OSGi Alliance*. Available at: <http://www.osgi.org/Main/HomePage> (accessed 30.01.2014).
4. Eddon G., Eddon H. (2000) *Inside COM+ base services*. Redmond, WA: Microsoft Press.
5. Kung-Kiu Lau, Zheng Wang (2005) A taxonomy of software component models. *Proceedings of the 31st EUROMICRO Conference on Software Engineering and Advanced Applications*. Porto, Portugal, 30 August - 3 September 2005, pp. 88-95.
6. Crnković I., Sentilles S., Vulgarakis A., Chaudron M. (2011) A classification framework for component models. *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 37, no. 5, pp. 593-615.
7. The Standards *ANSI/IEEE 1471-2000 and ISO/IEC 42010:2007*.
8. The TIOBE Programming Community index. Available at: <http://www.tiobe.com/index.php/content/paperinfo/tpci/index.html> (accessed 30.01.2014).
9. Grinkrug E. (2010) Ispolzovanie JavaBeans-component v 3D-modelirovanii [Using JavaBeans components in 3D-modeling]. *Business Informatics*, no. 3 (13), pp. 47-56.
10. *ISO/IEC 14772-1:1997 and ISO/IEC 14772-2:2004 – Virtual Reality Modeling Language (VRML)*. Available at: <http://www.web3d.org/x3d/specifications/vrml/> (accessed 30.01.2014).
11. *ISO/IEC 19775-1:2008. X3D – Extensible 3D*. Available at: <http://www.web3d.org/x3d/specifications/> (accessed 30.01.2014).
12. *JavaBeans API specification*. Available at: <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/documentation/spec-136004.html> (accessed 30.01.2014).
13. *Bean Development Kit 1.1 with BeanBox*. Available at: <http://code.google.com/p/jbaindi/downloads/detail?name=BDK%20%28Bean%20Development%20Kit%29.zip&can=2&q> (accessed 30.01.2014).
14. Costa Seco J. (2002) *Component J in a nutshell*. Available at: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.10.9905&rep=rep1&type=pdf> (accessed 30.01.2014).
15. *Apache Commons. The Byte Code Engineering Library*. Available at: <http://commons.apache.org/proper/commons-bcel> (accessed 30.01.2014).
16. Bloch J. (2008) *Effective Java: Second Edition*. Addison-Wesley.

¹ This work is an output of a research project implemented as part of the Basic Research Program at the National Research University Higher School of Economics (HSE).

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОТИВОРЕЧИЙ В ДЕМО-МОДЕЛЯХ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Э.А. Бабкин,

кандидат технических наук, *PhD in Computer Science*, профессор кафедры информационных систем и технологий, факультет бизнес-информатики и прикладной математики, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Адрес: 603155, г. Нижний Новгород, ул. Б.Печерская, д. 25/12

E-mail: eababkin@hse.ru

А.А. Бузуева,

студент кафедры информационных систем и технологий, факультет бизнес-информатики и прикладной математики, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Адрес: 603155, г. Нижний Новгород, ул. Б.Печерская, д. 25/12

E-mail: anna.a.buzueva@gmail.com

К.В. Логвинова,

кандидат физико-математических наук, *PhD in Mathematics*, профессор кафедры информационных систем и технологий, факультет бизнес-информатики и прикладной математики, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Адрес: 603155, г. Нижний Новгород, ул. Б.Печерская, д. 25/12

E-mail: klogvinova@hse.ru

В статье рассматривается проблема обнаружения логических противоречий в моделях бизнес-процессов и предлагается способ решения этой проблемы с иллюстрацией на примере анализа сложных бизнес-процессов системы здравоохранения на основе формального подхода реляционной логики. Предлагаемый способ должен способствовать повышению эффективности управления муниципальными учреждениями здравоохранения прежде всего в аспекте повышения качества предоставления комплексных услуг для лиц пожилого возраста. Предлагаемый метод основан на формальных инструментах реляционной логики системы моделирования MIT Alloy Analyzer. Для моделирования бизнес-процессов был выбран перспективный подход онтологии организации и конкретная методология моделирования DEMO (Design & Engineering Methodology for Organizations). Эта методология дает возможность полного и объективного описания организации и функционирования современного предприятия. Анализ построенных по методологии DEMO моделей организации позволяет получить детальное представление о процессах управления и взаимодействия и служит основой для проведения бизнес-реинжиниринга и развития информационной инфраструктуры, согласованной с требованиями бизнеса. Важной частью нашего исследования является разработка формальных спецификаций построенных моделей бизнес-процессов, пригодных для применения формальных методов верификации. Поэтому с целью повторного использования разработанных нами методов трансляции моделей бизнес-процессов на язык системы Alloy Analyzer была создана метамодель ключевых конструктивных элементов методологии моделирования DEMO.

На основе разработанной мета-модели и конкретных бизнес-процессов предоставления медицинских услуг в ходе исследования были построены формальные модели и проведен анализ их логической непротиворечивости, в том числе и во временном аспекте.

Ключевые слова: бизнес-процесс, здравоохранение, языки моделирования, анализ непротиворечивости, формальные методы.

1. Введение в проблему

Моделирование бизнес-процессов является одним из перспективных методов объективного понимания сути организаций и выработки методик повышения эффективности организационной деятельности. В настоящее время под моделированием бизнес-процессов понимают отражение субъективного видения потока работ в виде формальной модели, состоящей из взаимосвязанных операций [1]. Одним из актуальных направлений научных исследований в этой области является разработка научных методов анализа непротиворечивости моделей бизнес-процессов.

Целью нашего исследования является определение способов решения проблемы обнаружения логических противоречий в моделях бизнес-процессов системы здравоохранения на основе формальных методов. Предлагаемые способы должны способствовать повышению эффективности управления муниципальными учреждениями здравоохранения прежде всего в аспекте повышения качества предоставления комплексных услуг для лиц пожилого возраста. Курс социальной политики нашего государства сейчас как раз направлен на поддержку и повышение качества жизни престарелых членов общества, регулирование взаимоотношений и распределение ресурсов между поколениями [7].

Как показывают результаты исследований в области автоматизации процессов здравоохранения (например, [12]) информационные технологии на сегодняшний день достигли необходимого уровня своего развития, а внедрение информационных систем и технологий позволяет помочь в реализации выбранной социальной политики государства, однако для практической реализации и устойчивого исполнения новых видов комплексных услуг требуется создание единой непротиворечивой модели комплексной помощи.

В качестве примера для нашей работы мы использовали данные о работе реально действующего медицинского учреждения (в частности отделение сестринского ухода, как пример функционального подразделения).

Для моделирования был выбран перспективный подход онтологии организации [2] и конкретная методология моделирования DEMO (акроним от Design & Engineering Methodology for Organizations). Эта методология дает возможность полного и объективного описания организации и функционирования современного предприятия. Анализ

построенных по методологии DEMO моделей организации позволяет получить детальное представление о процессах управления и взаимодействия и служит основой для проведения бизнес-реинжиниринга и развития информационной инфраструктуры, согласованной с требованиями бизнеса. Методология хорошо зарекомендовала себя на практике в различных предметных областях (бизнес, государственное управление и прочие). Наиболее специфичной чертой описания процессов по этой методологии является изображение глубинной структуры процессов в организации, вне зависимости от того, как они реализованы [5]. Это резко отличает выбранную нами методологию от традиционных подходов к описанию процессов, таких как IDEF3, сети Петри или eEPC [6].

Важной частью нашего исследования является разработка формальных спецификаций построенных моделей бизнес-процессов, пригодных для применения формальных методов верификации. В качестве инструмента для этой цели был использован язык и логика известной системы Alloy Analyzer [8,9]. С целью повторного использования разработанных нами методов трансляции моделей бизнес-процессов на язык этой системы была создана метамодель ключевых конструктивных элементов методологии моделирования DEMO.

В данной статье результаты представлены следующим образом. В разделе 2 изложены основные сведения об используемом языке и логике системы Alloy Analyzer. В разделе 3 представлены основные результаты моделирования бизнес-процессов отделения сестринского ухода. Раздел 4 содержит результаты анализа непротиворечивости построенных моделей с использованием системы Alloy Analyzer. В заключении подводятся итоги исследования и определяются пути дальнейших работ.

2. Назначение, язык и логика системы Alloy Analyzer

Применяемый в нашей работе инструментарий Alloy Analyzer [8], разработанный в Массачусетском технологическом институте, призван помочь бизнес-аналитику обозначить и обнаружить противоречия в бизнес-процессах. В настоящее время этот инструмент обладает полноценным структурированным языком моделирования на основе языка спецификаций Z и реляционного исчисления Тарского, который способен выразить всевозможные сложные структурные ограничения и отразить логику поведения моделей.

Язык и инструментарий системы Alloy Analyzer позволяет выполнять анализ ограничений модели в терминах реляционной логики путем автоматической генерации структур, которые удовлетворяют требованиям логической модели. Таким образом аналитик может изучать эти модели как путем генерации образцовых структур, так и для проверки свойств модели путем генерации контр-примеров. Результаты анализа модели могут быть представлены в текстовой форме, в форме дерева, а также диаграммой.

Важной особенностью применяемого инструментария является специфический язык моделирования, который удачно сочетает принципы логики предикатов первого порядка и реляционного исчисления. В ходе определения модели с использованием принципов логики предикатов первого порядка применяются два типа выражений: реляционные переменные, которые используются как предикаты, и кортежи, основанные на количественных переменных. Подход к описанию моделей с использованием предикатов широко используется в выражениях, позволяющих получить набор или отношение из ограничений. Этот подход применим для описания сложных условий, т.к. он точный и конкретный, при этом использование кванторов помогает составить ограничение в естественном и ясном виде. В случае использования логики реляционного исчисления кванторы не используются в принципе, а выражения обозначают отношения. Данный подход считается более компактным, поэтому эксперты находят данный подход удобным для описания часто повторяющихся ограничений.

Структуры, определяемые языком Alloy Analyzer, состоят из атомов и отношений, основанных на простейших сущностях и связях между ними. Атом является простейшей сущностью, которая: неделима, не может быть разделена на составные части; неизменна, ее свойства не меняются со временем; неинтерпретируема, не содержит заранее определенных свойств. При помощи отдельных атомов могут быть представлены лишь простейшие понятия реального мира, поэтому для моделирования необходимо использовать отношения – структуры, объединяющие атомы.

Отношения состоят из наборов кортежей, где каждый кортеж является последовательностью атомов. Отношение можно представить в виде таблицы, каждая ячейка которой является атомом, причем порядок столбцов важен, в порядок строчек нет. Каждая строка должна иметь сущность

в каждом столбце. Количество строк называется размером. Возможны любые размеры отношений, включая ноль. Арностью называется количество столбцов в таблице или атомов в кортеже, их должно быть одно или более. Так выделяют унарные, бинарные, тернарные и n-нарные отношения. Отношение с арностью от трех и более называют мультиотношением.

3. Моделирование бизнес-процессов

Объектом нашего исследования выступает отделение сестринского ухода (ОСУ) ГБУЗ НО «Городская клиническая больница №34 Советского района города Нижнего Новгорода» [10]. Данное отделение предназначено для оказания медико-социальной помощи, ухода и поддерживающего лечения больным пожилого и старческого возраста, страдающим хроническими заболеваниями и по состоянию здоровья нуждающимся в поддерживающем лечении и сестринском уходе [11]. Направления на госпитализацию в ОСУ осуществляется участковыми врачами территориальных поликлиник и заведующими стационарами. В направлении на госпитализацию отражается полный клинический диагноз и рекомендации по проведению поддерживающего лечения. Противопоказаниями для направления больных в ОСУ являются: активные формы туберкулеза, острые психозы, острые инфекционные заболевания и венерические заболевания.

Все диаграммы бизнес-процессов ОСУ были выполнены с помощью среды моделирования Xmethod в соответствии с принципами моделирования по методологии DEMO [5]. Но наибольший интерес для последующей имплементации DEMO моделей на языке Alloy Analyzer представляют модели конструкций и процессов. Рассмотрим их применения к исследуемой предметной области более подробно.

Модель конструкции (Construction Model (CM)) определяет строение организации в соответствии с операционной аксиомой. Это самый высокий уровень организации и самая лаконичная модель DEMO. CM состоит из двух частей: модели взаимодействия Interaction Model (IAM) и модели взаимного обусловливания Interstriction Model (ISM). IAM показывает активное влияние акторных ролей друг на друга в ходе выполнения транзакций.

Описание организации начинаем с ядра. Такая диаграмма в методологии DEMO называется глобальной или Global Actor Transaction Diagram (GATD) (рис. 1).

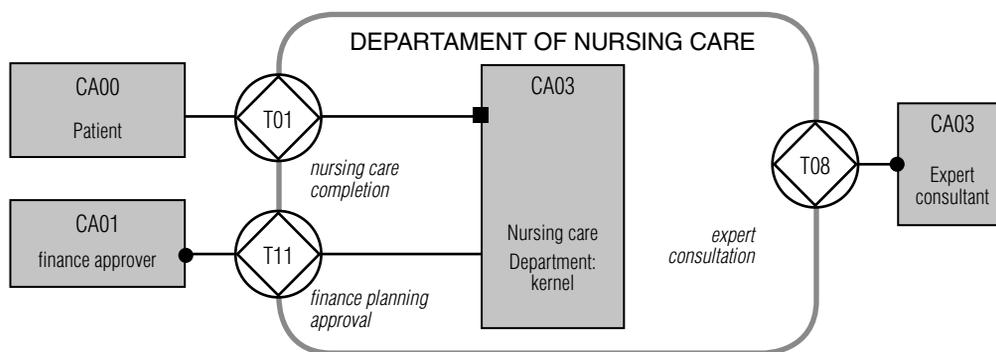


Рис. 1. Моделирование в терминах DEMO: Global Actor Transaction Diagram

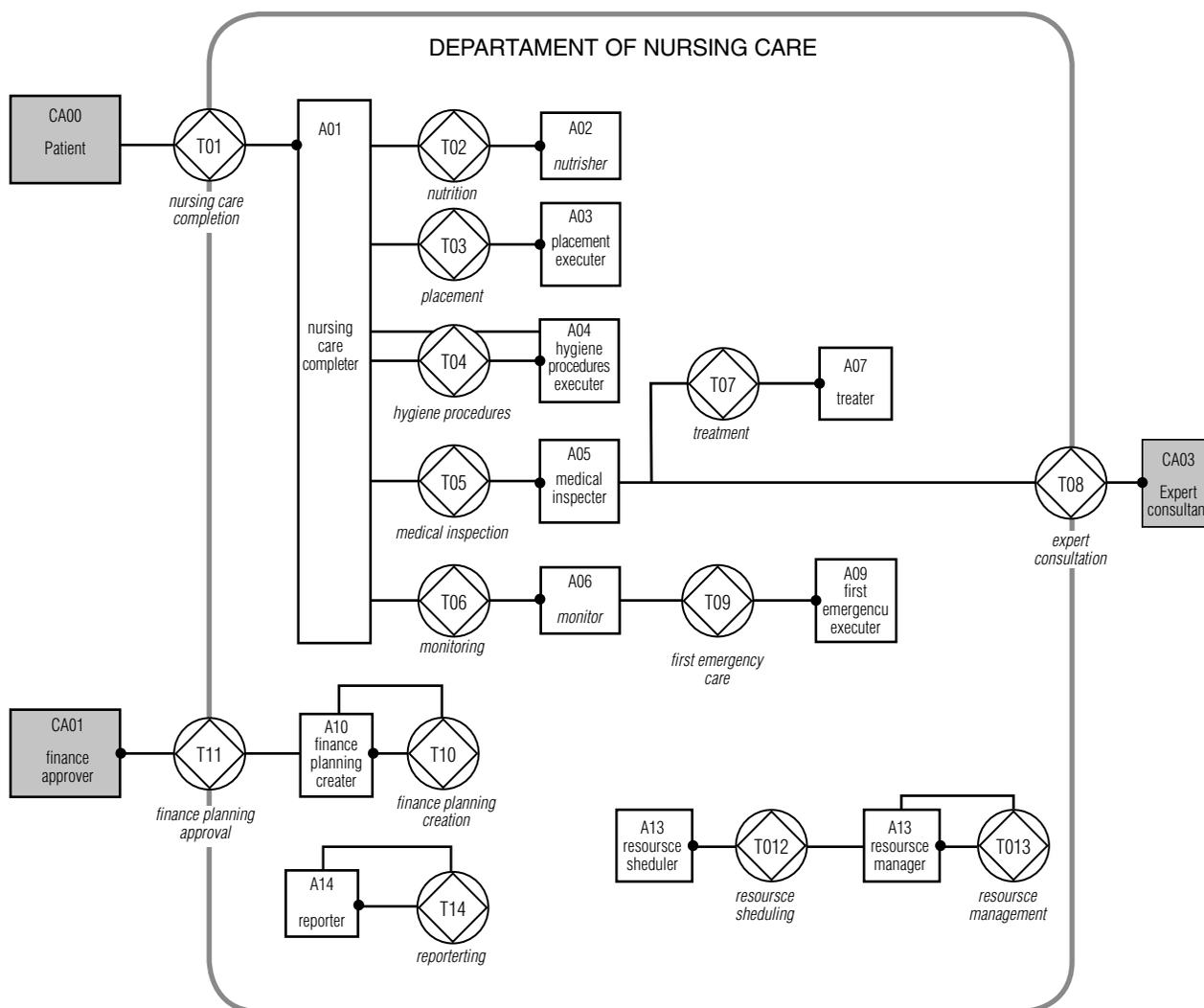


Рис. 2. Моделирование в терминах DEMO: Actor Transaction Diagram

Модель взаимодействия, в которой ядро содержит лишь простые акторные роли, является детализированной ATD. Множества всех (значимых) акторных ролей в составе и окружении разделяются границей.

Для описания всех типов транзакций и результатов организации создается Transaction Result Table (TRT). Для нашего случая отделения сестринского ухода TRT выглядят следующим образом (табл. 1).

Таблица. 1.

**Моделирование в терминах DEMO:
Transaction Result Table**

Тип транзакции	Тип результата
T01 nursing care completion	R01 nursing care has been completed
T02 nutrition	R02 nutrition for nursing care has been provided
T03 placement	R03 nursing care has been placed
T04 hygiene procedures	R04 hygiene procedures for nursing care have been done
T05 medical inspection	R05 medical inspection has been done for nursing care
T06 monitoring	R06 monitoring has been provided for nursing care
T07 treatment	R07 treatment has been done for medical inspection
T08 expert consultation	R08 expert consultation has been provided
T09 first emergence care	R09 first care has been executed for monitoring
T10 financial planning creation	R10 financing planning has been created for finance period
T11 financial planning approval	R11 financing planning for finance period has been approved
T12 resource scheduling	R12 resources for resource period have been scheduled
T13 resource management	R13 resource management for resource period has been done
T14 reporting	R14 reporting for reporting period has been prepared

На основе определенных транзакций следует определить модель процессов (PM). Эта модель определяет шаблоны действий каждой транзакции в модели конструкции организации (CM). Также модель процессов показывает причинные и условные отношения между транзакциями. Таким образом, эта модель показывает состояние и пространство транзакций «координационного мира» организации. Модель процессов представляется диаграммой под названием «Process Structure Diagram (PSD)». В иерархии моделей по методологии DEMO (так называемом онтологическом треугольнике) модель процессов расположена непосредственно под моделью конструкции организации (CM), так как данная модель является первым уровнем детализации CM-модели.

Ключевое значение для понимания структуры бизнес-процесса и взаимосвязи элементов DEMO-транзакций имеет построенная нами диаграмма PSD для отделения сестринского ухода. На графическом языке DEMO эта диаграмма выглядит следующим образом (рис. 2):

**4. Анализ противоречий
в моделях процессов**

На данном этапе наша исследовательская задача состояла в определении противоречий в бизнес-процессах. Тогда проблема сводится к проверке определенных последовательностей действий в рамках описанной предметной области.

Стартовой точкой при моделировании является создание метамодели, на основе которой впоследствии идет построение конкретных процессов рассматриваемой области. Метамодель – это модель, которая описывает структуру, свойства, связи и принципы действия другой модели. Процесс создания метамодели называют метамоделированием. Являясь средством построения моделей, метамодель может быть выражена формальным языком или графической нотацией [13].

Метамодель методологии DEMO в Alloy строится на следующих ключевых сущностях: акторная роль (actor role), акт (act) и факт (fact), транзакция (transaction) и шаг процесса (process step kind). Согласно аксиоме операций, акторная роль представляет «продуктивную» единицу организации и является элементарной частицей полномочия и ответственности. Акторные роли могут выступать как инициаторами, так и исполнителями транзакций. В общем случае акторные роли считаются сложными (composite actor role), и при необходимости разукрупнения разбиваются на простые (elementary actor role). Простая акторная роль имеет ровно одну связь исполнителя, поскольку является исполнителем ровно одного типа транзакций.

