

№ 1 (144) 2013
Выпуск 25/1

НАУЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

Основан в 1995 г.
Журнал входит
в Перечень ведущих рецензируемых
научных журналов и изданий,
выпускаемых в Российской Федерации,
в которых рекомендуется публикация
основных результатов диссертаций
на соискание ученых степеней
доктора и кандидата наук

Учредитель:
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего профес-
сионального образования «Белгородский госу-
дарственный национальный исследовательский
университет» (НИУ «БелГУ»)

Издатель:

НИУ «БелГУ».

Издательский дом «Белгород».

Журнал зарегистрирован
в Федеральной службе по надзору за соблюдением
законодательства

в сфере массовых коммуникаций
и охраны культурного наследия

Свидетельство о регистрации средства массовой
информации ПИ № ФС 77-21121 от 19 мая 2005 г.

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
ЖУРНАЛА**

Главный редактор

О.Н. Полухин,

и.о. ректора НИУ «БелГУ», доктор
политических наук, профессор

Зам. главного редактора

И.С. Константинов,

и.о. проректора по научной
и инновационной работе НИУ «БелГУ»,
доктор технических наук, профессор

Ответственные секретари:

В.М. Московкин,

профессор кафедры мировой экономики
НИУ «БелГУ», доктор географических наук

О.В. Шевченко,

зам. начальника УНИД НИУ «БелГУ»,
кандидат исторических наук

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
СЕРИИ ЖУРНАЛА**

Главный редактор

В.А. Шаповалов,

доктор исторических наук, профессор
(НИУ «БелГУ»)

Заместители главного редактора

Е.Г. Жиляков,

доктор технических наук, профессор
(НИУ «БелГУ»)

О.А. Ломовцева,

доктор экономических наук, профессор
(НИУ «БелГУ»)

И.Т. Шатохин,

кандидат исторических наук, доцент
(НИУ «БелГУ»)

В.Н. Шилов,

доктор философских наук, профессор
(НИУ «БелГУ»)

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ

Белгородского государственного университета

История Политология Экономика
Информатика

**Belgorod State University
Scientific Bulletin**

History Political science Economics
Information technologies

СОДЕРЖАНИЕ

РЕГИОНАЛЬНАЯ И МУНИЦИПАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

Сравнительный анализ методов прогнозирования социально-экономического развития региона (на примере Белгородской области). **Е.С. Придворова 5**

Использование методики ПРООН для оценки развития человеческого потенциала регионов РФ. **В.Л. Аничин,**

И.Ю. Тимофеев 15

Анализ институциональных условий и результатов технологического развития в регионах Центрального федерального округа.

А.В. Никитин 21

Экономика Еврорегиона «Слобожанщина»: региональная диагностика. **А.П. Голиков, Е.В. Ханова, М.В. Шуба 29**

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ И НАЦИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

Агрохолдинги Российской Федерации и Украины: общее и особенное. **Е.В. Чеботарёв 37**

РЫНОК ТРУДА И ЭКОНОМИКА ОБРАЗОВАНИЯ

Подготовка инновационно мотивированных кадров в условиях развития экономики региона. **И.А. Шумакова 46**

Организационно-экономические механизмы государственно-частного партнерства в образовании. **И.Г. Ершова 52**

Модель стратегического взаимодействия исследовательских университетов и региона. **И.Ю. Пахомова 60**

ФИНАНСЫ ГОСУДАРСТВА И ПРЕДПРИЯТИЙ

Трансакционные издержки в структуре непроизводительных затрат экономических агентов: детерминированность от неопределенности и риска. **Е.А. Кузьмин, А.В. Гусев 66**

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Компьютерное моделирование структуры случайной упаковки систем сферических частиц. **Т.П. Бондарева 78**

Анализ обнаружения и коррекции ошибок при выполнении логических операций по преобразованию данных. **Н.И. Корсунов, А.А. Начетов 86**

Обобщенная модель синтеза параллельных времяпараметризованных процессов для кластерных ВС. **Г.А. Поляков, Е.Г. Толстолужская, Ю.А. Артюх 90**

Ответственный секретарь

В.В. Василенко,
кандидат исторических наук
(НИУ «БелГУ»)

Члены редколлегии

М.Г. Абрамзон, доктор исторических наук,
профессор (Магнитогорский государственный
университет)

Н.Н. Болгов, доктор исторических наук,
профессор (Белгородский государственный
национальный исследовательский университет)

А.В. Глухова, доктор политических наук,
профессор (Воронежский государственный
университет)

В.Д. Дмитриенко, доктор технических наук,
профессор (Харьковский национальный техни-
ческий университет «ХПИ»)