Существует два вида активностей для исполнения акторных ролей субъектами: производственные и координационные действия. Координационные действия или С-акты (C-acts) – это отношения, связывающие производственные действия. Производственные действия или Р-акты (P-acts) – это действия, через которые субъекты вносят вклад в реализацию товаров или предоставление услуг окружению предприятия. Результатом успешного производственного действия является производственный факт или Р-факт (P-fact) [4]. Следовательно, результатом успешного координационного действия является координационный факт или С-факт (C-fact). Согласно аксиоме транзакций – транзакция это социоэкономический шаблон в соответствии с которым осуществляются все действия (C-acts и P-acts) в организации. Транзакция происходит между двумя акторными

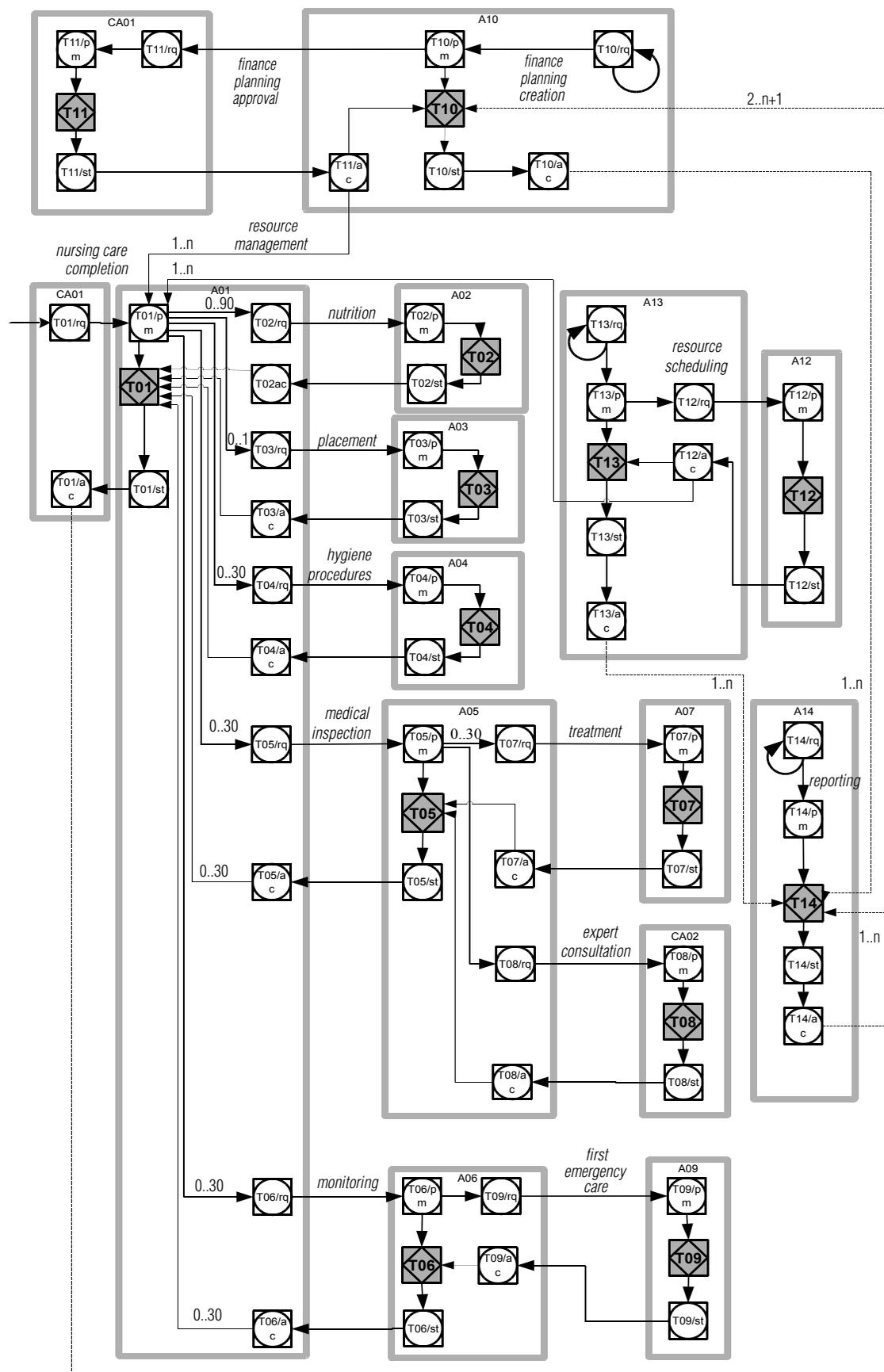


Рис. 3. Моделирование в терминах DEMO: Модель PSD

ролями – инициализатором и исполнителем. С указанными оговорками, опуская некоторые не-существенные детали, приведем ниже метамодель DEMO на языке Alloy Analyzer в графическом виде в соответствии с рис. 4.

Анализ, являясь ключевым моментом моделирования, позволяет бизнес-аналитику помимо проверки корректности описания модели на языке Alloy рассмотреть также альтернативные сценарии работы модели и выявить существенные дефекты, не обнаруженные при моделировании ранее.

Принцип работы анализатора заключается в поиске сущности, удовлетворяющей анализируемому ограничению, т.е. такого набора значений переменных при котором ограничение является верным. Сущность может характеризоваться следующими элементами: наборами, основанными на сигнатурах; отношениями, основанными на полях; аргументами предикатов.

Поиск значений переменных отношений, при которых ограничения выполняются, сводится к проверке суждений и записи предикатов. В центре анализа при этом находятся понятие охвата и ис-

черпывающего поиска примеров и контрпримеров. Пример – это сценарий поведения модели, при котором ограничения факта и предиката, основанного на данном факте, выполняются. Контрпример – сценарий поведения программы, при котором выполнение факта не влечет за собой выполнение суждения, основанного на обозначенном факте.

Очевидно, что моделирование сущностей предметной области основывается на сущностях метамодели. В качестве каркаса области сестринского ухода в Alloy возьмем транзакции, описанные в Transaction Result Table. При этом мы рассматриваем исключительно основной функционал отделения (не затрагиваем транзакций планирования, финансирования и т.п.).

В соответствии со структурой диаграммы ATD были выделены следующие акторные роли: эксперт-консультант, пациент, исполнитель, сестра, исполнитель исполнитель гигиенических процедур, медицинский инспектор, монитор, исполнитель первой помощи, сиделка. На языке моделирования системы Alloy Analyzer эти роли определены следующим образом:

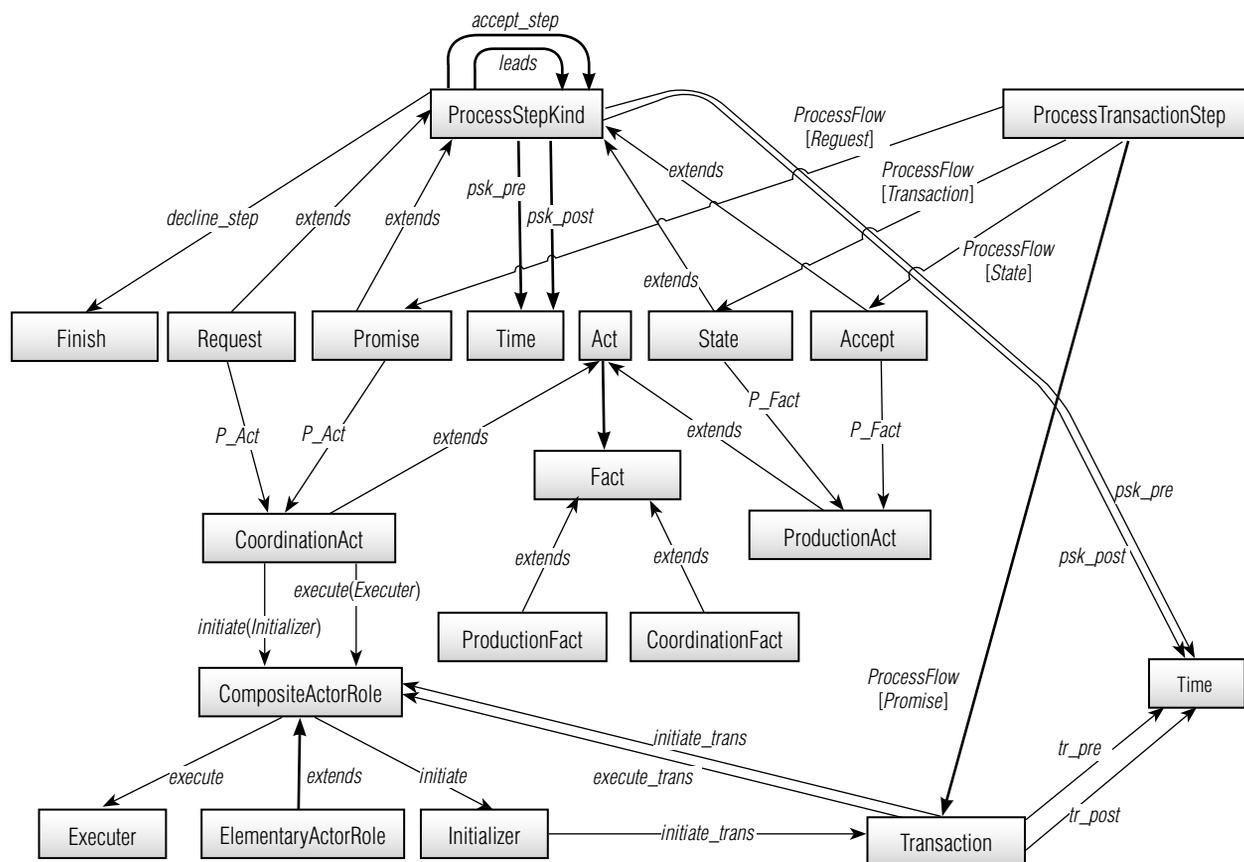


Рис. 4. Метамодель методологии DEMO в Alloy Analyzer

```
sig ExpertConsultant, Patient extends
CompositeActorRole {}
```

```
sig NursingCareCompleter, Nurisher,
PlacementExecuter, HygieneProceduresExecuter,
MedicalInspector, Monitor, FirstEmergencyExecuter,
Treater, extends ElementaryActorRole {}
```

Далее были последовательно заданы транзакции предметной области, являющиеся наследниками сигнатуры «транзакция» в метамодели. Стартовой и ключевой из них является позиция «nursing care completion», инициализируемая пациентом. Пациент рассматривается как сложная акторная роль, т.к. он внешний участник транзакции, ведь мы не можем знать точно, является ли акторная роль из окружения простой или сложной.

Исполнитель «NursingCareCompleter» в свою очередь инициализирует следующие транзакции: питание, размещение, проведение гигиенических процедур, проведение медицинского осмотра, наблюдение. У каждой из этих операций есть свой исполнитель, который не пересекается с исполнителями других транзакций.

```
sig Nutrition extends Transaction{}
{execute_trans=Nurisher
initiate_trans=NursingCareCompleter}
```

```
sig Placement extends Transaction{}
{execute_trans=PlacementExecuter
initiate_trans=NursingCareCompleter}
```

```
sig HygieneProcedures extends Transaction{}
{execute_trans=HygieneProceduresExecuter
initiate_trans=NursingCareCompleter}
```

```
sig MedicalInspection extends Transaction{}
{execute_trans=MedicalInspector
initiate_trans=NursingCareCompleter}
```

```
sig Monitoring extends Transaction{}
{execute_trans=Monitor
initiate_trans=NursingCareCompleter}
```

Исполнитель «MedicalInspector» в свою очередь инициализирует лечение и консультацию со специалистом. Причем специалист также является сложной акторной ролью из окружения.

```
sig Treatment extends Transaction{}
{execute_trans=Treater
initiate_trans=MedicalInspector}
```

```
sig ExpertConsultation extends Transaction{}
{execute_trans=ExpertConsultant
initiate_trans=MedicalInspector}
```

В свою очередь экземпляр сигнатуры, исполнитель «Monitor», при необходимости запускает транзакцию оказания первой экстренной помощи:

```
sig FirstEmergencyCare extends Transaction{}
{execute_trans=FirstEmergencyExecuter
initiate_trans=Monitor}
```

Проверки созданной модели реализуются на нескольких типовых запросах, которые определяют интересующие нас последовательности действий, т.е. последовательности появления Р и С фактов в ДЕМО. Приведем пример проверки на непротворчивость выполнения транзакции Nursing Care. Для Проверки временной согласованности модели, запустим ее следующим образом: run show for 2 but 4 Time, 3 Transaction, 3 CompositeActorRole . Первоначальная структура экземпляров сигнатур представлена на *рис. 5*.

Экземпляр сигнатуры «Patient» инициализирует транзакцию (Transaction0) и она в соответствии с правилом, описанным в модели предметной области, передается на исполнение «NursingCareCompleter». При запуске транзакции ей присваивается временное состояние t_pre и модель переключается на следующий момент времени – Time1 (*рис. 6*).

Экземпляр сигнатуры «NursingCareCompleter» являясь исполнителем одной транзакции, запускает другую и тем самым становится ее инициализатором. На каждом моменте времени транзакция может характеризоваться либо состоянием «до», либо состоянием «после». Причем время исполнения предшествующей транзакции совпадает со временем последующей, как это и было обозначено в нашей модели, т.е. Transaction0 (tr_post) = Transaction1(tr_pre) (*рис. 7*).

При завершении транзакции на третьем шаге (*рис. 8*) значения атрибутов экземпляров сигнатур и отношений не вызывают логической ошибки, что подтверждает тот факт, что Модель является согласованной и валидной.

5. Заключение

В данной работе нами была построена модель метамодель методологии ДЕМО на языке Alloy Analyzer с соответствующим выделением основных сущностей, взаимосвязей и правил поведения присутствующих методологии. Для анализа бизнес-процессов реально действующего предприятия (отделения сестринского ухода) клинической больницы была смоделирована система ключевых транзакций и акторных ролей. Результатом явились разбор и ана-

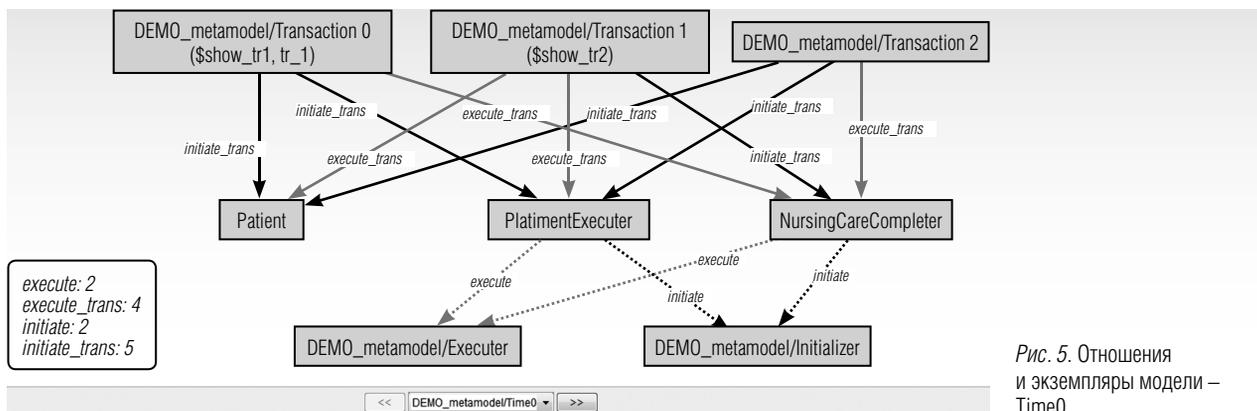


Рис. 5. Отношения и экземпляры модели – Time0

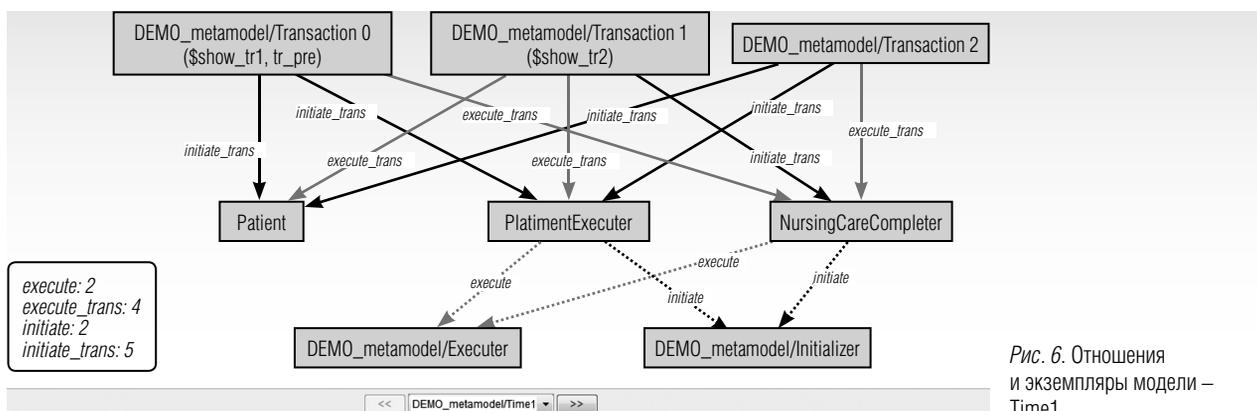


Рис. 6. Отношения и экземпляры модели – Time1

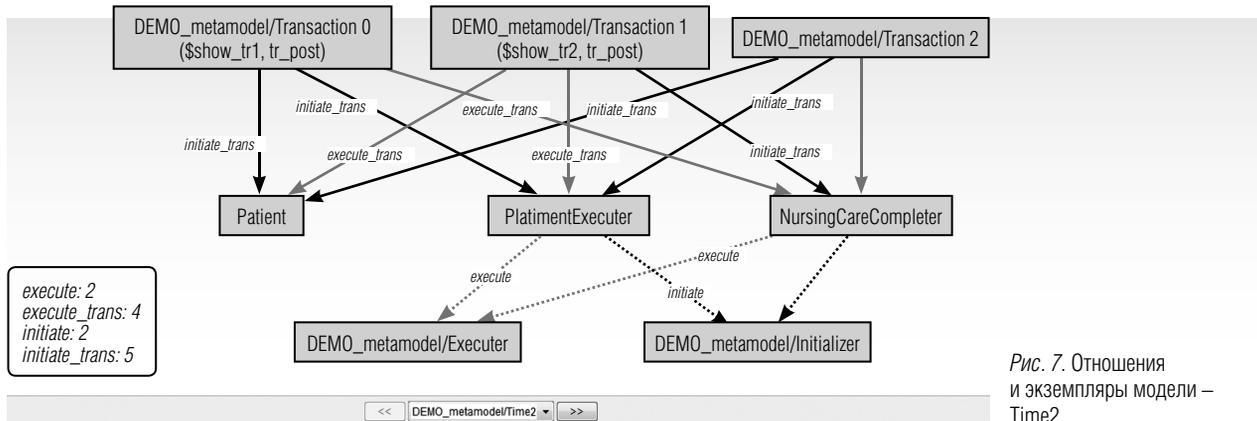


Рис. 7. Отношения и экземпляры модели – Time2

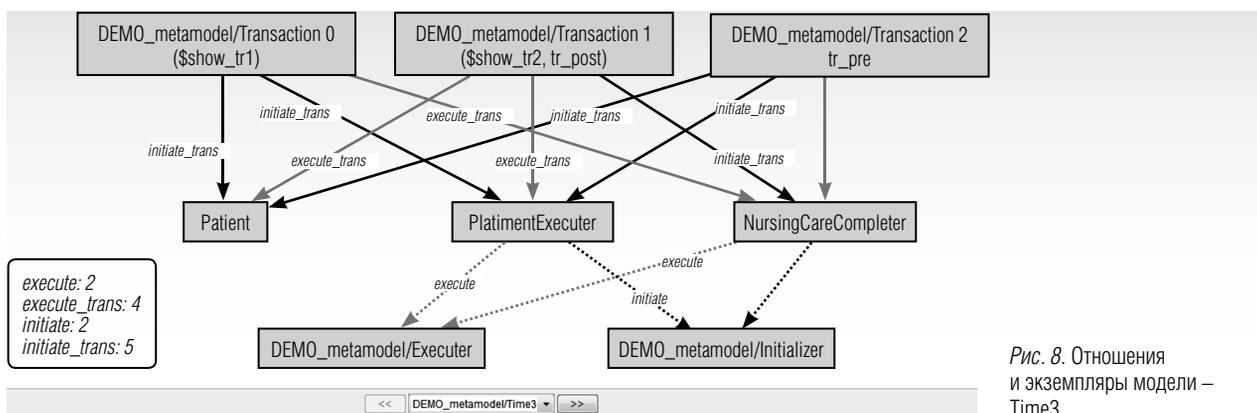


Рис. 8. Отношения и экземпляры модели – Time3

лиз существующих процессов в ключе временной и информационной непротиворечивости. Созданная модель формализует последовательность актов в транзакциях DEMO, тем самым проверяет непротиворечивость выполнения транзакций. Была проверена возможность использования DEMO и Alloy для случаев, когда конкретные исполнители назначены на конкретные DEMO роли.

Важным следствием является содержательный пример, показывающий применимость механизма логического вывода, логической проверки для моделей DEMO. Это релевантно для моделей с очень большим количеством транзакций, проверка кото-

рых на противоречивость вручную не представляется возможной.

Созданная метамодель методологии DEMO на языке Alloy Analyzer может быть использована для верификации и заведомо более сложных DEMO моделей. Предполагается, что полученные результаты будут усовершенствованы в аналитическом направлении с использованием ранее полученных результатов в области онтологического инжиниринга [3, 4]. Это подразумевает под собой детализацию модели предметной области на инфологическом уровне в методологии DEMO и последующую адаптацию на язык системы Alloy Analyzer. ■

Литература

1. Becker J., Kugeler M., Rosemann M. Process Management. A Guide for the Design of Business Processes. New York: Springer. 2011. 596 p.
2. Dietz J.L.G. Enterprise Ontology: Theory and Methodology. New York, Springer. 2006. 243 p.
3. Козырев О.Р., Климова Н.А., Литвинцева М.И. Анализ подходов к формальной спецификации правил корпоративной безопасности ИС на основе онтологий // Бизнес-информатика. 2010, № 3 (13). С. 28-33.
4. Abdulrab H., Babkin E., Doucy J. Dynamic Composition and Analysis of Modern Service-Oriented Information Systems // Dynamics of Information Systems: Algorithmic Approaches / A.Sorokin, P.M.Pardalos (eds.). Springer Proceedings in Mathematics & Statistics 51, 2013. P. 67-98.
5. Dietz J.L.G. Enterprise Ontology and Enterprise Architecture – how to let them evolve into effective complementary notions. GEAO Journal of Enterprise Architecture. 2007, vol. 2, no. 1. P. 121-149.
6. Бабкин Э.А., Князькин В.П., Шиткова М.С. Сравнительный анализ языковых средств, применяемых в методологиях бизнес моделирования // Бизнес-информатика. 2011, № 2 (16). С. 31-42.
7. Приказ Министерства социальной политики и Министерства здравоохранения Нижегородской области от 09.07.2009 №331/738 «Об утверждении порядка взаимодействия органов исполнительной власти при направлении граждан пожилого возраста и инвалидов, находящихся на лечении в отделениях сестринского ухода лечебно-профилактических учреждений, на стационарное социальное обслуживание».
8. Jackson D. Software Abstractions: Logic, Language and Analysis. MIT Press, 2006. 350 p.
9. Jackson D. Alloy 3.0 reference manual. 2004. 44 p.
10. Информационный сайт ГБУЗ НО «Городская клиническая больница № 34 Советского района г. Нижнего Новгорода» [Электронный ресурс]: <http://www.gkb34.zdrav-nnov.ru/> (дата обращения 20.12.2013).
11. Положение об организации деятельности отделения сестринского ухода государственного бюджетного учреждения здравоохранения Нижегородской области «Городская клиническая больница №34 Советского района г. Нижнего Новгорода».
12. Семухина А.С., Никифоров Д.А. Пример автоматизации некоторых поддерживающих бизнес-процессов в медицинском учреждении // Системная интеграция в здравоохранении. 2010, №4 (10). – с. 76-84.
13. Кларк Э.М., Грамберг О., Пелед Д. Верификация моделей программ: Model Checking: Пер. с англ. М.: Изд. Московского центра непрерывного математического образования, 2002. – 416 с.

A METHOD FOR DETERMINATION OF CONTROVERSIES IN DEMO-MODELS OF BUSINESS PROCESSES

Eduard BABKIN, PhD in Computer Science, Professor, Department of Information Systems and Technologies, Faculty of Business Informatics and Applied Mathematics, National Research University Higher School of Economics
Address: 25/12, Bolshaya Pecherskaya str., Nizhniy Novgorod, 603155, Russian Federation
E-mail: eababkin@hse.ru

Anna BUZUEVA, Student, Department of Information Systems and Technologies, Faculty of Business Informatics and Applied Mathematics, National Research University Higher School of Economics
Address: 25/12, Bolshaya Pecherskaya str., Nizhniy Novgorod, 603155, Russian Federation
E-mail: anna.a.buzueva@gmail.com

Kira LOGVINOVA, PhD in Mathematics, Professor, Department of Information Systems and Technologies, Faculty of Business Informatics and Applied Mathematics, National Research University Higher School of Economics
Address: 25/12, Bolshaya Pecherskaya str., Nizhniy Novgorod, 603155, Russian Federation
E-mail: klogvinova@hse.ru

The article considers a problem of controversy analysis in business processes, and offers a solution of this problem providing the readers with the illustration based on the analyzing of complex healthcare business processes by the formal approach of relational logic. The approach suggested should facilitate efficiency of management in municipal healthcare organizations, specifically focusing on the aspect of quality improvement of integrated healthcare services for elder people. The scientific method of analysis is based on the particular formalism of relational logic which is implemented in the language of a widely used logical tool — MIT Alloy Analyzer. For business-process modeling we use a prospective approach of enterprise ontology and particular modeling methodology DEMO (Design & Engineering Methodology for Organizations). That methodology allows for complete and unbiased description of the constructional model of modern enterprises. Analysis of DEMO models provides for detailed understanding of management processes and plays the foundational role in business reengineering and the developing of business-aligned ICT-infrastructure. An important part of our research includes developing the formal specifications of created business-process models which are suitable for application of formal verification methods. Aimed at the improving reusability of the developed methods of translation from DEMO models to the language of MIT Alloy Analyzer, a new meta-model of DEMO transactions was created. Given the meta-model developed and real-life business processes of municipal healthcare enterprise we have built formal models of business-processes and have carried out their analysis of logical consistency including the temporal aspect.

Key words: business processes, healthcare, modeling languages, verification, consistency checking, formal methods.

References

1. Becker J., Kugeler M., Rosemann M. (2011) *Process Management. A Guide for the Design of Business Processes*, New York: Springer.
2. Dietz J.L.G. (2006) *Enterprise Ontology: Theory and Methodology*, New York: Springer.
3. Kozyrev O.R., Klimova N.A., Litvinceva M.I. (2010) Analiz podhodov k formal'noj specifikacii pravil korporativnoj bezopasnosti IS na osnove ontologij [Analysis of approaches to the formal specification of the rules of corporate security of IS based on ontology]. *Business Informatics*, no. 3 (13), pp. 28-33. (in Russian)
4. Abdulrab H., Babkin E., Doucy J. (2013) Dynamic Composition and Analysis of Modern Service-Oriented Information Systems. *Dynamics of Information Systems: Algorithmic Approaches* (eds. A.Sorokin, P.M.Pardalos). Springer Proceedings in Mathematics & Statistics 51, pp. 67-98.
5. Dietz J.L.G. (2007) Enterprise Ontology and Enterprise Architecture — how to let them evolve into effective complementary notions. *GEAO Journal of Enterprise Architecture*, vol. 2, no. 1, pp. 121-149.
6. Babkin E.A., Knyazkin V.P., Shitkova M.S. (2011) Sravnitel'nyj analiz jazykovyh sredstv, primenjaemyh v metodologijah biznes modelirovanija [Comparative analysis of the linguistic resources used in business modeling methodologies], *Business Informatics*, no. 2 (16), pp. 31-42. (in Russian)
7. Order of the Ministry of Social Policy and Ministry of Healthcare of Nizhny Novgorod Region dated 09.07.2009 No.331/738 «Ob utverzhdenii porjadka vzaimodejstvija organov ispolnitel'noj vlasti pri napravlenii grazhdan pozhilogo vozrasta i invalidov, nahodjashhihsja na lechenii v otdelenijah sestrinskogo uhoda lechebno-profilakticheskikh uchrezhdenij, na stacionarnoe social'noe obsluzhivanie» [About approval of the procedure of coordination of executive authorities related with assignment of aged and disabled people to social hospital service]. (in Russian)
8. Jackson D. (2006) *Software Abstractions: Logic, Language and Analysis*. MIT Press.
9. Jackson D. (2004) *Alloy 3.0 reference manual*.
10. Website of the Municipal Clinical Hospital No.34, Sovetsky District, Nizhny Novgorod. Available at: <http://www.gkb34.zdrav-nnov.ru/> (accessed 20 December 2013). (in Russian)
11. Statement of functioning of the nursing department of the Municipal Clinical Hospital No.34, Sovetsky District, Nizhny Novgorod. (in Russian)
12. Semukhina A.S., Nikiforov D.A. (2010) Primer avtomatizacii nekotoryh podderzhivajushhih biznes-processov v medicinskom uchrezhdenii [Example of automation of some supporting business processes in medical institution]. *System integration in health care*, no. 4 (10), pp. 76-84. (in Russian)
13. Clarke E.M., Grumberg O., Peled D. (2002) *Verifikacija modelej programm: Model Checking* [Verification of program models: Model Checking]. Moscow: Moscow Center for Continuous Mathematical Education. (in Russian)

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ СОВРЕМЕННОЙ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

В.К. Жаров,

*доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой
фундаментальной и прикладной математики,*

*Институт информационных наук и технологий безопасности,
Российский государственный гуманитарный университет*

Адрес: 101000, г. Москва, Миусская площадь, д. 6

E-mail: valcon@mail.ru

Ю.В. Таратухина,

*кандидат филологических наук, доцент кафедры инноваций и бизнеса
в сфере информационных технологий, факультет бизнес-информатики,*

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Адрес: 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20

E-mail: jtaratuhina@hse.ru

Работа посвящена основным особенностям функционирования информационно-образовательной среды современной высшей школы. В настоящее время образование становится все более открытым и доступным, не замыкающимся в рамках стран и государств. При этом одной из главных становится проблема образовательной коммуникации разных культурных групп в электронных образовательных средах (ЭОС). Переход ряда образовательных процессов в онлайн-формат позволяет сделать образовательный процесс не только независимым от территориальных параметров, но и гибким с точки зрения графика обучения. Однако студенты, принадлежащие к разным культурным группам, не всегда воспринимают процесс обучения одинаково: они имеют различные модели мира, стратегии работы с информацией, типы образовательного дискурса и т.д. В статье обозначены некоторые формальные представления процесса обучения и его реализации в информационно-педагогических средах (ИПС).

В работе образовательная коммуникация в ЭОС описывается как область взаимодействия микро-, макро- и культурной среды, а принцип структурирования учебного контента в ЭОС представляется в контексте взаимодействия культур. Предполагается, что контент в ИОС будет выводиться в соответствии с правилами, адаптированными под культурно-когнитивную специфику учащегося. В дальнейшем в качестве практического результата планируется предложить методику выстраивания индивидуальной образовательной траектории обучающегося в поликультурном образовательном пространстве.

В качестве основных инструментов исследования современной образовательной среды использованы модальная классификация культурных сред (Д.Б. Зильберман), минимальные словари (Б. Рассел) и моделирование деятельности учащегося.

Ключевые слова: информационно-педагогическая среда, электронная образовательная среда, индивидуальная образовательная траектория.

Введение

В настоящей работе мы рассматриваем процесс обучения как коммуникативный процесс, заключающийся в передаче информации от адресанта к адресату с учетом контекста образовательного пространства. Специфичность данного процесса состоит в том, что конечная цель образовательной коммуникации состоит не просто в донесении информации, а в формировании у адресата некоторой системы знаний, умений и навыков. Назовем эту задачу классическим элементом информационно-педагогической среды (ИПС). Технология передачи информации в современной школе изменилась, коммуникационные возможности в обучающем процессе теперь зависят не только от двух участников, «ученика» и «учителя», но и во многом — от информационно-коммуникационных средств. Нельзя не отметить, что в современном образовательном процессе статус «ученика» изменился, изменилась и регламентация образовательной коммуникации. Новая модальность процесса обучения заключается именно в оценке со стороны субъекта обучения информационного образовательного потока и поиска в нем наиболее полезной информации для решения личностных образовательных задач. В формирующихся информационных потоках статус «учителя» (лектор, преподаватель, ведущий семинарские занятия) также изменился. Изменение, прежде всего, заключается в характере форм управления потоком информации (внешняя задача) и актуализации информационного потока в процессе собственных обучающих мероприятий (внутренняя задача). Необходимо совершенно точно понимать, что процесс постановки задач обучения с изменением статуса обучающегося должен переходить от пассивной формы к активной: обучающийся получает возможность сам корректировать свой процесс обучения.

1. Информационно-педагогическая среда как отражение коммуникативного пространства культуры

Определим информационно-педагогическую среду (ИПС) как окружающие человека физическое и социальное пространства, в которых происходит непрерывающийся обмен сообщениями. Данные

пространства определяют характер взаимодействия в процессе обучения и связанную с этим процессом зону непосредственной активности индивида, зоны его ближайшего развития и действия [3].

ИПС аккумулирует в себе все национальные особенности культуры и в целом может рассматриваться как макросреда, а в конкретном смысле — как непосредственное социальное окружение, как микросреда. Принципы воспитания индуцируются культурой в процесс обучения, а основные характеристики культуры обучения, в свою очередь, отражаются в ИПС. Если рассматривать ИПС в историческом срезе, то ее изучение приводит к модели отраженного формирования знаний, например, в тезаурусах или атомарных словарях. Отметим, что ИПС — это искусственная (абстрактная) среда, в которой все формы обучения и воспитания отражены в материальных и культурных носителях. Поэтому примерно с начала текущего столетия применение данных систем в локальные сети привело к понятию «электронно-образовательная система», которое стало основой электронно-образовательной среды (ЭОС). По-нашему мнению, ЭОС является подмножеством образовательного пространства¹ (ОП), следовательно, когда ставится задача об исследовании алгоритмов передачи знаний в естественном процессе обучения той или иной культуры (т.е. обучение в однородной для индивида среде), возникает проблема обнаружения характеристик конкретно выделенной культуры. А это, в свою очередь, требует фальсификации культурологического опыта обработки и хранения информации. Отсюда следует, что исследование дидактик современных высшей и средней школ, их основных свойств, а также методов, принципов и трансформаций, связанных с изменениями макро- и микросред существования индивидуума, является актуальной задачей. Все это, очевидно, связано с взаимодействием изучаемой культуры (ареала носителей однородной культуры) и электронно-образовательной среды.

Современное образовательное пространство представляет собой сосуществование «оффлайн» и «онлайн» структур и их взаимодействие не только в монокультурном, но и в поликультурном формате. Благодаря развитию информационных технологий, существенно повысилась коммуни-

¹ О понятии «Образовательного пространства» следует отдельно изложить нашу точку зрения, однако в рамках данной статьи, мы ограничимся только гипотезой о том, что ОП, потерявшее свойство динамичности становится ИПС. Здесь мы изложим близкую нам точку зрения на структуру ОП с тем, чтобы точно очертить отражающую его ИПС.

кативная эффективность участников всех образовательных процессов, упростился доступ к мировым образовательным информационным ресурсам, стало больше возможностей удовлетворить потребности человека в образовательных информационных продуктах и услугах. Безусловно, это не могло не сказаться на появлении новых форм педагогического взаимодействия и продуктивной трансформации старых. Технологии дистанционного обучения позволяют придать образовательному процессу черты гибкости, адаптивности, интерактивности, доступности. Безусловно, дистанционное обучение позволяет говорить о возникновении новых форм и моделей обучения в современном образовательном пространстве. Более того, появилась возможность создания «умных образовательных сред». Технологии также позволяют создавать принципиально новые методы обучения. А.А. Веряев [2] отмечает, что важными характеристиками современного образования можно назвать открытость, виртуализацию и децентрализацию. Благодаря этому появляется возможность выстраивания индивидуальной образовательной траектории в соответствии с компетентностным подходом: комбинировать учебный контент и подбирать методы формирования компетенций в каждом конкретном случае. Меняются и становятся более разнообразными виды образовательного контента: прослеживается тенденция перехода от статичного контента к интерактивному. Образовательный контент по большей части становится открытым. Все это отражается и на методике преподавания, отношениях преподавателя и учеников, происходит частичная, а иногда и полная трансформация традиционных моделей. Речь идет уже не столько о технологиях, сколько о новой философии образования. По словам В.П. Тихомирова и Н.В. Тихомировой [7], «smart education» («умное образование») – это принципиально новая образовательная среда, объединяющая знания, студентов и преподавателей со всего мира. В основе данной концепции лежит идея адаптации образовательного контента под индивидуальные нужды обучающегося. В целом современное образовательное пространство представляет собой некое полифоничное образование, в основе которого лежит диалог культур, кросс-культурное «взаимопроникновение». Специфической особенностью современной социокультурной ситуации в образовательном пространстве становится присвоение новым информационным технологиям некоей определяющей знаковой функции построения новой образовательной среды.

2. Некоторые формальные представления процесса обучения и его реализации в ИПС

Таким образом, в процессе обучения участвуют культурные особенности восприятия знания индивидуумом, его культурная ориентация (обученность), специфика обработки информации (психофизические особенности личности). Контакты с различными микросредами и макросредами с первых лет жизни индивида в совокупности создают его опыт деятельности в ОП и ИПС.

Предположим, что $E[t]$ – ОП (образовательное пространство) с зависимостью от времени. Вообще говоря, в различные моменты времени оно может различаться, т.е. оно обладает динамическим свойством. Также ОП можно считать некоторым информационным пространством $J[t]$ [3]. Пусть вектор $X^t = (x'_1, x'_2, \dots, x'_k)$ – вектор состояния психофизических свойств индивидуума в момент времени t , принадлежащий пространству $J[t]$, и путь $F(X^t)$ – возможная деятельность индивидуума в рассматриваемый момент. В таком случае функционал

$$I[F(T_1)] = \int_0^{T_1} F(X^t) dt$$

есть результат деятельности индивидуума в промежуток времени $[0, T]$, а значение функционала на промежутке есть ее оценочный результат, выражающийся некоторым числом. Если с помощью каких-либо контрольно-измерительных мероприятий (например, проведения контрольных работ в течение семестра) можно представить учебную деятельность в виде числа, то опыт такой деятельности будет представлен в виде

$$\sum_{k=0}^l I[F(T_k)],$$

где l – количество исследуемых промежутков накопления опыта (в нашем случае – обучения), а k – конкретный промежуток. Понятно, что контрольно-измерительными мероприятиями могут быть как тесты любой природы, так и контрольные любой сложности. Также ясно, что в зависимости от состояния индивидуума, $F(X)$ представляет процессы интериоризации и экстериоризации, которые и определяют деятельность (функциональность) индивидуума. При этом значения функционала также могут отражать и осознанность деятельности: это результаты контрольно-измерительных мероприятий, выра-

женные в баллах, но не всегда отражающие качество знаний. Однако, с помощью этих же значений можно показать и недостаточность процесса осознания предложенной учебной информации. Последнее является чрезвычайно важной информацией для педагога, выстраивающего эффективную образовательную деятельность учащегося (индивидуальную траекторию обучения). Она также важна и для управления обратной связью в процессе обучения и прогнозирования возможных у индивидуума затруднений (рис. 1).

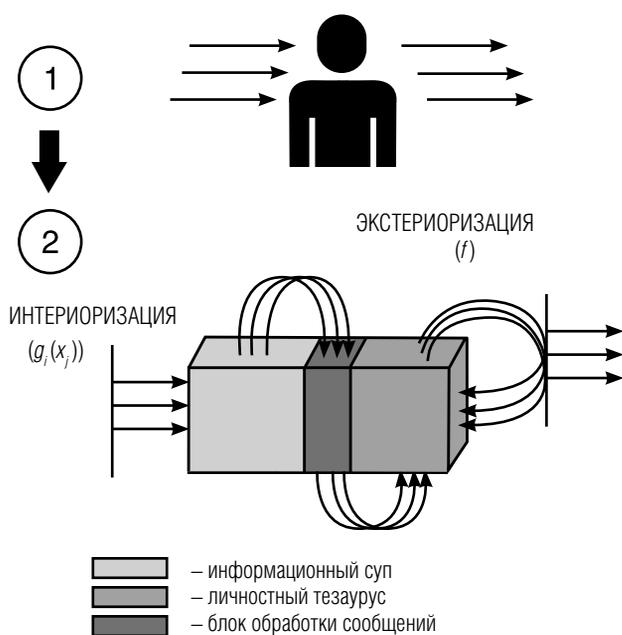


Рис. 1. Процессы интериоризации и экстериоризации, определяющие функциональность индивидуума

Если микросреду обучения (равно как и отраженного знания в ИПС) индивидуума представить в виде некоторого лексикона, состоящего из совокупности минимальных словарей и каждый минимальный словарь изучаемой учебной дисциплины считать идеальным тезаурусом, то можно сформировать алгоритмы обучения расширяющихся лексиконов индивидуума до «предельного» перехода к идеальному тезаурусу². «Правило вывода» новых возникающих понятий, входящих в словари, может быть реализовано как через «искусство (мастерство) методики преподавания», так и через строго формально организованное правило вывода научного знания. Право выбора методики остается за преподавателем и учащимся.

Таким образом, средовое взаимодействие для достижения целей обучения является вполне контролируемым, прогнозируемым фактором, существенно влияющим на процесс обучения в современных школах (как высшей, так и средней). При этом понятия сопротивление среды, удельное сопротивление, плотности и диффузии среды становятся существенными характеристиками исследования самого ОП. Современное развитие образования таково, что многое из того, что ранее являлось только искусством преподавателя, в настоящее время дополняется еще и техническими средствами обучения. Это означает, что функция «рекомендующего» занимает одно из первых мест в преподавательской деятельности. С одной стороны, последнее не отменяет необходимость знать возникающую таким образом среду, что, в свою очередь, требует представления ее понятий в оформленном теоретическом виде. Но с другой стороны процесса обучения в складывающейся современной обучающей среде существует «потребитель», в котором отражаются учебно-программные знания, необходимые для достижения целей индивидуума. Таким образом, получается, что интерес представляет процесс феноменации понятий в среде (микросреде) индивидуума, как «проявление» содержательности учебных понятий для индивидуума. В этой связи представляют интерес ответы на вопросы, каким образом из предпонятий в рассматриваемой области знания (множество информем, неосознанных понятий) формируются строгие понятия, как влияет плотность информационной среды на накопление опыта обучения, может ли индивид как субъект обучения самостоятельно ставить перед собой проблемы и как следствие цели обучения и как измерить эффективность этого и, собственно, состоит ли проблема лишь в том, чтобы был освоен язык и правила вывода и поведения в среде. Опыт исследования в поисках ответов на поставленные вопросы был получен в исследованиях математических трактатов средневековой и древней китайской математики, и отражен в работе [3]. Он и был использован в данном исследовании.

В дальнейшем мы планируем представить структуру ЭОС в контексте проникновения культур. Как было отмечено ранее, образовательное пространство естественным образом вложено в информа-

² Идеальный тезаурус – условное обозначение всех понятий данной дисциплины изучаемой студентом на данный момент времени (семестр, учебный год).

ционное пространство, что дает возможность использовать в исследованиях по феноменологии образовательной среды модальную методологию: каждое из понятий может быть либо следствием какого-то вывода, либо атомарным понятием. Весь спектр атомарных понятий одной какой-либо учебной дисциплины образует основную часть атомарного словаря данной дисциплины. Ясно, что каждой дисциплине соответствует свой атомарный словарь, но также ясно, что словари различных учебных дисциплин могут иметь пересечения.

Каждый научный результат, сформулированный в лексиконе, иначе говоря, в совокупном тезаурусе, входит в информационную базу знаний. Его экспозиция в микросреде индивидуума (напомним, что это личностная среда) имеет адаптивную форму, иначе транслирована (интериоризирована) в привычной для индивида форме. Этот процесс трансляции и есть составляющая понимания. Возможно, такое отображение и есть мыслительный процесс, а определение места понятого в информационном пространстве и составляет часть процесса осознания изучаемого научного факта. Если эту модель отображений перевести в плоскость языка, то возникновение понятия информем вполне объяснимо. Следовательно, вербализация микросреды и макросреды является ничем иным, как описанием зон активности индивидуума. Здесь просматривается некоторая аналогия с трактовкой восприятия языковой среды по К.Бюлеру [1]. Осознание есть способ языкового подражания, иначе говоря, перевод подражания (действия, поведения, эмоционального состояния и т.д.) в опыт речевого общения, трансляции, позволяющего индивидууму фиксировать знаки коммуникации.

Таким образом, возникшие в последние 20 лет среды, трансформированные технологически в семиотические и логико-семантические коммуникационные поля, полностью отразились в электронных средах (как глобальных, так и локальных сетях). Образовательная электронная среда является частью глобальной электронной среды. Отличия национальных образовательных сред в чистом виде выражается исключительно в языках представителей данных среды как носителей культуры. В настоящее время мы не можем не отметить, что язык электронной среды унифицируется, следовательно, границы сред «размываются». Язык естественный, как средство общения внутри некоторой географической области функционирует как

средство защиты культуры. И если в целях обучения имеется задача изучения иной культуры или науки, то вполне достаточно использовать полиорганонную систему взаимодействия с инокультурной средой.