Р.В. Илюхина, доктор экономических наук,
профессор (Академия экономической
безопасности МВД России)

О.В. Иншаков, заслуженный деятель науки РФ,
доктор экономических наук, профессор
(Волгоградский государственный университет)

В.А. Калугин, доктор экономических наук,
профессор (Белгородский государственный
национальный исследовательский университет)

В.И. Капалин, доктор технических наук,
профессор (Московский государственный
институт электроники и математики
(технический университет))

А.В. Коробков, доктор политологии (Универ-
ситет штата Теннесси)

Н.И. Корсунов, заслуженный деятель науки РФ,
доктор технических наук, профессор
(Белгородский государственный
национальный исследовательский университет)

О.П. Литовка, доктор географических наук,
профессор (Институт проблем региональной
экономики РАН, г. Санкт-Петербург)

К.Н. Лобанов, доктор политических наук,
доцент (Белгородский юридический институт
МВД России)

С.И. Маторин, доктор технических наук,
профессор (Белгородский государственный
национальный исследовательский университет)

Е.А. Молев, доктор исторических наук,
профессор (Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского)

О.П. Овчинникова, доктор экономических
наук, профессор (Орловская региональная
академия государственной службы)

С.И. Посохов, доктор исторических наук,
профессор (Харьковский национальный
университет им. В.Н. Каразина, Украина)

И.М. Пушкарева, доктор исторических наук,
старший научный сотрудник (Институт рос-
сийской истории Российской академии наук)

И.Е. Рисин, доктор экономических наук,
профессор (Воронежский государственный
университет)

В.Г. Рубанов, заслуженный деятель науки РФ,
доктор технических наук, профессор
(Белгородский государственный
технологический университет им. В.Г. Шухова)

Э.М. Шагин, доктор исторических наук,
профессор (Московский государственный
педагогический университет)

Статьи представлены в авторской редакции.

Подготовка к печати *Т.Г. Лагутиной*
Оригинал-макет *Ю.А. Лазебной*
e-mail: vasilenko_v@bsu.edu.ru

Подписано в печать 28.03.2013
Формат 60×84/8
Гарнитура Georgia, Impact
Усл. п. л. 23,01
Тираж 1000 экз.
Заказ 170

Подписной индекс в каталоге агентства
«Роспечать» – 18078

Оригинал-макет подготовлен и тиражирован
в Издательском доме «Белгород»
Адрес: 308015 г. Белгород, ул. Победы, 85

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ

Информационный поиск в информатике и библиотековедении.

Л.В. Грекова 95

Нейросетевой базис ситуационного центра опережающего реаги-
рования. **С.П. Алешин, Е.А. Бородина 101**

Информационные модели и методы многокритериальной оценки
региональных социально-экономических проектов.

В.А. Ломазов, В.Н. Ломазова, В.С. Нехотина 112

Об информационной модели безопасности объекта при несанкци-
онированных воздействиях. **Д.Б. Десятов, А.В. Душкин,**

В.С. Зарубин, В.П. Ирхин, В.И. Новосельцев,

Ю.В. Щербакова 117

Модель функционирования информационной системы анализа
динамики процесса флегматизации для снижения пожаровзрыво-

безопасности нефтепродуктов. **Д.Б. Десятов, А.Н. Лукин,**

О.Б. Работкина, Е.Г. Спиридонов, С.Н. Тростянский,

В.И. Федянин 123

Информационные технологии поддержки принятия решений при
проведении диагностически-лечебных мероприятий. **А.И. Пово-
рознюк, О.А. Поворознюк, М.В. Бурцев 129**

Применение метода рационального комплексирования в инфор-
мационно-управляющей системе критического применения для

снижения риска чрезвычайных ситуаций. **В.С. Зарубин,**

Р.В. Кузьменко, О.Е. Работкина, В.С. Стародубцев,

С.Н. Тростянский, В.И. Федянин 138

Показатели семантических связей информационно-поисковых

систем. **С.Е. Савотченко, Е.А. Проскурина 145**

Оценка риска воздействия на объект информатизации с помощью
аппарата нечетких множеств. **В.Я. Ищейнов,**

С.М. Чудинов 152

Модель распознавания автомата в системе поддержки принятия

решений по управлению межбюджетным регулированием.

Е.Д. Стрельцова, И.В. Богомягкова,

В.С. Стрельцов 157

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Применение алгоритма фиксированной маршрутизации для ми-
нимизации среднего времени задержки в сети. **В.М. Буторин,**

А.В. Полянский, Е.В. Павлова 164

Оценивание периода основного тона звуков русской речи.