3. Структурирование учебного контента в ЭОС в контексте взаимодействия культур

Учебный контент в ЭОС можно представить в виде базы знаний. Отсюда следует, что представив в виде алфавита набор некоторых характерных элементов изучаемой среды и предложив студенту создавать «свою» псевдоинфокультуру, реально отражающую выбранные преподавателем характерные элементы с идеями коррекции правил вывода, мы получаем продуктивные учебные задания. В тоже время сложившаяся база знаний отражает одну из возможных функциональных сред, содержащихся в ИПС, что позволяет создавать новые учебные конструкции.

Поскольку традиционность предполагает владение учебным языком и умением достигать когнитивных целей обучения, то в процессе решения учебных задач студенту приходится переходить к различным областям знаний, словарям и т.п. Очевидно, учебный язык в рафинированном виде является составной частью языка обучения на первых этапах обучения как в учебном заведении вообще, так и в подразделениях, обучающих иностранных студентов в частности. Также вполне очевидно, что информационно-педагогическая среда (ИПС) содержит предметную часть обучения будущего специалиста и в ней учебный язык является моделью формируемого профессионального языка. Таким образом, учебный язык – удобная форма представления языков, необходимых для моделирования учебной деятельности, а математика – форма существования и выражения абстрактного знания, как о самой математике, так и о природе. Математика и информатика основываются в коммуникационных технологиях на универсальной знаковой системе.

Математический язык со своим алфавитом и правилами вывода наиболее полно и точно представляет форму и информационную нагрузку выражаемой мысли в учебной деятельности учащегося (как известно, цели задачи в этом виде деятельности адаптированы). И, наконец, математический язык инвариантен относительно большинства

естественных языков мира. Поэтому как модельный язык в учебной или научной деятельности этот язык предоставляет нам «благодатную почву». Кроме того, на нем сформулированы многие, если не все, прикладные пакеты программ, включая пакеты для статистической обработки данных.

Заключение

Таким образом, в дальнейшем механизм выстраивания культурно-специфичной индивидуальной образовательной траектории обучающегося в ЭОС может быть основан на адаптации контента с уче-

том специфики культурно-когнитивного профиля учащегося, объединяющего в себе когнитивный, эмоциональный и деятельностный компоненты. Культурно-когнитивный профиль учащегося мы определяем, в том числе, в соответствии с модальной методологией Д.Б. Зильбермана [4] как предрасположенность к определенному типу мышления. Предполагается, что контент в ИОС будет выводиться в соответствии с правилами вывода, адаптированными под культурно-когнитивный профиль учащегося. В дальнейших исследованиях предполагается рассмотреть вопрос эффективности ЭОС в кросс-культурном контексте. ■

Литература

1. Бюлер К. Теория языка. Репрезентативная функция языка. М.: Прогресс, 1993. 502 с.
2. Веряев А.А. Семиотический подход к образованию в информационном обществе. Барнаул: Изд-во БПТУ, 2000. 272 с.
3. 3. Жаров В.К. Развитие методов преподавания математики в Древнем Китае. М.: Янус-К, 2002. 212с.
4. 4. Зильберман Д.Б. К семиотике понимания типов культурных традиций // Народы стран Азии и Африки. 1989. № 3. С. 128-142.
5. Информационно-педагогическая среда современного вуза / В.К.Жаров и [др.]. М.: Янус-К, 2011. 266 с.
6. Рассел Б. Человеческое познание: Пер. с англ. М.: Изд-во иностранной литературы, 1957. 354 с.
7. Тихомиров В.П., Тихомирова Н.В. Smart-education: новый подход к развитию образования. [Электронный ресурс]: <http://www.elearningpro.ru/forum/topics/smart-education> (дата обращения 30.09.2013).

SPECIFICS OF AN INFORMATIONAL AND EDUCATIONAL ENVIRONMENT IN MODERN HIGHER EDUCATION

Valentine ZHAROV,

*Professor, Head of Department of Fundamental and Applied Mathematics,
Institute for Information Sciences and Security Technologies, Russian State University
for the Humanities*

Address: 6, Miusskaya square, Moscow, 125993, Russian Federation

E-mail: valcon@mail.ru

Julia TARATUKHINA,

*Associate Professor, Department of Innovation and Business in Information Technologies,
National Research University Higher School of Economics*

Address: 20, Myasnitskaya str., Moscow, 101000, Russian Federation

E-mail: jtaratuhina@hse.ru

The paper dwells on major specifics of an informational and educational environment operation in modern higher education.

At present education is becoming increasingly open and accessible, not closing in on countries and states. And one of the key emerging issues is educational communication of various cultural groups in e-learning environments (ELE). The online transformation of a number of learning processes enables not only to make a learning process independent of territorial parameters, but also to ensure its flexibility in terms of learning schedule. However students of different cultural backgrounds do not always share the same vision of the learning process: they have different world patterns, information processing strategies, types of educational discourse, etc. The article outlines several formal representations of the learning process and its implementation in informational & teaching environments (ITE).

In the paper educational communication in ELEs is referred to as a space of interacting micro-, macro-, and cultural

environments, and a principle of organizing the educational content in the ELE is presented in the context of cultures interaction. It is contemplated that ELE content will be derived according to rules, adjusted to student's cultural and cognitive specifics

We also represent a principle of organizing the educational content in IEE in the framework of different interacting cultures. We believe that the content of IEE will be derived according to the output rules, adjusted to a student's cultural and cognitive specifics. In the future, as a practical output, we intend to propose a methodology of mapping a student's individual educational trajectory in a multicultural learning environment.

Modal classification of cultural environments (David B. Zilberman), minimum dictionaries (Bertrand Russell) and simulation of student's activities have been applied as major tools to study the contemporary learning environment.

Key words: informational educational environment, on-line educational environment, individual educational trajectory.

References

1. Buler C. (1993) *Teoriya yazyka. Reprerentativnaya funktsiya yazyka* [Theory of language. Representation function of language]. Moscow: Progress. (in Russian)
2. Veryaev A. (2000) *Semioticheskiy podhod k obrazovaniyu v informatsionnom obshchestve* [Semiotic approach to education in the information society]. Barnaul: BPTU. (in Russian)
3. Zharov V.K. (2002) *Razvitiye metodov prepodavaniya matematiki v Drevnem Kitae* [Development of methods of teaching mathematics in Ancient China]. Moscow:Yanus Press. (in Russian)
4. Zilberman D. (1989) *K semiotike ponimaniya tipov kulturnykh traditsiy* [The semiotic approach to understand the types of cultural traditions]. *Peoples of Asian and African Countries*, no. 3, pp. 128-142.
5. Zharov V.K. (2011) *Informatsionno-pedagogicheskaya sreda sovremennogo vuza* [Information and educational environment of modern higher school]. Moscow:Yanus Press. (in Russian)
6. Rassel B. (1957) *Chelovecheskoe poznanie* [The human cognition]. Moscow: Foreign Literature Press. (in Russian)
7. Tikhomirov V.P., Tikhomirova N.V. *Smart education: novyi podhod k razvitiyu obrazovaniya* [Smart education: A new approach to education development]. Available at: <http://www.elearningpro.ru/forum/topics/smart-education> (accessed 30.09.2013).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕР РЕЛЕВАНТНОСТИ СТРОКА-ТЕКСТ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РУБРИКАЦИИ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ

Е.Л. Черняк,

аспирант кафедры анализа данных и искусственного интеллекта, отделение прикладной математики и информатики, факультет бизнес-информатики, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Адрес: 101000, г. Москва, Мясницкая ул., 20

E-mail: echernyak@hse.ru

Б.Г. Миркин,

доктор технических наук, профессор кафедры анализа данных и искусственного интеллекта, отделение прикладной математики и информатики, факультет бизнес-информатики, Национальный исследовательский университет

«Высшая школа экономики»

Адрес: 101000, г. Москва, Мясницкая ул., 20

E-mail: bmirkin@hse.ru

В большинстве задач семантического анализа текстовых материалов возникает потребность в использовании мер релевантности строка-текст. К таким задачам относится и задача рубрикации научных статей. Как правило, научные статьи индексируются согласно системе рубрик, заданной таксономией – иерархической структурой рубрик (или понятий). Например, в научных журналах международной Ассоциации вычислительной техники (ACM), наиболее авторитетной в области информатики организации, статьи проиндексированы их авторами с использованием специально разработанной многоуровневой таксономии ACM CCS. В работе исследуется возможность автоматизации рубрикации научных статей с использованием мер релевантности строка-текст: в качестве строк используются темы таксономии, а в качестве текстов – непосредственно тексты научных статей или некоторые их фрагменты. Мера релевантности строка-текст ставит им в соответствие некоторое число, которое может интерпретироваться по-разному в зависимости от используемой модели релевантности. Чем больше значение показателя релевантности, тем сильнее связь между строкой и текстом.

В статье проведено экспериментальное сравнение различных мер релевантности строка-текст для автоматизации рубрикации научных статей. В эксперименте участвуют три меры: (а) косинусная мера релевантности, основанная на традиционном кодировании текстов с использованием $tf-idf$ весов термов, (б) популярная характеристика вероятности порождения термов $BM25$ и (в) предложенная авторами характеристика условной вероятности символа в фрагментах, выделенных с использованием аннотированного суффиксного дерева, СУВСС. Для эксперимента использованы аннотации статей, опубликованных в журналах ACM, и таксономия ACM CCS 2012. В результате применения каждой из этих трёх мер получаются автоматические рубрикации статей – списки таксономических тем, упорядоченных по убыванию оценки релевантности данной статье. Оценка качества полученных результатов осуществляется с помощью сравнения автоматической рубрикации с авторской: чем выше в соответствующем списке авторская тема, тем точнее получившаяся рубрикация. Точность рубрикации оценивается с помощью популярных мер MAP и $nDCG$, а также меры, характеризующей количество вхождений авторских тем в топ списка, предложенной в данной работе. Проведённые нами эксперименты показывают, что использование СУВСС существенно повышает точность рубрикации по сравнению с другими двумя мерами релевантности.

Ключевые слова: меры релевантности строка-текст, аннотированные суффиксные деревья, рубрикация текстов, мера качества рубрикации.

1. Введение

Разработка надёжных средств автоматизации семантического анализа текстовых материалов является одной из самых насущных задач информатики. Уровень актуальности этой проблемы не может быть переоценён из-за взрывного накопления текстовых документов в Интернете. В частности, внимание многих исследователей привлекает проблема категоризации или классификации текстовых документов: для заданной коллекции текстовых документов и заданного множества категорий, представленных текстовыми метками, требуется каждому документу приписать релевантные ему категории. Эта проблема является основой таких важных направлений информатики как извлечение/поиск информации [1], каталогизация документов [2], аннотирование текстов [3] и пр. Имеются два основных подхода к её решению: обучение с учителем, когда алгоритм «обучается» задаваемым «учителем» категориям, и самообучение, когда алгоритм сам определяет, какие категории релевантны данному тексту. Первоначально речь шла о том, чтобы каждому тексту приписывалась единственная категория. В последнее время всё чаще допускается многоаспектная категоризация, когда один и тот же документ может сопровождаться многими категориями (multi-label classification). В частности, нас интересует проблема рубрикации документов, таких как научные публикации, в системе рубрик, заданных таксономией соответствующей области знания или технологии. Например, публикации в сфере информатики и вычислительных процессов могут индексироваться рубриками так называемой Computing Classification System [4] – многоуровневой таксономии, разработанной международной Ассоциацией вычислительной техники (Association for Computing Machinery (ACM)) [5]. Мы будем обозначать эту таксономию через ACM CCS. Как и многие другие классификации, она представляет собой иерархическую систему, в которой каждая рубрика является частью более общей концепции и сама, в свою очередь, делится на более конкретные части. Например, согласно ACM CCS, «майнинг данных» – это часть «приложений информационных систем», в свою очередь содержащая такие части как «кластерный анализ» и «ассоциативные правила». В работе [6] приводятся обзор и результаты экспериментального сравнения методов многоаспектной категоризации с учителем для ситуаций, в которых категории образуют иерархическую систему, а в работе [7] подобный ме-

тод предлагается применительно непосредственно к системе рубрик классификации ACM CCS.

Тематика построения систем рубрикации в режиме самообучения практически не привлекала исследователей, вероятно, потому, что не существовало адекватного аппарата. Вообще, задачи анализа данных и текстов в режиме самообучения пока решаются с значительно более низкими уровнями точности, чем аналогичные задачи в режиме обучения с учителем (см., например, [8-10]). Данная работа посвящена исследованию возможности использования популярного в анализе текстов инструмента – мер релевантности строка-текст – для рубрикации документов в режиме самообучения. Использование мер релевантности строк и текстов в различных задачах обработки текстов насчитывает относительно долгую историю (см., например, [11-13]) и включает довольно развитый математический аппарат вероятностного моделирования применительно к проблематике извлечения информации ([11], [14]). Особенность данного подхода состоит в том, что используются только символьные последовательности и частоты их фрагментов, т.е. отсутствует какая-либо привязка к синтаксису, грамматике и семантике языка, на котором написаны тексты. С одной стороны, это определённое преимущество, так как методы, основанные на мерах релевантности, не зависят от особенностей языка и, следовательно, универсальны. С другой стороны, взятые как есть, они не могут учесть такие особенности естественного языка как наличие и использование синонимов, не говоря уже об особенностях структуры предложений.

Мы рассматриваем три основных подхода к измерению релевантности строка-текст, разработанные в международной литературе: (1) подход, основанный на векторном представлении текстов, идущий от самых ранних работ в области информационного поиска [15], [16]; (2) подход, основанный на вероятностной модели текстов и их тематики [12]; (3) подход, основанный на представлении текстов аннотированными суффиксными деревьями ([12], [17]). Мы дополняем этот последний подход оригинальной мерой релевантности, идея которой была сформулирована и описана нами в работе [13]. Эта мера отличается от других мер релевантности тем, что имеет чёткий операциональный смысл – суммарной условной вероятности символа в «совпадении», в сокращённой форме, СУВСС. Цель данной статьи – подвергнуть эти меры экспериментальному сравнению в проблеме рубрикации.

Работа структурирована следующим образом. В разделе 2 мы приводим определения рассматриваемых мер релевантности строка-текст. В разделе 3 рассматриваются наиболее популярные способы предобработки текстов. Раздел 4 посвящён описанию структуры проводимых экспериментов в разрезе трёх составляющих: (а) состав данных для обработки, (б) список используемых мер релевантности, (в) способы оценки результатов. Раздел 5 представляет результаты экспериментов. Раздел 6 включает работу; в нём подытоживаются полученные результаты и формулируются направления дальнейшей работы.

Исследование осуществлено в рамках Научно-учебной группы «Методы визуализации и анализа текстов» Научного фонда НИУ ВШЭ (2011-2013 гг.). Авторы также выражают благодарность Академической программе за частичную поддержку работы, проделанной нами в рамках Международной научно-учебной лаборатории анализа и выбора решений и Научно-учебной лаборатории интеллектуальных систем и структурного анализа НИУ ВШЭ. Мы благодарны рецензенту за замечания, учтённые в процессе доработки статьи.

2. Меры релевантности

«Мы рассматриваем три основных способа представления текстов - в данном случае аннотаций статей (abstracts):» векторную модель, вероятностную модель и аннотированное суффиксное дерево АСД.

2.1. Векторная модель

Согласно векторной модели [15], текстовый документ представляется множеством слов (или каких-нибудь других элементов документа), причём каждому слову соответствует своя координата векторного пространства. В качестве значения обычно используется величина так называемой *tf-idf* кодировки, равная количеству вхождений слова в документ, делённому на логарифм относительного количества документов, содержащих это слово [15].

$$\text{Пусть } w_{ia} = tf_i \cdot df = tf_i \cdot \log \frac{|A|}{n(t_i) + 1},$$

где tf_{ia} – частота термина f_i в аннотации a , $n(t_i)$ – число аннотаций, содержащих терм f_i , $|A|$ – общее число аннотаций. Пусть w_{ia} , w_{iq} – веса термина f_i в аннотации (*abstract*) $a \in A$ и таксономической теме (*topic*) q . Сходство между таксономической темой и аннотацией определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \text{relevance}(\text{topic}, \text{abstract}) &= \cos(\vec{q}, \vec{a}) = \frac{\vec{q} \cdot \vec{a}}{\|\vec{q}\| \cdot \|\vec{a}\|} = \\ &= \frac{\sum_{i=1}^N w_{ia} \cdot w_{iq}}{\sqrt{\sum_{i=1}^N w_{ia}^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N w_{iq}^2}}. \end{aligned}$$

2.2. Вероятностная модель

Вероятностная мера релевантности используется, в основном, в задачах извлечения /поиска информации. Она построена в предположениях теоретической модели, согласно которой каждый текстовый документ представляется как смесь двух Пуассоновских распределений [14]. Одно из них отвечает за распределение обычных слов, другое – за распределение «элитных» слов, то есть, тех, на которых лежит основная смысловая нагрузка в разрезе рассматриваемой тематики. Ставшая очень популярной в последнее время мера релевантности BM25 придаёт больший вес «значимым» термам и меньший – «незначимым»:

$$\text{relevance}(\text{topic}, \text{abstract}) = \sum_{i=1}^N \text{IDF}(t_i) \frac{(k_1 + 1) tf_{ia}}{tf_{ia} + k_1 \left(1 - b + b \frac{|A|}{\text{avgdl}}\right)},$$

где *avgdl* – среднее количество слов в аннотации, a , b , k_1 – константы, равные, как правило 1.5 и 0.75, соответственно, согласно [14].

В качестве нормализующего сомножителя используется функция, имеющая смысл обратной частоты:

$$\text{IDF}(t_i) = \log \frac{|A| - n(t_i) + 0.5}{n(t_i) + 0.5},$$

где $|A|$ – общее число аннотаций, а $n(t_i)$ – число аннотаций, содержащих терм t_i .

2.3. Модель аннотированного суффиксного дерева (АСД)

Согласно модели АСД [12, 13], текстовый документ характеризуется не совокупностью слов или термов, а фрагментами – последовательностями символов в том порядке, в котором они встречаются в тексте.

Аннотированное суффиксное дерево – это структура данных, используемая для вычисления и хранения всех фрагментов текста совместно с их частотами. Она задаётся как корневое дерево, в котором каждый узел соответствует одному

символу и помечен частотой того фрагмента текста, который кодирует путь от корня до данного узла.

Чтобы ограничить глубину конструируемого АСД, мы разбиваем текст на короткие фрагменты – «строки», состоящие из двух – четырех слов. Алгоритм построения АСД, представляющий собой модификацию известных методов построения суффиксных деревьев [12], [17], описан нами в работе [13] (рис. 1).

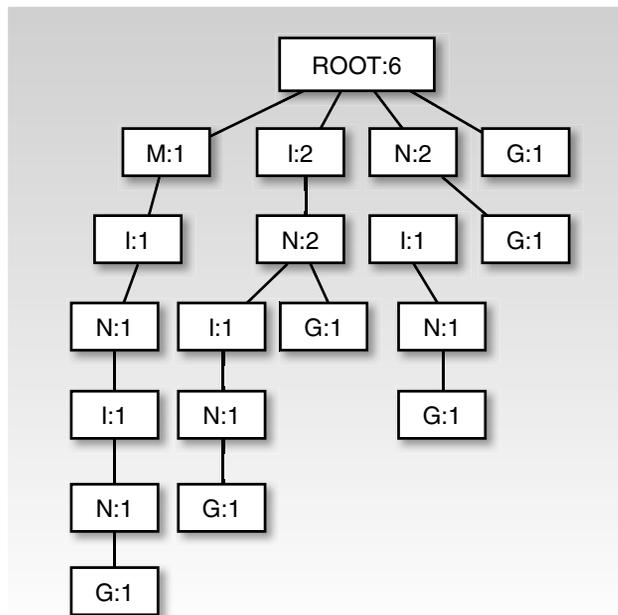


Рис. 1. Аннотированное суффиксное дерево (АСД) для строки «mining»

Оценка степени релевантности, или «присутствия» таксономической темы в данном АСД, вычисляется следующим образом:

1. Выделяются все суффиксы, т.е. конечные фрагменты, строки таксономической темы.

2. Для каждого суффикса вычисляется оценка его совпадения (match) с АСД:

$$\begin{aligned} score(match(suffix, ast)) &= \\ &= \sum_{node \in match} \varphi \left(\frac{f(node)}{f(parent(node))} \right), \end{aligned}$$

где совпадение – это путь от корня дерева, кодирующий совпадающий с ним префикс суффикса или суффикс целиком, $f(node)$ – частота, приписанная узлу АСД из совпадения, $f(parent(node))$ – частота, приписанная родителю данного узла.

3. Оценка релевантности вычисляется как среднее всех оценок, приходящееся на один символ:

$$relevance(topic, abstract) = SCORE(topic, ast) =$$

$$= \frac{\sum_{suffix} score(match(suffix, ast))}{|string| \cdot |suffix|}$$

где $|suffix|$, $|string|$ – количество символов в суффиксе и в строке.

В этой формуле $score$ – это одна из трех шкалирующих функций $\varphi(x)$, рекомендованных в [12]:

♦ линейная (linear), $\varphi(x) = x$

♦ логистическая (logit),

$$\varphi(x) = \log \log \frac{x}{1-x} = \log(x) - \log(1-x)$$

♦ квадратный корень (root), $\varphi(x) = \sqrt{x}$.

Из этих трёх только линейная, ничего не меняющая функция, имеет очевидный операциональный смысл – средней условной вероятности символа в совпадении (СУВСС); две нелинейные шкалы из [12] использованы для контроля.

Очевидно, что короткие элементы текста не могут нести особой тематической направленности. Поэтому возникает гипотеза, что вклады узлов начальных уровней АСД в оценки релевантности носят характер шума, и оценка релевантности станет более адекватной, если ее очистить от вклада узлов начальных уровней. Для проверки этой гипотезы мы обнуляли частоты узлов на первом, втором и т.д. уровнях от корня и обозначали такие способы вычисления через $\varphi.X$, где φ – вид шкалирующей функции, а X – уровень в АСД, до которого обнулялись частоты.