Е.Г. Жилияков, А.А. Фирсова 173

О повышении резкости изображений на основе субполосного

дифференцирования. **Е.Г. Жилияков, А.А. Черноморец,**

Е.В. Болгова 182

Сведения об авторах 188

Информация для авторов 192

№ 1 (144) 2013

Issue 25/1

SCIENTIFIC PEER-REVIEWED JOURNAL

Founded in 1995

The Journal is included into the list of the leading peer-reviewed journals and publications coming out in the Russian Federation that are recommended for publishing key results of the theses for Doktor and Kandidat degree-seekers.

Founder:

Federal state autonomous educational establishment of higher professional education «Belgorod National Research University»

Publisher:

Belgorod National Research University. National Research University Publishing house «Belgorod»

The journal is registered in Federal service of control over law compliance in the sphere of mass media and protection of cultural heritage

Certificate of registration of mass media ПИ № ФС 77-21121 May 19, 2005.

EDITORIAL BOARD OF JOURNAL

Editor-in-chief

O.N. Poluchin,

Acting Rector of Belgorod National Research University, Doctor of political sciences, Professor

Deputy editor-in-chief

I.S. Konstantinov,

Acting Vice-Rector on Scientific and Innovative Work of Belgorod National Research University, Doctor of technical sciences, Professor

Assistant Editors

V.M. Moskovkin,

Doctor of geographical sciences, Professor of world economy department

O.V. Shevchenko,

Deputy Head of department of scientific and innovative activity of Belgorod National Research University, Candidate of historical sciences

EDITORIAL BOARD OF JOURNAL SERIES

Editor-in-chief

V.A. Shapovalov,

Doctor of historical sciences, Professor (Belgorod National Research University)

Deputies of editor-in-chief

E.G. Zhilyakov,

Doctor of technical sciences, Professor (Belgorod National Research University)

O.A. Lomovtseva,

Doctor of economical sciences, Professor (Belgorod National Research University)

I.T. Shatohin,

Candidate of historical sciences, Associate professor (Belgorod National Research University)

Belgorod State University

Scientific Bulletin

History Political science Economics

Information technologies

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ Белгородского государственного университета

История Политология Экономика Информатика

CONTENTS

SECTORAL MARKETS AND MARKET INFRASTRUCTURE

REGIONAL AND MUNICIPAL ECONOMY

Prediction socio-economic development of the region (example of the Belgorod region). **E.C. Ppridvorova 5**

Use of UNDP'S method for human development rating of russia's regions. **V.L. Anichin, I.YU. Timofeev 15**

Analysis of the institutional conditions and results of technological development in the regions of the Central federal district.

A.V. Nikitin 21

The economy of Euroregion "Slobozhanschina": regional diagnostics. **A.P. Golikov, E.V. Khanova, M.V. Shuba 29**

ECONOMIC THEORY AND NATIONAL ECONOMY

Agroholdings of Russia and Ukraine: general and special.

E.V. Chebotarov 37

MARKET OF LABOUR AND EDUCATION

Training of innovative motivated staff in the establishment under the conditions of regional economy development.

I.A. Shumakova 46

Organizational and economic mechanisms of state-private partnership in education. **I.G. Ershova 52**

The model of strategic cooperation between research universities and the region. **M.Y. Pakhomova 60**

PUBLIC AND BUSINESS FINANCE

Transaction costs in structure unproductive economic agents: determinacy of uncertainty and risk. **E. A. Kuzmin,**

A. V. Gusev 66

COMPUTER SIMULATION HISTORY

Computer modeling of structure random packing of system of spherical particles. **T.P. Bondareva 78**

Analysis of detection and correction errors logic operations and data transformation. **N.I. Korsunov, A.A. Nachetov 86**

Generalize model of parallel timeparameterized processes synthesis for cluster computer systems. **G.A. Polyakov,**

E.G. Tolslolujskaiia, Iu.A. Artiukh 90

V.N. Shilov,
Doctor of philosophical sciences,
Professor (Belgorod National Research
University)

Editorial assistant

V.V. Vasilenko
Candidate of historical sciences
(Belgorod National Research University)

Members of editorial board

M.G. Abramzon, Doctor of historical sciences,
Professor (Magnitogorsk State University)

N.N. Bolgov, Doctor of historical sciences,
Professor (Belgorod National Research University)

A.V. Glukhova, Doctor of political sciences,
Professor (Voronezh State University)

V.D. Dmitrienko, Doctor of technical
sciences, Professor (Kharkov National Technical
University)

R.V. Ilyukhina, Doctor of economical sciences,
Professor (Academy of Economic Security of
Ministry of Internal Affairs of Russia)

O.V. Inshakov, Honoured Science Worker
of Russian Federation, Doctor of economical sci-
ences, Professor (Volgograd State University)