3. Способы представления текста

Использование векторной и вероятностных моделей предполагает представление текста в виде неупорядоченного набора термов. Под термами понимаются либо слова в исходном виде, либо некоторые значимые фрагменты слов, как правило, основы, часто называемые «стемами», либо же словарные формы (леммы) слов [2]. Кроме этих двух традиционных способов представления текста, мы рассматривали способ, согласно которому в качестве термов используются совпадения, получаемые при наложении всех ключевых словосочетаний на АСД. Конкретные способы выбора термов из множества всех слов или всех совпадений, использованные в экспериментах, представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Способы представления текста как совокупностей термов

Обозначение	Описание
words	Все вхождения слов в неизменённом виде.
stems	Стемы (основы) всех слов. Для выделения стемов использован стеммер Портера [18] из библиотеки NLTK [19].
coll3	Все совпадения, полученные наложением всех таксономических тем на АСД для текстов, в качестве строк которых взяты последовательные тройки слов.
coll3.4	Те из термов coll3, которые состоят из 4 и более букв.
coll3.5	Те из термов coll3, которые состоят из 5 и более букв.
coll3.6	Те из термов coll3, которые состоят из 6 и более букв.
coll3_long	Те термы из coll3, которые являются самыми длинными из совпадений соответствующей таксономической темы с АСД.
coll3_long.4	Те из термов coll3_long, которые состоят из 4 и более букв.
coll3_long.5	Те из термов coll3_long, которые состоят из 5 и более букв.
coll3_long.6	Те из термов coll3_long, которые состоят из 6 и более букв.

4. Постановка эксперимента

Определим три основные составляющие вычислительного эксперимента:

- (1) набор данных, на которых производится сравнение;
- (2) набор методов, участвующих в сравнении;
- (3) способ оценки качества результатов.

4.1. Выбор данных

Эксперимент проводился для коллекции данных, состоящей из трех частей: аннотаций научных статей, таксономии ACM CCS 2012, а также приписанных статьям их авторами тем из этой таксономии (см. рис. 2). Эти части кратко представлены ниже.

1. Аннотации всех научных статей, опубликованных за период с начала 2007 года по первый квартал 2013 года включительно, в следующих журналах, размещённых на портале ACM [5]:

- a. ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data (TKDD)
- b. ACM Transactions on Internet Technology (TOIT)
- c. ACM Transactions on Speech and Language Processing (TSLP).

Выбор журналов определялся профессиональными интересами авторов. Общее число аннотаций в данной коллекции – 244.

2. Таксономия ACM CCS 2012, состоящая из 2074 таксономических тем [4]. В таксономии ACM CCS 2012 6 уровней. На первом уровне располагается 13 основных разделов (см. рис. 2), на втором уровне – 90, на третьем – 547, на четвертом уровне находится большая часть листьев таксономии – 1074 тем.

3. Авторские темы, приписанные аннотации – это, как правило, 2-3 таксономические темы низших уровней таксономии, а также все темы, лежащие на пути от корня до них в дереве таксономии ACM CCS.

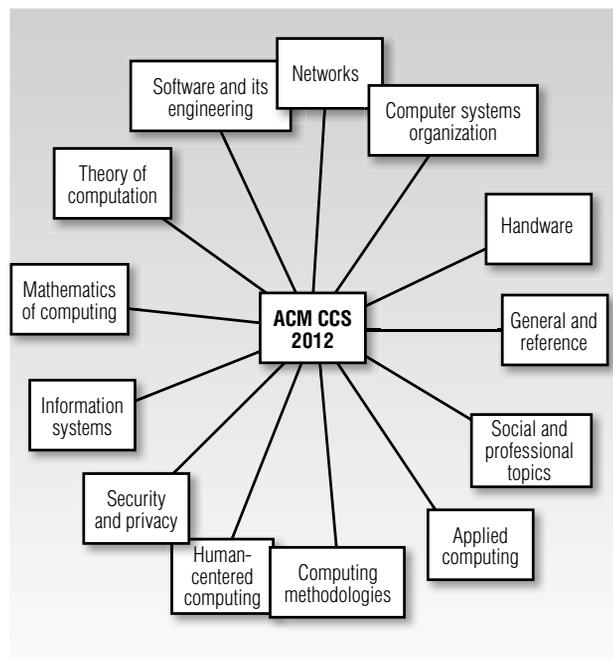


Рис. 2. Первый уровень таксономии ACM CCS 2012 [4]

Пример документа из рассматриваемого множества приведён в табл. 2.

Отметим, что авторы в своей рубрикации предпочли оттенить взаимодействие человека и компьютера, тогда как согласно аннотации, статья представляет собой скорее упражнение в применении вероятностной модели кластер-анализа для выявления сообществ. Термины «cluster» и «clustering» 6 раз участвуют в различных подразделениях таксономии ACM CCS, но никак не отражены в авторской рубрикации. Подобные нюансы интерпретации должны учитываться при оценке систем автоматической рубрикации.

Пример аннотации, участвующей в эксперименте. Статья выбрана случайно

Discovering Knowledge-Sharing Communities in Question-Answering Forums	
Mohamed Bouguessa, Shengrui Wang, Benoit Dumoulin	
ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data (TKDD), V. 5, no.1, December 2010	
<p>In this article, we define a knowledge-sharing community in a question-answering forum as a set of askers and authoritative users such that, within each community, askers exhibit more homogeneous behavior in terms of their interactions with authoritative users than elsewhere. A procedure for discovering members of such a community is devised. As a case study, we focus on Yahoo!Answers, a large and diverse online question-answering service. Our contribution is twofold. First, we propose a method for automatic identification of authoritative actors in Yahoo!Answers. To this end, we estimate and then model the authority scores of participants as a mixture of gamma distributions. The number of components in the mixture is determined using the Bayesian Information Criterion (BIC), while the parameters of each component are estimated using the Expectation-Maximization (EM) algorithm. This method allows us to automatically discriminate between authoritative and nonauthoritative users. Second, we represent the forum environment as a type of transactional data such that each transaction summarizes the interaction of an asker with a specific set of authoritative users. Then, to group askers on the basis of their interactions with authoritative users, we propose a parameter-free transaction data clustering algorithm which is based on a novel criterion function. The identified clusters correspond to the communities that we aim to discover. To evaluate the suitability of our clustering algorithm, we conduct a series of experiments on both synthetic data and public real-life data. Finally, we put our approach to work using data from Yahoo!Answers which represent users activities over one full year.</p>	
Таксономические темы ACM CCS, приписанные автором (авторские темы)	
Human-centered computing	Information systems
Human computer interaction (HCI)	Information systems applications
Interaction paradigms	Data mining
Web-based interaction	

4.2. Выбор мер релевантности

В качестве мер оценки релевантности таксономической темы и аннотации научной статьи берутся популярные меры (см. табл. 3).

Таблица 3.

Обозначения рассматриваемых мер релевантности

Обозначение	Мера релевантности
cosine	косинусная мера релевантности
okapibm25	мера релевантности BM25
ast.linear	мера СУВСС с линейной шкалирующей функцией
ast.logit	мера СУВСС с логистической шкалирующей функцией
ast.root	мера СУВСС со шкалирующей функцией в виде квадратного корня

4.3. Оценка качества результатов

Мы использовали для оценки результатов две популярные характеристики точности: MAP (Mean Average Precision) и nDCG (normalized discounted cumulative gain) [11]. Они часто используются при разработке рекомендательных систем [20], систем извлечения новостей [21], обучении ранжированию [22, 23]. Для их вычисления может использоваться следующая общая схема отбора таксономических тем:

1. Таксономические темы ранжируются по убыванию их релевантности;
2. Отбираются первые k (топ k) таксономические темы, отсекая все остальные;
3. Вычисляется оценка получившегося ранжирования.

Мера MAP может быть представлена следующим образом:

$$AveP = \frac{\sum_{k=1}^n P(k) \times rel(k)}{|relevant_topics|},$$

$$MAP = \frac{\sum_{a \in abstracts} AveP(a)}{|abstracts|},$$

где $P(k)$ – точность на уровне k в упорядоченном по убыванию меры релевантности списке таксономических тем, $rel(k)$ – бинарный показатель, принимающий значение 1, если k -тая таксономическая тема в списке является авторской, и 0 в обратном случае, $|relevant_topics|$ – число авторских таксономических тем, n – количество рассматриваемых таксономических единиц из топа списка. Здесь $AveP$ – средняя точность – рассчитывается для каждого текста рассматриваемого множества.

Мера nDCG – это отношение оценки полученного ранжирования к оценке идеального случая:

$$nDCG_k = \frac{DCG_k}{IDCG_k}, \text{ где}$$

$$DCG_k = rel(1) + \sum_{i=2}^k \frac{rel(i)}{\log_2 i} -$$

количество авторских таксономических тем среди топ k таксономических тем, нормированное на их место в ранжировании,

$$IDCG_k = rel(1) + \sum_{i=2}^{|relevant_topics|} \frac{1}{\log_2 i} -$$

значение « DCG » у идеального ранжирования. Мы выбрали $k = 15$ для MAP и $nDCG$, чего заведомо должно хватить, так как это k больше, чем количества авторских таксономических тем в нашей коллекции.

Кроме мер MAP и $nDCG$, использовалась также собственный критерий – количество публикаций, у которых авторские темы попали в топ k ранжированных таксономических тем. Будем обозначать эту меру через I_k (*Intersection at k*). Она позволяет легко

- ♦ отделить «хорошие» публикации – те, для которых удалось восстановить все или почти все авторские темы – от «трудных», для которых авторские темы находятся в конце соответствующего ранжирования, а также

- ♦ оптимальный порог отсечения k .

В принципе, меры MAP и $nDCG$ тоже позволяют устанавливать пороговые значения, но они имеют значительно менее интуитивный характер, чем пороговые значения, которые определяются мерой I_k .

5. Результаты эксперимента

Полученные ранжирования тем оценивались по 6 характеристикам релевантности: четыре значения I_k , количество попаданий авторских тем в топ k , при $k = 1, 5, 10, 15$, а также меры MAP и $nDCG$ при $k = 15$. Результаты оценки сведены в таблицы 4-6, соответствующие рассматриваемым мерам релевантности – косинусной (табл. 4), $BM25$ (табл. 5) и СУВСС (табл. 6).

Табл. 4 показывает, что косинусная мера в целом работает лучше всего на совпадениях из coll3 (полный список). Этот факт подтверждается как значениями MAP_{15} и $nDCG_{15}$, так и значением меры I_k при всех рассматриваемых k . Однако различия с результатами на словах и основах (word и stem) не так уж и значительны.

Таблица 4.

Оценка полученных при использовании различных способов предобработки текстов результатов с помощью косинусной меры релевантности

Способ предобработки Слов	Количество попаданий авторских тем в топ k				MAP_15	nDCG_15
	I_1	I_5	I_10	I_15		
Words	10	44	60	73	0.0748	0.0245
Stems	8	37	57	77	0.0788	0.0250
coll3	14	41	58	76	0.0911	0.0278
coll3.4	14	31	46	59	0.0727	0.0207
coll3.5	9	31	50	71	0.0642	0.0237
coll3.6	12	31	45	57	0.0633	0.0218
coll3_long	8	32	48	60	0.0599	0.0187
coll3_long.4	7	22	41	56	0.0570	0.0182
coll3_long.5	7	12	51	65	0.0643	0.0208
coll3_long.6	8	32	46	53	0.0444	0.0158

Таблица 5.

Оценка полученных при использовании различных способов предобработки текстов результатов с помощью меры релевантности $BM25$

Способ предобработки Слов	Количество попаданий авторских тем в топ k				MAP_15	nDCG_15
	I_1	I_5	I_10	I_15		
Words	1	14	40	52	0.0631	0.0279
Stems	7	21	30	36	0.0869	0.0259
coll3	3	15	30	46	0.0524	0.0224
coll3.4	4	13	28	45	0.0532	0.0212
coll3.5	4	16	29	46	0.0577	0.0228
coll3.6	4	17	30	43	0.0547	0.0214
coll3_long	2	12	26	37	0.0446	0.0188
coll3_long.4	3	11	27	42	0.0482	0.0199
coll3_long.5	3	14	27	46	0.0540	0.0223
coll3_long.6	3	17	28	46	0.0528	0.0217

Табл. 5 выявляет двух победителей, одного при $k = 1, 5$, а другого – при $k = 10, 15$. В первом случае побеждает использование основ (stems), как по I_k , так и по MAP_{15} . Во втором случае слова (words) – наилучшие как по СУВСС, так и $nDCG_{15}$. Вместе с тем, нельзя не отметить, что все результаты использования меры $BM25$ хуже,

Таблица 6.

Оценка полученных результатов при использовании меры релевантности, основанной на АСД, при использовании различных видов шкалирующих функций

Вид шкалирующей функции и глубина очистки	Количество попаданий авторских тем в топ k				MAP_15	nDCG_15
	L_1	L_5	L_10	L_15		
linear.0	38	75	84	102	0.3588	0.1124
linear.1	35	77	89	105	0.3550	0.1133
linear.2	35	75	88	103	0.3486	0.1120
linear.3	34	70	90	105	0.3192	0.1020
linear.4	33	68	88	105	0.3059	0.0978
root.0	39	75	88	102	0.3657	0.1125
root.1	36	77	91	104	0.3561	0.1122
root.2	34	77	89	106	0.3497	0.1126
root.3	34	72	90	105	0.3232	0.1030
root.4	32	66	88	105	0.3064	0.0983
logit.0	7	36	48	57	0.1214	0.0450
logit.1	4	18	26	33	0.0521	0.0216
logit.2	6	29	46	56	0.0780	0.0335
logit.3	8	24	42	58	0.0850	0.0348
logit.4	8	37	54	64	0.1201	0.0482

чем соответствующие результаты использования косинуса. Особенно чётко это проявляется по оценкам I_k .

Табл. 6 показывает, что, как и ожидалось, нешкалированная, т.е. линейная, СУВСС является наилучшей по всем рассматриваемым критериям, причём наилучшие результаты достигаются на первом уровне «очистки».

Сравнение таблиц 4, 5, 6 показывает, что использование меры СУВСС, основанной на методе АСД, приводит к результатам, значительно превосходящим те, которые получаются при использовании других мер. Например, использование СУВСС порождает ранжирования, в которых на первое место попадает 35-39 авторских тем, тогда как использование косинуса и BM25 приводит максимум к 14 и 7 авторским темам на первых местах, соответственно. Значения традиционных критериев, MAP_15 и nDCG_15, для ранжирований по СУВСС превышают значения, достигнутые на ранжированиях по косинусной мере и BM25, в 4-5 раз.

При этом оказалось, что только однобуквенные сегменты оказались неинформативны.

Обратим внимание на то, что оценки качества рубрикации по СУВСС, хотя и намного лучшие, чем по другим мерам, но всё же не очень высоки. Например, они почти вдвое ниже, чем те, которые были достигнуты в уже упомянутой выше работе [6], где в общем и целом точность правильной рубрикации была порядка 70% текстов. Это можно объяснить двумя факторами. Во-первых, рубрикация в [6] делалась в режиме обучения с учителем, а не самообучения; общеизвестно, что результаты первого, как правило, лучше, чем второго. Во-вторых, при рубрикации статей с учителем используются не всевозможные, а только популярные рубрики, для которых процедуры классификации работают значительно точнее, чем для непопулярных. Если же обратиться к результатам, основанным на учете всех рубрик, то они вполне сопоставимы с нашими. В этом смысле показательны результаты победителей многочисленных соревнований по классификации текстовых материалов, приведённые в [25]. Например, при рубрикации категорий известной коллекции веб-страниц DMOZ (www.dmoz.org) участники различных соревнований (с фиксированными, и не очень большими, множествами категорий) показывали уровень успешности от 5% до 50% [25].

6. Заключение

Работа посвящена проблеме автоматизации рубрикации научных статей тематическими единицами таксономии соответствующей научной области. Так как данная проблема относится к области интерпретации ментальных, а не реальных объектов, то существенное значение приобретает адекватность эмпирического материала. Разметка множества публикаций тематическими единицами какой-либо иерархической классификации – непростое и не очень понятное дело. По нашему мнению, в качестве эмпирического материала лучше брать разметку, сделанную заинтересованными специалистами, чем заинтересованными дилетантами (см., например, использование DMOZ, иерархической системы вебсайтов, разработанной добровольцами, в [6]). Именно поэтому мы выбрали статьи, опубликованные в журналах, издаваемых наиболее авторитетной организацией в области информатики, ACM, и размеченные авторами согласно ACM CCS, классификации, разработанной именно этой

организацией. В этом плане мы в какой-то мере следовали работе [7], в которой тоже использовалась ACM CCS, хотя и в значительно более ранней версии 1998 г. Однако в работе [7] выбор публикаций и их рубрик оказался в какой-то мере случайным, так что подавляющая часть отобранных документов была помечена только одной рубрикой или вообще не помечена: менее чем 10% выбранных текстов оказались пригодными для рубрикации.

Мы использовали оценку релевантности строка-документ как основной механизм автоматизации рубрикации документов строками из заранее заданного списка в режиме самообучения. Было проведено сравнение трёх различных подходов к измерению релевантности: (а) косинусная мера векторной модели, (б) популярная мера вероятности порождения рубрик в рамках вероятностной модели, (в) средняя условная вероятность символа в совпадающих частях рубрики и текста на основе модели аннотированного суффиксного дерева. Оказалось, что в задаче рубрикации предложенная нами мера (в) с большим отрывом превосходит две другие, более популярные меры. Эффективность аппарата АСД отмечалась и в других приложениях, таких как

категоризация [12]. Проверка гипотезы о том, что короткие, одно-, двух- и трех-буквенные сегменты текста не вносят полезного вклада в качество рубрикации, её подтвердила только в той части, которая относится к однобуквенным сегментам. Конечно, абсолютный уровень достигнутой точности остаётся относительно низким, что характерно и для других задач анализа текстов в режиме самообучения ([9, 10, 25, 26]).

Однако ситуация представляется не безнадёжной. Мы собираемся в будущем исследовать два пути дальнейшего развития. Первый – учёт синонимических отношений при оценке релевантности строка-текст. Второй путь связан с использованием латентного семантического анализа (LSA) [27] и/или аппарата латентных распределений Дирихле (ЛРД, LDA) [28] для вывода новых мер релевантности, основанных на многопараметрическом погружении пар строка-текст [29]. В настоящее время эти подходы используются только для рубрикации (multi-label classification) с помощью элементов самих анализируемых текстов; следует их адаптировать к задаче рубрикации текстов с помощью внешней системы рубрикации. ■

Литература

1. Сегалович И.В. Как работают поисковые системы // Мир Internet. 2002. №10.
2. Sebastiani F. Machine learning in automated text categorization // Journal of ACM Computing Surveys. 2002. Vol. 34, № 1, P.1–42.
3. Лукашевич Н.В. Тезаурусы в задачах информационного поиска. – М.: МГУ, 2011.
4. ACM Computing Classification System 2012 // [Электронный ресурс]: <http://www.acm.org/about/class/2012> (дата обращения 10.12.2013).
5. Association for Computing Machinery // [Электронный ресурс]: <http://www.acm.org/> (дата обращения 10.12.2013).
6. Ceci M., Malerba D. Classifying web documents in a hierarchy of categories: a comprehensive study // Journal of Intelligent Information Systems. 2007. Vol. 28, № 1, P. 37–78.
7. Santos A.P., Rodrigues F. Multi-label hierarchical text classification using the ACM taxonomy // Proceedings of 14th Portuguese Conference on Artificial Intelligence (EPIA-2014). Aveiro, Portugal, October 12–15, 2010. P. 553–564.
8. Maetschke S., Madhamshettiwar P., Davis M., Ragan M. Supervised, semi-supervised and unsupervised inference of gene regulatory networks // Briefings in Bioinformatics. 2013. №5. P. 150–167.
9. Xu R., Morgan A., Das A. K., Garber A. Investigation of unsupervised pattern learning techniques for bootstrap construction of a medical treatment lexicon // Proceedings of the Workshop on Current Trends in Biomedical Natural Language Processing. Stroudsburg, PA, USA, 2009. P. 63–70.
10. Grimmer J., Stewart B. M. Text as Data: The promise and pitfalls of automatic content analysis methods for political texts // Political Analysis. 2013. Vol. 21, № 3. P. 267–297.
11. Manning C.D., Raghavan P., Schütze H. An Introduction to Information Retrieval. –Cambridge: Cambridge University Press, 2008.
12. Pampapathi R., Mirkin B., Levene M. A suffix tree approach to anti-spam email filtering // Machine Learning. 2006. Vol. 65, № 1. P. 309–338.

13. Миркин Б.Г., Черняк Е.Л., Чугунова О.Н. Метод аннотированного суффиксного дерева для оценки степени вхождения строк в текстовые документы // Бизнес-информатика. 2012. № 3 (21). С. 31–41.
14. Robertson S., Zaragoza H. The probabilistic relevance framework: BM25 and beyond // Journal Foundations and Trends in Information Retrieval. 2009. Vol. 3, № 4, P. 333–389.
15. Salton G., Buckley C. Term-weighting approaches in automatic text retrieval // Information Processing and Management. 1998. Vol. 25, № 5, P. 513–523.
16. Солтон Дж. Динамические библиотечно-поисковые системы: Пер. с. англ. М.: Мир, 1979. 557 с.
17. Gusfield D. Algorithms on strings, trees and sequences: computer science and computational biology. – Cambridge: Cambridge University Press, 1997.
18. Porter M.F. An algorithm for suffix stripping // Program: electronic library and information systems. 1980. Vol. 14, № 3. P. 130–137.
19. Bird S., Klein E., Loper E. Natural Language Processing with Python – Sebastopol: O’Reilly Media Inc, 2009.
20. Cantador I., Bellogin A., Vallet D. Content-based recommendation in social tagging systems // Proceedings of the fourth ACM conference on Recommender systems (RecSys-2010). Barcelona, Spain, September 26–30, 2010. P. 237–240.
21. Gupta A., Kumaraguru P. Credibility ranking of tweets during high impact events // Proceedings of the first Workshop on Privacy and Security in Online Social Media. Lyon, France, April 17, 2012. P. 2–8.
22. Xia F., Liu T., Wang J., Zhang W., Li H. Listwise approach to learning to rank - theory and algorithm // Proceedings of the 25th International Conference on Machine Learning (ICML-2008). Helsinki, Finland, July 5–9, 2008. P. 1192–1199.
23. Duh K., Kirchhoff K. Learning to rank with partially-labeled data // Proceedings of the 31st Annual International ACM Special Interest Group of Information Retrieval Conference (SIGIR-2008). Singapore, July 20–24, 2008. P. 251–258.
24. Valizadegan H., Jin R., Zhang R., Mao J. Learning to rank by optimizing NDCG measure // Advances in Neural Information Processing Systems. 2010. Vol. 22. P. 1883–1891.
25. Агеев М.С., Добров Б.В., Лукашевич Н.В. Автоматическая рубрикация текстов: методы и проблемы // Ученые записки Казанского государственного университета, серия Физико-математические науки. 2008. Т. 150, кн. 4. С. 25–40.
26. Galitsky B., Ilvovsky D., Kuznetsov S., Strok F. Matching sets of parse trees for answering multi-sentence questions // Proceedings of the Recent Advances in Natural Language Processing (RANLP-2013), Hissar, Bulgaria, September 12–14, 2013. P. 285–294.
27. Deerwester S., Dumais S. T., Furnas G. W., Landauer T. K., Harshman R. Indexing by Latent Semantic Analysis // Journal of American society for Infomation Science. 1980. Vol. 41, №6. P. 391–407.
28. Blei D. Probabilistic topic models // Communications of the ACM. 2012. Vol. 55, №4. P. 77–84.
29. Wang Q., Xu J., Li H., Craswell N. Regularized latent semantic indexing: A new approach to large-scale topic modeling // ACM Transactions on Information Systems. 2013. Vol. 31, № 1. P. 147–156.

USING PHRASE-TO-TEXT RELEVANCE SCORE TO ANNOTATE RESEARCH PUBLICATIONS

Ekaterina CHERNYAK,

Post-Graduate Student, Department of Data Analysis and Artificial Intelligence, School of Applied Mathematics and Information Science, Faculty of Business Informatics, National Research University Higher School of Economics

Address: 20, Myasnitckaya str., Moscow, 101000, Russian Federation

E-mail: echernyak@hse.ru

Boris MIRKIN,

Professor, Department of Data Analysis and Artificial Intelligence, School of Applied Mathematics and Information Science, Faculty of Business Informatics, National Research University Higher School of Economics

Address: 20, Myasnitckaya str., Moscow, 101000, Russian Federation

E-mail: bmirkin@hse.ru

Many semantic text analysis problems employ string-to-text relevance measures. Research paper annotation problem is no exception. In general, research papers are annotated according to a system of topics, organized as a taxonomy, a hierarchy of topics (or concepts). For example the papers, published in journals of the international Association of Computing Machinery (ACM), the most influential organization in the Computer Science world, are annotated according to the Computing Classification System taxonomy (ACM CCS).

String-to-text relevance measures should be used to automate the research paper annotation procedure since taxonomy topics are strings and research papers or any of their constituents are texts. A relevance measure maps a string-text pair to a real number. The meaning of the mapping depends on the relevance model under consideration. Under any model, the higher the relevance value, the stronger the association between the string and the text.

This paper explores the use of phrase-to-text relevance measures to annotate research papers in Computer Science by key phrases taken from the ACM Computing Classification System. Three phrase-to-text relevance measures are

experimentally compared in this setting. The measures are: (a) a cosine relevance score between conventional vector space representations of the texts coded with tf-idf weighting; (b) a popular characteristic of the probability of «elite» term generation BM25; and (c) a characteristic of the symbol conditional probability averaged over matching fragments in suffix trees representing texts and phrases, CPAMF, introduced by the authors. Our experiment is conducted over a set of texts published in journals of the ACM and manually annotated by their authors using topics from the ACM CCS. Applying any of the relevance measures to an article results in a list of taxonomy topics sorted in the descending order of their relevance values. The results are evaluated by comparing these sorted lists and lists of topics assigned to articles manually. The higher a manually assigned topic is placed in a relevance based sorted list of topics, the more accurate the sorted list is. The accuracy of the computational annotations is scored by using three different scoring functions: a) MAP, b) nDCG, c) Intersection at k, where (a) and (b) are taken from the literature, and (c) is introduced by the authors. It appears, CPAMF outperforms both the cosine measure and BM25 by a wide margin over all three scoring functions.

Key words: phrase-to-text relevance, annotated suffix tree, text annotation, annotation scoring

References

1. Segalovich I.V. (2002) Kak rabotajut poiskovyje sistemy [How search engines work]. *Mir Internet*, no 10. (in Russian)
2. Sebastiani F. (2002) Machine learning in automated text categorization. *Journal of ACM Computing Surveys*, vol. 34 no 1, pp. 1–42.
3. Lukashovich N.V. (2011) *Tezaurusy v zadachah informacionnogo poiska* [Thesauri for Information Retrieval]. Moscow, MGU. (in Russian)
4. ACM Computing Classification System 2012. Available at: <http://www.acm.org/about/class/2012> (accessed 10.12.2013).
5. Association for Computing Machinery. Available at: <http://www.acm.org/about/class/2012> (accessed 10.12.2013).
6. Ceci M., Malerba D. (2007) Classifying web documents in a hierarchy of categories: a comprehensive study. *Journal of Intelligent Information Systems*, vol. 28, no 1, pp. 37–78.
7. Santos A.P., Rodrigues F. (2010) Multi-Label Hierarchical Text Classification Using the ACM Taxonomy. Proceedings of *14th Portuguese Conference on Artificial Intelligence, (Aveiro, Portugal, October 12–15)*, pp. 553–564.

8. Maetschke S., Madhamshettiwar P., Davis M., Ragan M. (2013) Supervised, semi-supervised and unsupervised inference of gene regulatory networks. *Briefings in Bioinformatics*, no 5, pp. 150–167.
9. Xu R., Morgan A., Das A.K., Garber A. (2009) Investigation of unsupervised pattern learning techniques for bootstrap construction of a medical treatment lexicon. Proceedings of *the Workshop on Current Trends in Biomedical Natural Language Processing (Stroudsburg, PA, USA)*, pp. 63–70.
10. Grimmer J., Stewart B. M. (2013) Text as Data: The Promise and Pitfalls of Automatic Content Analysis Methods for Political Texts. *Political Analysis*, vol. 21, no 3, pp. 267–297.
11. Manning C.D., Raghavan P., Schütze H. (2008) *An Introduction to Information Retrieval*, Cambridge: Cambridge University Press.
12. Pampapathi R., Mirkin B., Levene M. (2006) A suffix tree approach to anti-spam email filtering. *Machine Learning*, vol. 65, no 1, pp. 309–338.
13. Mirkin B.G., Chernyak E.L., Chugunova O.N. (2012) Metod anotirovannogo suffiksnogo dereva dlja ocenki stepeni vhozhdenija strok v tekstovye dokumenty [Annotated suffix tree method for estimating the string-to-text relevance]. *Business Informatics*, 2012, Vol. 3, no 3 (21), pp. 31–41.
14. Robertson S., Zaragoza H. (2009) The Probabilistic Relevance Framework: BM25 and Beyond. *Journal Foundations and Trends in Information Retrieval*, vol. 3, no 4, pp. 333–389.
15. Salton G., Buckley C. (1998) Term-weighting approaches in automatic text retrieval. *Information Processing and Management*, vol. 25, no 5, pp. 513–523.
16. Salton G. (1975) *Dynamic library and information processing*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, Inc.
17. Gusfield D. (1997) *Algorithms on strings, trees and sequences: computer science and computational biology*, Cambridge: Cambridge University Press.
18. Porter M.F. An algorithm for suffix stripping. *Program: electronic library and information systems*, vol. 14, no 3, pp. 130–137.
19. Bird S., Klein E., Loper E. (2009) *Natural Language Processing with Python*. Sebastopol: O'Reilly Media Inc.
20. Cantador I., Bellogin A., Vallet D. (2010) Content-based recommendation in social tagging systems. Proceedings of *the fourth ACM conference on Recommender systems (Barcelona, Spain, September 26–30)*, pp. 237–240.
21. Gupta A., Kumaraguru P. (2012) Credibility Ranking of Tweets during High Impact Events, Proceedings of *the first Workshop on Privacy and Security in Online Social Media (Lyon, France, April 17)*, pp. 2–8.
22. Xia F., Liu T., Wang J., Zhang W., Li H. (2008) Listwise approach to learning to rank - theory and algorithm. Proceedings of *the 25th International Conference on Machine Learning (Helsinki, Finland, July 5–9)*, pp. 1192–1199.
23. Duh K., Kirchhoff K. (2008) Learning to rank with partially-labeled data. Proceedings of *the 31st Annual International ACM SIGIR Conference (Singapore, July 20–24)*, pp. 251–258.
24. Valizadegan H., Jin R., Zhang R., Mao J. (2010) Learning to Rank by Optimizing NDCG Measure. *Advances in Neural Information Processing Systems*, vol. 22, pp. 1883–1891.
25. Ageev M.S., Dobrov B. V., Lukashevich N.V. (2008) Avtomaticheskaja rubrikacija tekstov: metody i problemy [Automated text annotation: methods and problems]. *Proceedings of Kazan University, Natural Science Series*, 2008, vol. 150, no 4, pp. 25–40.
26. Galitsky B., Ilvovsky D., Kuznetsov S., Strok F. (2013) Matching sets of parse trees for answering multi-sentence questions. *Proceedings of the Recent Advances in Natural Language Processing (Hissar, Bulgaria, September 12–14)*, pp. 285–294.
27. Deerwester S., Dumais S. T., Furnas G. W., Landauer T. K., Harshman R. (1990) Indexing by Latent Semantic Analysis. *Journal of American society for Information Science*, vol. 41, no 6, pp. 391–407.
28. Blei D. (2012) Probabilistic topic models. *Communications of the ACM*, vol. 55, no 4, pp. 77–84.
29. Wang Q., Xu J., Li H., Craswell N. (2013) Regularized latent semantic indexing: A new approach to large-scale topic modeling. *ACM Transactions on Information Systems*, vol. 31, no 1, pp. 147–156.

ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ВЕДУЩИХ РОССИЙСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ

В.П. Корф,

аспирант, кафедра информационных систем в экономике, экономический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет

Адрес: 191123, г. Санкт-Петербург, ул. Чайковского, д. 62

E-mail: vasilykorf@gmail.com

Статья посвящена анализу конкурентоспособности ведущих российских университетов. 7 мая 2012 года Президентом Российской Федерации был издан указ №599 «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки», который предполагает развитие ведущих университетов и повышение их конкурентоспособности среди ведущих мировых вузов. Автор приводит результаты эксперимента по оценке конкурентоспособности российских вузов с применением метода главных компонент.

Оценка конкурентоспособности требуется для самых разнообразных операций, проектов и процессов. Метод главных компонент помогает решить проблему разнородности и несоизмеримости показателей для оценки конкурентоспособности, позволяет выделить ведущие факторы вариации исследуемых случайных величин и уменьшить размерность данных.

Исходные данные для оценки конкурентоспособности вузов агрегированы с официальных сайтов ВУЗов, из контрольных цифр приема, результатов ЕГЭ, базы данных резюме, документов Министерства образования и науки РФ. Использовано 14 индикаторов, которые характеризуют ВУЗы с точки зрения абитуриентов (входные критерии) и выпускников (выходные критерии).

Приведенные результаты исследования наглядно показывают зависимость между выбранными индикаторами и конкурентоспособностью вузов. Таким образом, высокие значения входных показателей обычно связаны с высокими значениями выходных показателей, но они не гарантируют высокий показатель конкурентоспособности ВУЗа. Высокие требования к абитуриентам не гарантируют высокого уровня подготовки выпускников и их релевантного трудоустройства.

Ключевые слова: рейтинг, высшее образование, эффективность, конкурентоспособность университетов, финансирование образования, глобализация высшего образования, метод главных компонент.

1. Введение

На сегодняшний день мы становимся свидетелями трансформации представления о постиндустриальном обществе в стране, видения его как общества, основанного на экономике знаний [1]. Основным продуктом экономики знаний — интеллектуальный капитал, который, прежде всего, формируется на образовательной почве, в процессе усвоения знаний учащимися и студентами.

В мае 2012 года Президентом России была поставлена задача: к 2020 году не менее пяти российских ВУЗов должны войти в первую сотню мировых университетских рейтингов. Для обеспечения качественного прорыва в области повышения конкурентоспособности ведущих российских университетов постановлением Правительства Российской Федерации от 16 марта 2013 г. №211 был запущен проект с рабочим названием «5-100». В начале мая 2013 года был объявлен конкурс на предоставление государственной поддержки ведущим российским университетам в целях повышения их конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров, и в начале июля названы ВУЗы-победители. Всего было подано 54 заявки на участие в открытом конкурсе от ВУЗов из 7 федеральных округов и 25 субъектов РФ.

Поставленные задачи для Правительства РФ являются актуальными и амбициозными, хотя и трудновыполнимыми. В настоящее время в Шанхайском рейтинге представлено только два российский университета (МГУ им. М.В.Ломоносова и СПбГУ). Следует отметить, что позиции российский университетов в данном рейтинге имеют негативную динамику, например, СПбГУ в 2011 г. занимал место в четвертой сотне, а в 2012 г. — уже в пятой.

Можно выделить ряд базовых характеристик, которые отличают университеты мирового класса от обычных: высокая квалификация профессорско-преподавательского состава, высокие показатели научно-исследовательской работы, качественное обучение, большой объем финансирования из государственных и частных источников, талантливые студенты, наличие обучающихся из-за рубежа, академическая свобода, четкое распределение функций и автономность управленческих структур, гибкость в принятии решений, превосходно оборудованные помещения для обучения [2].

Университеты мирового класса — это учебные заведения, которые вносят значительный вклад в развитие и распространение знаний благодаря проведению опережающих научных исследований и преподаванию с применением наиболее инновационных программ и педагогических методов. Они рассматривают научно-исследовательскую деятельность в качестве неотъемлемого компонента учебного процесса и готовят конкурентоспособных специалистов, которые добиваются значительных успехов не только в ходе обучения, но и, что более важно, после окончания ВУЗа. Эти конкретные достижения в сочетании с признанием успехов ВУЗа международной общественностью и выводят университет на уровень университета мирового класса.

Одной из важнейших процедур при реализации любых проектов является их оценка. Основные направления оценивания любого проекта — финансовые результаты проекта, воздействие на учреждение и влияние проекта на экономику в целом [3]. Особую значимость приобретает оценка конкурентоспособности университетов. Многофункциональность системы высшего профессионального образования предопределяет необходимость трактовки социально-экономической эффективности образования с позиции разных целей, отличающихся по уровню источников их формирования, объектов целевой ориентации и внутреннему содержанию.

2. Анализ программы повышения конкурентоспособности

В российской высшей школе были разработаны и предложены несколько подходов и моделей для повышения конкурентоспособности ВУЗов и совершенствования управления и финансирования системы образования [4]. В этих условиях для каждого ВУЗа и всей высшей школы в целом особую важность приобретает вопрос о поиске и выборе пути своего развития, моделей интеграции науки и образования и механизмов формирования университетов мирового класса.

6 апреля 2013 года был утвержден Совет по повышению конкурентоспособности ведущих университетов РФ среди ведущих мировых научно-образовательных центров, в состав которого вошел Министр образования и науки РФ [5].

8 мая 2013 года было объявлено о проведении конкурса на предоставление государственной под-

держки ведущим университетам РФ в целях повышения их конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров. Основная цель – обеспечение вхождения к 2020 году не менее пяти российских университетов в первую сотню ведущих мировых университетов [6]. Всего на участие в конкурсном отборе было подано 54 заявки от российских ВУЗов, а к участию в конкурсе были допущены заявки 36 ВУЗов.

8 июля 2013 года было выбрано 15 ВУЗов, которым, начиная с 2013 года, предоставляются соответствующие субсидии. В 2013 году общий бюджет проекта по повышению конкурентоспособности ведущих российских университетов составил 9 млрд. рублей.

Одной из основных причин, побудивших реформировать высшее образование, явилась слабая экономическая окупаемость различных институтов высшего образования [7]. Процесс реформирования весьма активно продолжается и в настоящее время. Актуальным представляется вопрос об оценке конкурентоспособности федеральных государственных образовательных учреждений высшего профессионального образования.

С государственных позиций критерии экономической и социальной эффективности призваны отражать взаимосвязь образования и образовательного уровня с наращиванием интеллектуально-образовательного потенциала страны, ее национального богатства, валового внутреннего продукта, доходов федерального и региональных бюджетов [8].

Бюджетное финансирование такой сложной, многофункциональной и многоцелевой системы, как система высшего профессионального образования, осуществляется не вполне рационально и не всегда соответствует основному принципу бюджетного финансирования, который состоит в предоставлении бюджетных средств при обеспечении наибольшей результативности их использования, что требует формирования новых механизмов финансирования, а следовательно, и изменения механизмов использования финансовых ресурсов высшими учебными заведениями [9].

3. Зарубежный опыт

Схожие меры были реализованы в Европе. В январе 2004 г. Федеральное Министерство образования и научных исследований Германии объявило национальный конкурс для отбора 10

университетов, имеющих потенциальные возможности для трансформации в элитные ВУЗы. Дополнительное финансирование предполагалось выделять по трем целевым каналам: ВУЗам, нацеленным на достижение статуса элитных; центрам превосходства, получившим международное признание, и высшим школам по подготовке магистров, направленных на повышение качества отдельных программ.

В первую очередь, пришлось преодолеть некоторое сопротивление со стороны земель, ревностно оберегавших свои традиционные полномочия в сфере финансирования высшей школы, однако впоследствии был достигнут компромисс и учреждена совместная комиссия, в которую вошли представители Германского исследовательского фонда и Научного совета Германии.

В январе 2006 г. комиссия отобрала 10 университетов из 27 участников конкурса, 41 из представленных 157 предложений по созданию центров превосходства и 39 высших школ по подготовке магистров из 135 подавших заявления. Большинство отобранных университетов (7 из 10) расположены в двух землях (Баден-Вюртемберг и Бавария), при этом только 10% из победивших в конкурсе центров превосходства специализируются в области гуманитарных и общественных наук. Большая часть высших школ по подготовке магистров, прошедших отбор, имеет междисциплинарную направленность.

4. Использование метода главных компонент для оценки конкурентоспособности ведущих российских университетов

Оценка конкурентоспособности федеральных государственных образовательных учреждений высшего профессионального образования с помощью производственной функции или финансового коэффициента окупаемости инвестиций достаточно проблематична из-за разнородности и недостатка данных. Существенное затруднение, возникающее при попытке количественно оценить конкурентоспособность системы высшего профессионального образования, заключается в проблеме несоизмеримости разновременных результатов и затрат. Метод главных компонент является одним из основных способов уменьшения размерности данных и помогает решить проблему разнородности и несоизмеримости показателей.

Методология ранжирования зачастую вызывает споры и еще не достигла совершенства, однако рейтинги университетов уже получили широкое распространение и вряд ли исчезнут. Рейтинги являются полезной ранжированной информацией для широкого круга заинтересованных лиц, отвечая на вопрос, что же такое «университет мирового класса». Поэтому такие рейтинги нельзя игнорировать.

ВУЗы могут использовать рейтинги для стратегического планирования и улучшения качества своих образовательных услуг, правительство может использовать рейтинги мониторинга деятельности ВУЗов, потребители рейтинговых списков могут использовать их в качестве инструмента, с помощью которого можно информировать студентов, родителей и работодателей, а также побудить общество к дискуссии по вопросам совершенствования высшего образования.

Положительную корреляцию между рейтингом университета и размером привлекаемых средств показало исследование, проведенное в 1999 г. Монксом и Эренбергом [10].

Двумя наиболее полными международными или глобальными рейтингами являются Рейтинг университетов мира, подготовленный «Таймс» при участии QS (Quacquarell: Symonds Ltd.), и Академический рейтинг университетов мира Шанхайского университета Цзяо Тун (SJTU). До настоящего времени наша страна представлена в Шанхайском рейтинге лишь двумя университетами (МГУ им. М.В.Ломоносова и СПбГУ), при этом динамика мест, занимаемых нашими ВУЗами, имеет отрицательный характер.

Объектом исследования являются российские ВУЗы. Предполагается использование метода главных компонент с 14 показателями деятельности ВУЗов, реализуемого с помощью статистического пакета R.

Метод главных компонент используют, когда надо добиться одного из следующих результатов:

- ◆ сокращение числа переменных;
- ◆ выявление структуры взаимных связей между переменными;
- ◆ построение новых обобщенных показателей;
- ◆ визуализация многомерных наблюдений.

Применение метода главных компонент для

оценки конкурентоспособности университетов предусматривает четыре этапа.

1. Сбор и стандартизация данных

Рассмотрим матрицу X с n наблюдениями и p индикаторами.

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \cdots & x_{np} \end{pmatrix} \quad (1)$$

Все переменные заданы в разных измерениях: количество студентов, балл ЕГЭ, число грантов и т.д. Стандартизируем переменные с помощью Z-шкалы:

$$z_{ij} = (x_{ij} - \bar{x}_j) / s_j, \text{ где } \bar{x}_j = \sum_{i=1}^n x_{ij} / n, \\ s_j^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{n-1}, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, p. \quad (2)$$

После стандартизации среднее значение каждого вектора будет равно нулю, а дисперсия – единице. Данное преобразование можно выполнить в пакете R автоматически с помощью функции *scale()*.

2. Ковариационная матрица

Квадратная симметрическая матрица, на диагонали которой располагаются дисперсии компонент вектора, а внедиагональные элементы – ковариациями между компонентами, строится по следующей формуле:

$$r_{ik} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n z_{ij} \cdot z_{ik}. \quad (3)$$

3. Собственный вектор и собственные значения ковариационной матрицы

Векторы главных компонент для задач о наилучшей аппроксимации и о поиске ортогональных проекций с наибольшим рассеянием – это ортонормированный набор собственных векторов эмпирической ковариационной матрицы, расположенных в порядке убывания собственных значений:

$$\varphi_g (g = 1, 2, \dots, p), \varphi_1 \geq \varphi_2 \geq \dots \geq \varphi_p \geq 0, \quad (4) \\ F_g = l_{g_1} z_1 + l_{g_2} z_2 + \dots + l_{g_p} z_p.$$

4. Критерий главных компонент

Формула (5) позволяет рассчитать модель глав-

¹ http://vid1.rian.ru/ig/ratings/Kachestvo_prophil_2012.pdf

² http://vid1.rian.ru/ig/ratings/Monitoring_zachisl.pdf

ных компонент с помощью линейно-взвешенного показателя для каждого индикатора:

$$F = \sum_{g=1}^m (\varphi_g / \sum_{g=1}^m \varphi_g) F_g. \quad (5)$$

5. Построение модели оценки конкурентоспособности

Первое, на что необходимо обратить внимание, — это входные критерии, т.е. те требования, которым должен соответствовать ВУЗ, для того чтобы принять участие в рейтинге.

Для оценки входных показателей были использованы следующие индикаторы: x_1 — средний балл зачисленных по результатам ЕГЭ в 2012 г.¹; x_2 — минимальный балл студентов, зачисленных по результатам ЕГЭ в 2012 г.; x_3 — балл самого слабого из студентов, зачисленных по результатам ЕГЭ в 2012 г.; x_4 — прозрачность сайтов государственных ВУЗов²; x_5 — количество студентов, зачисленных по конкурсу; x_6 — количество студентов, зачисленных по результатам олимпиад; x_7 — количество зачисленных льготников. Массив данных был агрегирован с данными официальных сайтов ВУЗов, контрольных цифр приема, результатов ЕГЭ, документов Минобрнауки.

Используя метод главных компонент и процедуру $prcomp()$, вычислим собственный вектор:

$$P_{in} = 0.490Zx_1 + 0.529Zx_2 + 0.451Zx_3 + 0.017Zx_4 + 0.306Zx_5 + 0.394Zx_6 + 0.160Zx_7 \quad (6)$$

6. Выходные показатели университетов

Для оценки выходных показателей были использованы следующие индикаторы: y_1 — средняя ожидаемая зарплата выпускников; y_2 — процент выпускников, имеющих опыт работы по специальности (от общего числа резюме по данному направлению); y_3 — среднегодовое число грантов РГНФ (в расчете на 100 штатных преподавателей ВУЗа)³; y_4 — среднегодовое число грантов РФФИ (в расчете на 100 штатных преподавателей ВУЗа); y_5 — число статей в базе российского индекса цитирования (в расчете на одного штатного преподавателя); y_6 — индекс цитирования статей работников ВУЗа; y_7 — число издаваемых ВУЗом журналов, входящих в Перечень ВАК.

Используя метод главных компонент и процедуру $prcomp()$, вычислим собственный вектор:

$$P_{in} = 0.065Zy_1 - 0.401Zy_2 + 0.348Zy_3 + 0.471Zy_4 + 0.399Zy_5 + 0.332Zy_6 + 0.474Zy_7 \quad (7)$$

7. Оценка конкурентоспособности

Экономическая конкурентоспособность ВУЗа может быть представлена в виде системы количественных ключевых показателей. Конкурентоспособность призвана отражать взаимосвязь образования, образовательного уровня, с увеличением, наращиванием интеллектуально-образовательного потенциала страны, валового внутреннего продукта, доходов бюджетов. Каковы бы ни были разнообразные подходы к оцениванию конкурентоспособности высшего профессионального образования, они сводятся к использованию единой логической формулы:

$$\text{Конкурентоспособность} = \frac{\text{Экономический и социальный результат образования}}{\text{Суммарные затраты на образование}} \quad (8)$$

С помощью метода главных компонент мы получили собственный вектор входных и выходных показателей. В контексте нашего исследования конкурентоспособность вузов сводится к формуле:

$$E_f = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \left(\sum_{j=1}^m b_j Zy_j \right) / \left(\sum_{i=1}^n a_i Zx_i \right) \quad (9)$$

В табл. 1 приведены результаты исследования, где Input rank — рейтинг вузов по входным показателям, Output rank — рейтинг ВУЗов по выходным показателям, Rank — итоговый рейтинг.

8. Заключение

Конкурентоспособность высшего образования, в первую очередь, представляет собой более высокую отдачу от вложения бюджетных средств в образование, чем от вложений в другие сферы экономики, при условии снижения потерь от государственного перераспределения средств бюджета в пользу образования. Именно опережающее развитие конкурентоспособности высшего образования проявляется в социальной стабилизации общества, повышении уровня жизни населения, позиции стран на международных тех-

³ http://ria.ru/ratings_multimedia/20110117/322629147.html

Таблица 1.

Итоговый рейтинг университетов

Вуз	Input	Input rank	Output	Output rank	Efficiency	Rank
Московский государственный институт международных отношений (МГИМО)	2,704	2	0.733	10	0.271	8
Московский физико-технический институт (МФТИ)	2,557	3	-0.531	14	-0.208	11
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ)	3,214	1	-0.300	13	-0.093	9
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (МГУ)	2,518	4	-4.362	20	-1.733	18
Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ)	1,686	5	-2.114	18	-1.254	17
Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И.П. Павлова (СПбГМУ)	-0,776	11	2.016	2	-2.600	20
Российская экономическая академия им. Г.В. Плеханова (РЭА им. Г.В.Плеханова)	0,236	7	1.099	6	4.653	2
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Финуниверситет)	0,201	8	1.255	4	6.230	1
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ)	-0,842	13	-0.906	15	1.077	5
Российский университет дружбы народов (РУДН)	-0,772	10	-1.626	17	2.106	4
Новосибирский государственный университет (НГУ)	-0,841	12	-2.599	19	3.091	3
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова (ЯрГУ)	-1,849	19	-1.111	16	0.601	6
Российский государственный торгово-экономический университет (РГТЭУ)	-1,702	18	0.891	9	-0.524	12
Ростовский государственный медицинский университет (РостГМУ)	-0,904	14	2.048	1	-2.267	19
Российская правовая академия Министерства юстиции Российской Федерации (РПА)	-1,971	20	1.619	3	-0.821	14
Самарский государственный медицинский университет (СамГМУ)	-1,349	16	1.177	5	-0.872	15
Санкт-Петербургский государственный университет экономики и финансов (СПбГУЭФ)	-1,232	15	1.092	7	-0.886	16
Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (СПбНИУ ИТМО)	1,232	6	0.545	11	0.443	7
Российский государственный гуманитарный университет (РГГУ)	-0,424	9	0.063	12	-0.149	10
Всероссийская государственная налоговая академия Министерства финансов Российской Федерации (ВГНА Минфина России)	-1,686	17	1.012	8	-0.600	13

нологических рынках. Конкурентоспособность в масштабах национальной экономики определяется изменением качества трудового и научного потенциала, ростом производительности труда и ростом ВВП.

Субъективный характер определения статуса университета мирового класса означает, что учебные заведения попытаются развить характеристики, которые учитываются при составлении рейтинга и легко измеримы. В этом контексте легко оценить научно-исследовательскую деятельность, публикации, индекс цитируемости и награды, в то время как качество преподавания довольно трудно поддается количественной оценке. Не удивительно, что при всех попытках ВУЗов заявить о своих достижениях в центре внимания стоят критерии, свидетельствующие о научной работе. Нет попыток измерить и оценить качество преподавания или образовательную деятельность. Подразумевается, что если ВУЗ ведет жесткий отбор абитуриентов, то и качество обучения будет на высоком уровне. Между тем, желание абитуриентов участвовать в конкурсе может быть вызвано престижем университета, его репутацией, которые основаны скорее на научных достижениях, чем на качественной академической подготовке.

В связи с переводом российской экономики на рыночные отношения и возникновением рынка труда специалистов с высшим профессиональным образованием социальная эффективность образовательной системы увязывается с потенциальной возможностью трудоустройства молодых специалистов, выпускаемых высшими учебными заведениями. Ввиду отсутствия непосредственно заказа на специалистов высшей квалификации

со стороны организаций, заявок на их подготовку в определенном ВУЗе и системы адресного распределения выпускников наблюдается несоответствие между структурой и объемами рыночного спроса и предложения.

Приведенные результаты исследования наглядно показывают зависимость между выбранными индикаторами и конкурентоспособностью ВУЗов. Таким образом, высокие входные показатели обычно связаны с высокими выходными показателями, но они не гарантируют высокого уровня конкурентоспособности ВУЗа. Высокие требования к абитуриентам не гарантируют высокого уровня подготовки выпускников и их релевантного трудоустройства.

В настоящее время отсутствует общепризнанная и научно обоснованная стратегия развития российской высшей школы, которая предусматривала бы создание в нашей стране достаточного числа университетов мирового класса. В этих условиях для каждого российского ВУЗа и всей высшей школы в целом особую важность приобретает вопрос о поиске и выборе пути своего развития, моделей интеграции науки и образования и механизмов формирования университетов мирового класса.

Оценка конкурентоспособности требуется для самых разнообразных операций, проектов и процессов, показатель конкурентоспособности связывает между собой базовые показатели, которые являются общими для любой операции, проекта или процесса. Метод главных компонент помогает решить проблему разнородности и несоизмеримости показателей для оценки конкурентоспособности. ■

Литература

1. Экономика знаний: коллективная монография / [Отв. ред. В.П. Колесов]. М.: ИНФРА-М, 2008. 432 с.
2. Altbach P.G. University Reform: An International Perspective. Washington, D.C.: American Association for Higher Education, 1980.
3. Янкевич О.В. Система мониторинга эффективности бюджетных расходов на инновационные проекты в сфере высшего образования // Вестник МГАДА. 2010. №1. С. 121-127.
4. Беляков С.А., Беляков Н.С., Клячко Т.Л. Анализ и оценка экономической устойчивости ВУЗов. М.: МАКС Пресс, 2008. 193 с.
5. Распоряжение Правительства РФ от 6 апреля 2013 г. №529-р «О составе совета по повышению конкурентоспособности ведущих университетов РФ среди ведущих мировых научно-образовательных центров».
6. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. №599 «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки».

7. Иванова Д.В., Чесноков Е.А. Зависимость экономической эффективности высшего образования в России от формы обучения // *Управленческое консультирование: актуальные проблемы государственного и муниципального управления*. 2011. №3. С. 207-214.
8. Фролова И.А. Социально-экономическая эффективность Российского высшего профессионального образования // *Вестник Омского университета. Серия «Экономика»*. 2011. № 1. С. 68-73.
9. Гончаренко С.Н., Морева О.В. Анализ исследований в области моделирования показателей эффективности функционирования системы высшего профессионального образования // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2011. №6. С. 138-153
10. Monks J., Ehrenberg R.G. *The Impact of U.S. News & World Report College Rankings on Admissions Outcomes and Pricing Policies at Selective Private Institutions*. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 1999.

ESTIMATING OF RUSSIAN UNIVERSITIES COMPETITIVENESS USING PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS

Vasily KORF,

Post-graduate Student, Department of Computer Systems in Economics,
Faculty of Economics, St. Petersburg State University

Address: 62, Tchaikovskogo str., St. Petersburg, 191123, Russian Federation

E-mail: vasilykorf@gmail.com

This article deals with analysis of the competitiveness of leading Russian universities. On May 7, 2012 President of Russian Federation issued Executive Order No. № 599 «On Measures to Implement State Policy in Education and Science», which involves the development of leading universities, increase their competitiveness among the world's leading universities. The results of an experiment on the evaluation of competitiveness of Russian universities using the principal components method are presented in the paper.

Competitiveness assessment is required for a variety of operations, projects and processes. The principal component method helps to solve the problem of heterogeneity and incommensurability of indicators to measure competitiveness, enables to select leading factors of variation of random variables studied and to reduce the dimensionality of the data.

The source data for the evaluation of the competitiveness of universities have been aggregated from the official websites of universities, the admission quotas, examination results, resume database, documents of the RF Ministry of Education and Science. There are 14 indicators, that characterize the universities in terms of entrants (entry criteria) and graduates (exit criteria).

The study findings clearly show the relationship between the selected indicators and competitiveness of universities. Therefore, high values of input indicators are usually associated with high output performance, but they do not guarantee a high rate of competitiveness of the university. High requirements for applicants do not guarantee a high level of training of graduates and their relevant employment.

Key words: rating, higher education, efficiency, competitiveness of universities, funding of educational, globalization of higher education, higher education as a social value, principal component analysis.

References

1. Kolesov V.P., ed. (2008) *Jekonomika znanij: kollektivnaja monografija* [Knowledge economy: A collective monograph], Moscow: INFRA-M. (in Russian)
2. Altbach P.G. (1980) *University reform: An international perspective*, Washington, D.C.: American Association for Higher Education.
3. Yankevich O.V. (2010) Sistema monitoringa jeffektivnosti bjudzhetnyh rashodov na innovacionnye proekty v sfere vysshego obrazovanija [A performance monitoring system of budgetary expenditures for innovative projects in the field of higher education]. *Herald of MGADA*, no. 1, pp. 121-127. (in Russian)
4. Belyakov S.A., Belyakov N.S., Klyachko T.L. (2008) *Analiz i ocenka jekonomicheskoj ustojchivosti vuzov* [Analysis and evaluation of the economic sustainability of universities], Moscow: MAKSS Press. (in Russian)
5. Government of Russian Federation (2013) Rasporjazhenie «O sostave soveta po povysheniju konkurentosposobnosti vedushhih universitetov RF sredi vedushhih mirovyh nauchno-obrazovatel'nyh centrov» [Order «On the composition of the Board to increase the competitiveness of the leading universities of Russia among the world's leading research and education centers», April 6, 2013, No. 529-p. (in Russian)
6. President of Russian Federation (2012) Ukaz «O merah po realizacii gosudarstvennoj politiki v oblasti obrazovanija i nauki» [Executive Order «On Measures to Implement State Policy in Education and Science», May 7, 2012, No. 599. (in Russian)
7. Ivanov D.V., Chesnokov E.A. (2011) Zavisimost' jekonomicheskoj jeffektivnosti vysshego obrazovanija v Rossii ot formy obuchenija [Dependence of economic efficiency of higher education in Russia the form of training], *Management Consulting: Actual Problems of State and Municipal Administration*, no. 3, pp. 207-214. (in Russian)
8. Frolova I.A. (2011) Social'no-jekonomicheskaja jeffektivnost' Rossijskogo vysshego professional'nogo obrazovanija [Socio-economic efficiency of Russian higher education]. *Herald of Omsk University, Series «Economics»*, no. 1, pp. 68-73. (in Russian)
9. Goncharenko S.N., Moreva O.V. (2011) Analiz issledovanij v oblasti modelirovanija pokazatelej jeffektivnosti funkcionirovanija sistemy vysshego professional'nogo obrazovanija [Analysis of studies in the field of modeling the performance within the system of higher education]. *Mining Information-Analytical Bulletin*, no. 6, pp. 138-153. (in Russian)
10. Monks J., Ehrenberg R.G. (1999) *The Impact of U.S. News & World Report College Rankings on Admissions Outcomes and Pricing Policies at Selective Private Institutions*. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 1999.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ПРОВЕДЕНИЯ SWOT-АНАЛИЗА ВУЗА

А.Т. Касымалиева,

доцент кафедры информационных систем в экономике, факультет управления и информационных технологий в экономике, Институт управления и бизнеса, Кыргызский государственный технический университет им. И.Раззакова

Адрес: Кыргызская Республика, 720044, г. Бишкек, пр. Мира, 66

E-mail: aisu@rambler.ru

В работе рассматриваются основные элементы стратегического анализа на основе экспертных оценок. Анализ осуществляется на основе разработанной автоматизированной информационной системы SWOT-анализа, который дает реальную оценку собственных ресурсов и возможностей университета применительно к состоянию (потребностям) внешней среды, в которой он работает.

Цель исследования – создание методического подхода, направленного на постоянное повышение качества услуг, предоставляемых университетом, за счет гибкого управления вузом на основе стратегий, построенных с учетом мнений экспертов.

Предложенная модель стратегического анализа заметно расширяет возможности существующего метода SWOT-анализа. Модель предполагает производить оценку связей построенной SWOT-матрицы и предоставлять результаты лицам, принимающим решения при выборе стратегий, на основе этих оценок. Модель ориентирована на компьютерную поддержку процессов принятия решений в области управления ВУЗом, что значительно снижает время затрачиваемое, на обработку оценок и выбор стратегий для последующей реализации.

Система реализована с помощью технологии создания web-приложений ASP.NET (C#) на платформе .NET Framework 4.0, IIS и СУБД SQL Server 2008. Пользователям системы достаточно иметь доступ либо к локальной сети вуза, либо использовать Интернет-подключение.

Апробация системы осуществлена на примере проведения SWOT-анализа одного из ведущих факультетов Кыргызского государственного технического университета. Результаты апробации предлагается использовать в качестве референтной модели.

Предлагаемый подход дает возможность проводить оценку стратегий силами подразделений университета, а экспертное оценивание стратегий позволяет сделать выбор наилучшего варианта наиболее обоснованным.

Ключевые слова: стратегический анализ, автоматизация SWOT-анализа, система качества, экспертный опрос, конкурентоспособность вуза, реформа системы образования.

1. Введение

Основная задача развития высшего образования Кыргызской Республики состоит в повышении качества подготовки специалистов, внедрении активных форм обучения и своевременной интеграции в мировое образовательное пространство.

Сегодня одной из линий развития высшего образования в мире является Европейская, которая реализуется в рамках Болонского процесса [1], предлагая выполнение участниками процесса ряда требований, к числу которых относятся:

- ◆ трехуровневая система образования (бакалавриат, магистратура, докторантура);
- ◆ кредитная система обучения;
- ◆ сопоставимые степени и уровни квалификации — через внедрение единого Приложения к диплому (транскрипт), возможность трудоустройства выпускников в разных странах;
- ◆ контроль качества образования — через аккредитацию ВУЗа независимыми аккредитационными агентствами;
- ◆ привлекательность образования — через академическую мобильность и возможность свободного передвижения студентов между странами.

Сегодня на рынке услуг ВУЗ выступает как некий производитель специфического товара — компетенций и знаний. Основным ресурсом ВУЗа являются знания и компетенции специалистов, основанные на приобретенном опыте и формирующих научные школы, которые, в свою очередь, должны характеризовать сам ВУЗ как инновационную площадку для формирования новых поколений специалистов и исследователей.

С другой стороны, ВУЗ действует в рамках государственной программы образования, которая налагает свои правила и ограничения.

Постоянные изменения во внешней среде и, следовательно, на рынке образовательных услуг (РОУ) требуют быстрой и адекватной реакции ВУЗа, как открытой системы, на эти изменения. Изменения имеют большое значение для обеспечения выживаемости и конкурентоспособности ВУЗа, и требуют регулярного обращения к относительно установившейся системе стратегического управления.

Стратегический анализ, который должен дать реальную оценку собственных ресурсов и возможностей применительно к состоянию (потребностям) внешней среды, в которой работает ВУЗ, зачастую проводят с помощью SWOT-анализа [3]. Именно

оценка сильных и слабых сторон ВУЗа по отношению к возможностям и угрозам внешней среды определяет наличие у ВУЗа стратегических перспектив и возможность их реализации. При этом внутренний анализ должен также включать оценку уникальности ресурсов и технологий, основных компонентов менеджмента, корпоративной культуры, готовности к реинжинирингу и т.п. По существу, таблица, которая строится при проведении SWOT-анализа, — это удобный инструмент структурного описания стратегических характеристик среды (факторов) и ВУЗа [4].

Тема использования SWOT-анализа в сфере образования не нова. Так, в [5] приведен SWOT-анализ педагогической деятельности преподавателей ВУЗа, определены факторы обозначенной среды. Однако проследить связь между выявленными факторами и дальнейшими направлениями деятельности ВУЗа достаточно сложно. В работе [6] при проведении SWOT-анализа показаны сильные и слабые стороны университетов Китая и показано, что политика государства в области высшего образования является оправданной. В работе [2] не приводятся доступные механизмы оценки взаимовлияния факторов и зависимость стратегий от них.

2. SWOT-анализ

Новый подход при проведении SWOT-анализа, предлагаемый в данной статье, дает возможность получения экспертной оценки взаимовлияния выявленных факторов на возможные стратегии, предлагает прозрачный процесс формирования новых стратегий для лиц, задействованных в процессах управления, показывает наглядность связей между выявленными факторами и сформированными стратегиями.

Методология построения таблицы (матрицы) первичного стратегического анализа заключается в том, что сначала деловые факторы среды организации делятся на две части — внешнюю и внутреннюю (сам ВУЗ), а затем события в каждой из этих частей — на благоприятные и неблагоприятные факторы.

Таблицу желательно составлять с привлечением группы разноплановых специалистов — экспертов (социологов, политологов, экономистов, предметных специалистов), поскольку на результат, как показывает международный опыт, может повлиять даже такой фактор, как последовательность заполнения клеток.

В настоящем исследовании приводится SWOT-

анализ стратегии развития современного ВУЗа, соответствующей его внутренним параметрам и его положению на РОУ, проведенный на материалах Кыргызско-Германского факультета Кыргызского государственного технического университета (КГТУ), имеющего достаточный опыт функционирования в рамках европейской образовательной системы (кредитной системы обучения). Стратегический анализ данного факультета дает представление о технике такого анализа для других подразделений ВУЗа, то есть может служить в некотором смысле референтной моделью.

Наряду с текстовыми описаниями сильных и слабых сторон подразделения ВУЗа, благоприятных возможностях и угрозах внешней среды и РОУ, в матрице применялись следующие символические обозначения:

- S – порядковый номер, означающий номер внутреннего преимущества;
- O – порядковый номер, означающий номер внешней благоприятной возможности;
- W – порядковый номер, означающий номер внутренней слабости организации;
- T – порядковый номер, означающий номер внешней угрозы.

Применяемые символы позволили в компактной форме представить материал для интегральной оценки возможностей факультета и для принятия решений.

3. Этапы SWOT-анализа

Рассмотрим этапы проведения SWOT-анализа.

Этап 1. На данном этапе важно сформировать как можно большее разнообразие факторов среды, чтобы отобрать действительно существенные. В системе доступны опции редактирования факторов или их удаления.

На первом шаге формируются четыре множества: $S = \{S_1, S_2, \dots, S_k\}$ – множество факторов сильной стороны ВУЗа;

$W = \{W_1, W_2, \dots, W_s\}$ – множество слабых сторон;

$O = \{O_1, O_2, \dots, O_n\}$ – множество возможностей;

$T = \{T_1, T_2, \dots, T_p\}$ – множество угроз, где $k, s, n, p \in N$.

Этап 2. На данном этапе группой экспертов производится оценка следующих связей:

- ♦ «сильные стороны – возможности» (СИБ). При этом более правильным представляется рас-

смотрение возможностей, которые открываются не только перед рассматриваемым ВУЗом, но и перед его конкурентами на соответствующем рынке образовательных услуг. Эти возможности позволяют разработать программу определенных действий – стратегию;

- ♦ «слабые стороны – возможности» (СЛВ);
- ♦ «сильные стороны – угрозы» (СИУ);
- ♦ «слабые стороны – угрозы» (СЛУ).

В итоге на втором этапе формируется множество всех комбинаций

$$R = \{S_1O_1, \dots, S_kO_n, S_1T_1, \dots, S_kT_p, W_1O_1, \dots, W_sO_n, W_1T_1, \dots, W_sT_p\}$$

объединение декартовых произведений

$$S \times O \cup S \times T \cup W \times O \cup W \times T;$$

каждому элементу этого множества ставится в соответствие некая количественная оценка. Каждый элемент данного множества образуется сравнением факторов – попарно, в бальной системе, правила которой определены группой, проводящей анализ (устанавливаются, в частности, максимальное и минимальное значения). Представить такое множество можно в виде матрицы (рис 1.), где

$$S_iO_i \in СИБ, S_iT_i \in СИУ, W_iO_i \in СЛВ, W_iT_i \in СЛУ:$$

	O	T
S	$\begin{pmatrix} S_1O_1 & S_1O_2 & \dots & S_1O_n \\ S_2O_1 & S_2O_2 & \dots & S_2O_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_kO_1 & S_kO_2 & \dots & S_kO_n \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} S_1T_1 & S_1T_2 & \dots & S_1T_p \\ S_2T_1 & S_2T_2 & \dots & S_2T_p \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_kT_1 & S_kT_2 & \dots & S_kT_p \end{pmatrix}$
W	$\begin{pmatrix} W_1O_1 & W_1O_2 & \dots & W_1O_n \\ W_2O_1 & W_2O_2 & \dots & W_2O_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ W_sO_1 & W_sO_2 & \dots & W_sO_n \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} W_1T_1 & W_1T_2 & \dots & W_1T_p \\ W_2T_1 & W_2T_2 & \dots & W_2T_p \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ W_sT_1 & W_sT_2 & \dots & W_sT_p \end{pmatrix}$

Рис. 1. Представление множества R в виде матриц связности

Для оценки влияния (взаимовлияния) группой внешних экспертов разработана веб-ориентированная система WESSWOT. В системе WESSWOT произвести оценку имеет возможность только эксперт, прошедший авторизацию. Данные сохраняются в базе данных SQL Server 2008. Основным отличием от систем, автоматизирующих процесс проведения SWOT-анализа, является возможность работы в режиме on-line. В системе учитывается мнение каждого эксперта, а затем, при

формировании стратегии, рассчитываются средние значения в запускаемой процедуре, сохраненной на сервере.

Кроме того, интерфейс системы содержит подсказки среды: указания максимального/минимального балла, заложенные в настройки модели, переход по шагам, сопоставление факторов стратегиям в табличной форме [7].

Необходимо учесть, что возможна ситуация, когда влияние факторов может оказаться взаимно отрицательным – в случае, когда использование одного фактора повлечет изменение в худшую сторону второго. Как отмечалось выше, принятие ВУЗом новых стратегий должно производиться с учетом выявленных факторов. Формирование возможных стратегий и вопрос использования того или иного фактора может осуществляться методом коллективной генерации идей (КГИ) подобранной группы. Затем возможные стратегии оцениваются путем использования SWOT-факторов в каждом конкретном случае. На основе оценок экспертов система выводит таблицу установленных зависимостей, например, в виде *табл. 1*.

Этап 3. На данном этапе вторичные (возможные) стратегии в проведенном определены следующим образом.

◆ *Стратегия 1.* Углубление отношений с иностранными ВУЗами для осуществления совместных образовательных программ с целью выпуска квалифицированных специалистов, востребованных как в Германии, так и в других странах.

◆ *Стратегия 2.* Обеспечение высококвалифицированными преподавателями со знанием немецкого языка, за счёт бесплатного обучения студентов в Германии с последующей гарантией 2-х летней отработки на факультете в качестве преподавателя и проведение краткосрочных курсов преподавателями Берлинского технического университета прикладных наук.

◆ *Стратегия 3.* Повышение заработной платы преподавателям, за счёт увеличения оплаты за обучение студентов.

◆ *Стратегия 4.* Открытие новых направлений обучения, для привлечения абитуриентов.

4. Сравнение вторичных стратегий

Если стратегия влияет на какой-либо фактор, изменяя его на противоположный, то в автоматизированной системе следует сменить знак «+» на «0». На последнем шаге лицу, принимающему решение

(ЛПР), помимо основной итоговой матрицы системой предоставляется результат входящих в нее связей с рассчитанными средними значениями баллов экспертов по каждому имеющемуся совпадению с возможной стратегией.

Приведем результат (фрагмент), выданный WESSWOT по Стратегии 1 (*табл. 1*), возможная стратегия – углубление отношений с иностранными ВУЗами для осуществления совместных образовательных программ с целью выпуска квалифицированных специалистов, востребованных как в Германии, так и в других странах.

Таблица 1.

**Установленные зависимости
Стратегии 1**

СИБ	СИУ
Можно получить отдачу от возможностей.	Нужно использовать как потенциальные стратегические преимущества
<i>связь:</i> Распределенность филиалов по КР. Применение новых производственных технологий (5 баллов).	<i>связь:</i> Распределенность филиалов по КР. Рост стоимости труда на рынке (5 баллов).
<i>связь:</i> Распределенность филиалов по КР. Наличие бюджетных мест (2 балла).	<i>связь:</i> Проведение преподавателями Берлинского технического университета прикладных наук краткосрочных курсов. Нехватка квалифицированных кадров на рынке труда (5 баллов) ...
<i>связь:</i> Высокий инновационный потенциал. Применение новых производственных технологий (6 баллов) ... и т.д.	и т.д.

На основании проведенного анализа можно сформулировать ряд предложений, согласно которым комплексная стратегия факультета может выглядеть следующим образом:

◆ улучшение качество образования студентов за счет привлечения высококвалифицированных преподавателей со знанием немецкого языка и изменение методики преподавания немецкого языка для повышения активности в обучении;

◆ повышение заработной платы преподавателей за счет повышения оплаты за контракт студентов;

◆ формирование штата преподавателей, в обязательном порядке прошедших обучение в Германии;

◆ более активное рекламирование возможностей и достоинств факультета для привлечения студентов;

◆ для удобства предоставления информации студентам и абитуриентам, а также для выполнения функций регистрации студентов и взаимодействия со службами факультета – автоматизация функций управления факультетом и обеспечение широкого представления факультет в Интернет (см. также [8-10]).

5. Заключение

Реализованная система, основанная на предложенной методике проведения SWOT-анализа, позволила получить качественную оценку описанных множеств пар факторов, оказывающих влияние на

развитие ВУЗа. Применение автоматизированной информационной системы WESSWOT и оценка возможных стратегий на основе экспертных оценок дала возможность лицам, принимающим решения, более взвешенно подходить к формированию стратегий развития. ■

Литература

1. Болонская декларация «Зона европейского высшего образования» // Декларация. Болонья, Италия, 1999. [Электронный ресурс]: http://www.ehea.info/Uploads/Declarations/BOLOGNA_DECLARATION1.pdf (дата обращения 10.12.2013).
2. Белый Е.М., Романова И.Б. Использование концепции стратегического менеджмента в управлении государственным ВУЗом // Менеджмент в России и за рубежом. 2003. №3. С. 22-31.
3. SWOT-анализ // Википедия [Электронный ресурс]: <http://ru.wikipedia.org/wiki/SWOT-%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7> (дата обращения 10.12.2013).
4. Григорьев Л.Ю., Горелик С.Л. SWOT-анализ как инструмент стратегического менеджмента // Бизнес Инжиниринг Групп, Санкт-Петербург, 2001. [Электронный ресурс]: http://bigc.ru/publications/swot_analise.php (дата обращения 10.12.2013).
5. Губайдуллина Г.Н. SWOT-анализ в системе менеджмента ВУЗа // Вестник РУДН, Серия «Психология и педагогика». 2012. №2. С. 120-124.
6. Luo, Z., Qin, Z. (2012). SWOT analysis of functions of Chinese universities // IERI Procedia. 2012. Vol. 2. P. 253-257.
7. Захарова А.А. Автоматизация SWOT-анализа организации с применением нечетких моделей // Автоматизация и современные технологии. 2008. №3. С. 29-34.
8. Бабак В.Ф., Касымалиева А. Связь стратегии развития ВУЗа и ИТ-стратегии. Проблемы // Вестник КГУСТА. 2011. №2 (32), Т. 1. С. 22-29.
9. Бабак В.Ф., Касымалиева А. Связь стратегии развития ВУЗа и ИТ-стратегии. Возможные решения // Вестник КГУСТА. 2011. №2 (32), Т. 1. С. 29-34.
10. Бабак В.Ф., Омуралиев У.К., Касымалиева А.Т. SWOT-анализ деятельности Кыргызско-Германского технического факультета КГТУ им. И.Раззакова // VIII Международные Байконуровские чтения. Многопрофильный университет. – ЖЕЗУ, 2008. Книга первая. С.23-29.

COMPUTER BASED EXPERT SYSTEM OF SWOT ANALYSIS OF A UNIVERSITY

Ainura KASYMALIEVA,

Associate Professor, Department of Information Systems in Economics,
Faculty of Management and Information Technologies in Economics,
Institute of Management and Business, Kyrgyz State Technical University

Address: 66, Mira pr., Bishkek, 720044, Kyrgyz Republic

E-mail: aisu@rambler.ru

In the paper key elements of strategic analysis based on expert estimates are considered. The analysis is executed using a computer based information system of SWOT analysis, which gives a real assessment of own resources and opportunities of a university, with respect to conditions (requirements) of the environment in which it operates.

The aim of the research is to develop a methodological approach, targeted on permanent improvement of quality of services provided by a university, due to flexible university management based on strategies developed using experts' opinions.

The proposed strategic analysis model significantly increases capability of the existing SWOT analysis methodology. The model enables to estimate relations within the SWOT matrix and to present the results to decision makers who are responsible for choosing the strategy relying on the experts' opinions. The model is oriented on computer support of decision making processes in

the field of university management that dramatically reduces time to be spent to process the estimates and choice of the strategy for further implementation.

The system is developed using the technology of web applications creation ASP.NET (C#) on the .NET Framework 4.0, IIS platform and SQL Server 2008 database management system. End users of the system should have an access either to a local network of a university or to the Internet.

The system has been approbated by using SWOT analysis one of leading faculties of the Kyrgyz State Technical University as a case study. The approbation results are suggested to be used as a reference model.

The proposed approach gives an opportunity to evaluate strategies by divisions of a university, while expert-based evaluation of strategies enables to make the best choice soundly justified.

Key words: strategic analysis, automation of SWOT analysis, quality system, expert survey, competitiveness of a university, educational reform.

References

1. Joint declaration of the European Ministers of Education convened in Bologna on 19 June 1999. Available at: http://www.ehea.info/Uploads/Declarations/BOLOGNA_DECLARATION1.pdf (accessed 10.12.2013).
2. Belyi E.M., Romanova I.B. (2003) Ispolzovanie konceptzii strategicheskogo menedjmenta v upravlenii gosydarstbennym vuzom [Using the concept of strategic management in the management of public university]. *Management in Russia and Abroad*, no. 3, pp. 22-31.
3. Wikimedia Foundation. Available at: <http://ru.wikipedia.org/wiki/SWOT-%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7> (accessed 10.12.2013).
4. Grigoriev L.Yu., Gorelik S.L. (2001) SWOT-analiz kak instrument strategicheskogo menedjmenta [SWOT analysis as a tool for strategic management]. *Business Engineering Group*. Available at: http://bigc.ru/publications/swot_analise.php (accessed 10.12.2013). (in Russian)
5. Gubaidullina G.N. (2012) SWOT-analiz v sisteme menedjmenta vuzov [SWOT analysis in the management system of the university] // *Herald of RUDN, Series «Psychology and pedagogy»*, no. 2, pp. 120-124. (in Russian)
6. Luo, Z., Qin, Z. (2012) SWOT analysis of functions of Chinese universities. *IERI Procedia*, vol. 2, p. 253-257.
7. Zaharova A. (2008). Avtomatisaziya SWOT-analiza organizazii s primeneniem nechetkih mnojestv [Automation of SWOT analysis of the organization with the use of fuzzy models]. *Mashinosyroenie*, no. 3, pp. 29-34. (in Russian)
8. Babak V., Kasymaliev A. (2011) Svyaz strategii razvitiya vuzov i IT-strategii. Problemy [Communication strategy development of the university and IT-strategy. The problems]. *Vestnik KGUSTA*, no. 2 (32), vol. 1, pp. 22-29. (in Russian)
9. Babak V., Kasymaliev A. (2011) Svyaz strategii razvitiya vuzov i IT-strategii. Vosmoznyye resheniya [Communication strategy development of the university and IT-strategy. Possible solutions]. *Vestnik KGUSTA*, no. 2 (32), vol. 1, pp. 29-34. (in Russian)
10. Babak V.F., Omuraliev U.K., Kasymaliev A.T. (2008) SWOT-analiz dejatel'nosti Kyrgyzsko-Germanskogo tehnikeskogo fakul'teta KGTU im. I.Razzakova [SWOT analysis of the Kyrgyz-German Technical Faculty of KSTU named after I.Razzakov]. *Proceedings of the VIII International Baykonur Reading. Multidisciplinary university (Kazakhstan, Zeskasgan, May 2008)*. Vol.1, pp. 23-29. (in Russian)

**ЖУРНАЛ «БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА»
ОСУЩЕСТВЛЯЕТ РАЗМЕЩЕНИЕ РЕКЛАМНЫХ
И РЕКЛАМНО-ИНФОРМАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Расценки:

Обложка:

2, 3, 4 страница обложки, полноцветная печать,
полоса 210 X 290 мм (A4) — 40 тыс. руб.

Текстовый блок, черно-белая печать:

- ♦ полоса — 20 тыс. руб.;
- ♦ 1/2 полосы — 15 тыс. руб.;
- ♦ 1/4 полосы — 10 тыс. руб.;
- ♦ меньший объем — 7 тыс. руб.

Вставка, (4 полосы, полноцветная печать) — 60 тыс. руб.

Рекламно-информационный блок,
(8 полос, полноцветная печать) — 80 тыс. руб.

Рекламно-информационный блок,
(16 полос, полноцветная печать) — 90 тыс. руб.

Корпоративный специальный выпуск —
по договоренности.

Материалы принимаются с учетом следующих параметров:

- ♦ дообрезной формат — 215 X 300 мм;
- ♦ обрезной формат — 210 X 290 мм;
- ♦ поле набора полосной рекламы — 190 X 270 мм — с отступом от границ обрезного формата по 10 мм с каждой стороны;
- ♦ файл TIF, EPS, PDF— разрешение не менее 300 dpi.

Представляемая для публикации статья должна быть актуальной, обладать новизной, отражать постановку задачи (проблемы), описание основных результатов исследования, выводы, а также соответствовать указанным ниже правилам оформления.

Текст должен быть тщательно вычитан автором, который несет ответственность за научно-теоретический уровень публикуемого материала.

Материалы представляются в электронном виде по адресу:
bijournal@hse.ru.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

ТЕКСТ СТАТЬИ представляется в редакцию в электронном виде (в формате MS Word, версия 2003 или выше).

ОБЪЕМ. Ориентировочный объем статьи составляет 20-25 тысяч знаков (с пробелами).

ШРИФТ, ФОРМАТИРОВАНИЕ, НУМЕРАЦИЯ СТРАНИЦ

ШРИФТ – Times New Roman, кегль набора – 12 пунктов, полуторный интервал, форматирование по ширине. Нумерация страниц – сверху по центру, поля: левое – 2,5 см, верхнее, нижнее и правое – по 1,5 см.

НАЗВАНИЕ СТАТЬИ приводится на русском и английском языках. Название статьи должно быть информативным и раскрывать содержание статьи.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ приводятся на русском и английском языках и включают следующие элементы:

- ◆ фамилия, имя, отчество всех авторов полностью
- ◆ должность, звание, ученая степень каждого автора
- ◆ полное название организации – места работы каждого автора в именительном падеже, полный почтовый адрес каждой организации (включая почтовый индекс)
- ◆ адрес электронной почты каждого автора.

АННОТАЦИЯ К СТАТЬЕ представляется на русском и английском языках.

- ◆ Объем – 200-300 слов.
- ◆ Аннотация должна быть информативной (не содержать общих слов).
- ◆ Аннотация должна отражать основное содержание статьи и быть структурированной (следовать логике описания результатов в статье).
- ◆ Структура аннотации: предмет, цель, метод или методологию проведения исследования, результаты исследований, область их применения, выводы.
- ◆ Метод или методологию проведения исследований целесообразно описывать в том случае, если они отличаются новизной или представляют интерес с точки зрения данной работы. В аннотациях статей, описывающих экспериментальные работы, указывают источники данных и характер их обработки.
- ◆ Результаты работы описывают предельно точно и информативно. Приводятся основные теоретические и экспериментальные результаты, фактические данные, обнаруженные взаимосвязи и закономерности. При этом отдается предпочтение новым результатам и дан-

ным долгосрочного значения, важным открытиям, выводам, которые опровергают существующие теории, а также информации, которая, по мнению автора, имеет практическое значение.

- ◆ Выводы могут сопровождаться рекомендациями, оценками, предложениями, гипотезами, описанными в статье.
- ◆ Сведения, содержащиеся в названии статьи, не должны повторяться в тексте аннотации. Следует избегать лишних вводных фраз (например, «автор статьи рассматривает...»).
- ◆ Исторические справки, если они не составляют основное содержание документа, описание ранее опубликованных работ и общеизвестные положения, в аннотации не приводятся.
- ◆ В тексте аннотации следует употреблять синтаксические конструкции, свойственные языку научных и технических документов, избегать сложных грамматических конструкций.
- ◆ В тексте аннотации следует применять значимые слова из текста статьи.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА приводятся на русском и английском языках. Количество ключевых слов (словосочетаний) – 6-10. Ключевые слова или словосочетания отделяются друг от друга точкой с запятой.

ФОРМУЛЫ. При наборе формул, как выключных, так и строчных, должен быть использован редактор формул MS Equation. В формульных и символических записях греческие (русские) символы, а также математические функции записываются прямыми шрифтами, а переменные аргументы функций в виде английских (латинских) букв – наклонным курсивом (пример “cos a”, “sin b”, “min”, “max”). Нумерация формул – сквозная (по желанию авторов допускается двойная нумерация формул с указанием структурного номера раздела статьи и, через точку, номера формулы в разделе).

РИСУНКИ (графики, диаграммы и т.п.) могут быть оформлены средствами MS Word или MS Excel. Ссылки на рисунки в тексте обязательны и должны предшествовать позиции размещения рисунка. Допускается использование графического векторного файла в формате wmf/emf или cdr v. 10. Фотографические материалы предоставляются в формате TIF или JPEG, с разрешением изображения не менее 300 точек на дюйм. Нумерация рисунков – сквозная.

ТАБЛИЦЫ оформляются средствами MS Word или MS Excel. Нумерация таблиц – сквозная.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ составляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.0.5-2008. Библиографическая ссылка (примеры оформления размещены на сайте журнала <http://bi.hse.ru/>). Нумерация библиографических источников – в порядке цитирования. Ссылки на иностранную литературу – на языке оригинала без сокращений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ АНГЛОЯЗЫЧНОГО БЛОКА оформляется в соответствии с требованиями SCOPUS (примеры оформления размещены на сайте журнала <http://bi.hse.ru/>). Для транслитерации русскоязычных наименований можно воспользоваться сервисом <http://translit.ru/>.

ЛИЦЕНЗИОННЫЙ ДОГОВОР

Для размещения полнотекстовых версий статей на сайте журнала с авторами заключается лицензионный договор о передаче авторских прав.

Плата с авторов за публикацию рукописей не взимается.

AUTHORS GUIDELINES

Articles should be topical and original, should outline tasks (issues), describe key results of the author's research and appropriate conclusions.

Manuscripts are submitted via e-mail: bijournal@hse.ru.

MANUSCRIPT REQUIREMENTS

TEXT FILES should be submitted in electronic form, as a MS Word document (version 2003 or higher).

LENGTH. Articles should be between 20 and 25 thousand characters (incl. spaces).

FONT, SPACING, MARGINS. The text should be in Times New Roman 12 pt, 1.5 spaced, fit to the width, margins: left – 25 mm, all other – 15 mm.

TITLE of the article should be submitted in native language and English.

AUTHORS' DETAILS are presented in native language and English. The details include:

- ◆ Full name of each author
- ◆ Position, rank, academic degree of each author
- ◆ Affiliation of each author, at the time the research was completed
- ◆ Full postal address of each affiliation (incl. postcode / ZIP)
- ◆ E-mail address of each author.

ABSTRACT are presented in native language and English.

- ◆ The abstract should be between 200 and 300 words.
- ◆ The abstract should be informative (no general words), original, relevant (reflects your paper's key content and research findings); structured (follows the logics of results' presentation in the paper)
 - ◆ The recommended structure: purpose (mandatory), design / methodology / approach (mandatory), findings (mandatory), research limitations / implications (if applicable), practical implications (if applicable), originality / value (mandatory).
- ◆ It is appropriate to describe the research methods/methodology

if they are original or of interest for this particular research. For papers concerned with experimental work the data sources and data procession technique should be described.

- ◆ The results should be described as precisely and informatively as possible. Include your key theoretical and experimental results, factual information, revealed interconnections and patterns. Give special priority in the abstract to new results and long-term impact data, important discoveries and verified findings that contradict previous theories as well as data that you think have practical value.

- ◆ Conclusions may be associated with recommendations, estimates, suggestions, hypotheses described in the paper.

- ◆ Information contained in the title should not be duplicated in the abstract. Authors should try to avoid unnecessary introductory phrases (e.g. "the author of the paper considers...").

- ◆ Authors should use the language typical of research and technical documents to compile your abstract and avoid complex grammatical constructions.

- ◆ The text of the abstract should include key words of the paper.

KEYWORDS are presented in native language and English. The number of key words / words combinations are from 6 to 10 (separated by semicolons).

FORMULAE should be prepared using MS Equation tool.

FIGURES should be of high quality, legible and numbered consecutively with Arabic numerals. All figures (charts, diagrams, etc.) should be submitted in electronic form (photo images – in TIF or JPEG formats, minimum resolution 300 dpi). Appropriate references in the text are required.

REFERENCES should be presented in Harvard style and carefully checked for completeness, accuracy and consistency.

The publication is free of charge.