V.A. Kalugin, Doctor of economical sciences,
Professor (Belgorod National Research University)

V.I. Kapalin, Doctor of technical sciences,
Professor (Moscow State Institute
of Electronics and Mathematics (technical
university))

A.V. Korobkov, PhD in Political Science (Middle
Tennessee State University)

N.I. Korsunov, Honoured Science Worker
of Russian Federation, Doctor of technical
sciences, Professor (Belgorod National
Research University)

O.P. Litovka, Doctor of geographical sciences,
Professor (Institute of regional economy
problems of Russian Academy of Sciences,
Saint-Petersburg)

K.N. Lobanov, Doctor of political sciences, Asso-
ciate professor (Belgorod Juridical Institute of
Ministry of Home Affairs of Russian Federation)

S.I. Matorin, Doctor of technical sciences,
Professor (Belgorod National Research University)

E.A. Molev, Doctor of historical sciences, Professor
(Nizhniy Novgorod State University named after
N.I. Lobachevskiy)

O.P. Ovchinnikova, Doctor of economical
sciences, Professor (Orel Regional Academy
of State Service)

S.I. Posokhov, Doctor of historical sciences,
Professor (Kharkov National University named
after V.N. Karazin, Ukraine)

I.M. Pushkareva, Doctor of historical sciences,
Senior scientific worker (Institute of Russian His-
tory of Russian Academy of Sciences)

I.E. Risin, Doctor of economical sciences,
Professor (Voronezh State University)

V.G. Rubanov, Honoured Science Worker of
Russian federation, Doctor of technical sciences,
Professor (Belgorod State Technological University
named after V.G. Shuhov)

E.M. Shagin, Doctor of historical sciences,
Professor (Moscow State Pedagogical University)

The articles are given in authors' editing.

Prepared for release *T.G. Lagutina*
Dummy layout by *Y.A. Lazebnaya*
e-mail: vasilenko_v@bsu.edu.ru

Passed for printing 28.03.2013
Format 60×84/8
Typeface Georgia, Impact
Printer's sheets 23,01
Circulation 1000 copies
Order 170

Subscription reference
in Rospechat' agency catalogue – 18078

Dummy layout is replicated at Belgorod National
Research University Press
Address: 85, Pobedy str., Belgorod, Russia, 308015

SYSTEM ANALYSIS AND PROCESSING OF KNOWLEDGE

Information search in computer science and library science.

L.V. Grekova 95

The neural situational center of the outpacing response.

S.P. Aleshin, E.A. Borodina 101

Information models and methods for multicriteria evaluating the
regional socio-economic projects. **V.A. Lomazov,**

V.I. Lomazova, V.S. Nehotina 112

On information security model object at tampering.

D.V. Desyatov, A.V. Dushkin, V.S. Zarubin,

V.P. Irkhin, V.I. Novoseltsev, Yu.V. Shcherbakova 117

Model of the information system analysis dynamic process to re-
duce desensitization firefighting oil. **D.V. Desyatov, A.N. Lukin,**
O.Ye. Rabotkina, Ye.G. Spiridonov, S.N. Trostyanskiy,

V.I. Fedyanin 123

Information technology of support decision making when
undertaking diagnostic-medical action. **A.I. Povoroznyuk,**

O.A. Povoroznyuk, M.V. Burtsev 129

Application of management integration of In the information-
control systems of critical application to reduce the risk of acci-
dental. **V.S. Zarubin, R.V. Kuzmenko, O.E. Rabotkina,**

V.S. Starodubtsev, S.N. Trostyanskiy, V.I. Fedyanin 138

Semantic relation indicators of information search systems.

S.E. Savotchenko, E.A. Proskurina 145

Risk assessment of impact on property information by fuzzy sets.

V.J. Ischeynov, S.M. Chudinov 152

Recognize machine model in the making support solution inter-
budgetary regulation. **E.D. Streltsova, I.V. Bogomyagkova,**

V.S. Streltsov 157

INFORMATION TECHNOLOGIES AND TELECOMMUNICATION

Application of the algorithm fixedrouting to minimize the average
time of a delay in the network. **V.M. Butorin, A.V. Polyansky,**

E.V. Pavlova 164

Estimation the pitch period sounds Russian speaking.

E.G. Zhilyakov, A.A. Firsova 173

About image sharpness increasing algorithm based on subband
differentiation. **E.G. Zhilyakov, A.A. Chernomorets,**

E.V. Bolgova 182

Information about Authors 188

Information for Authors 192

РЕГИОНАЛЬНАЯ И МУНИЦИПАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 332.122

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА (на примере Белгородской области)

Е.С. ПРИДВОРОВА*Белгородский государственный национальный исследовательский университет**e-mail:
Pridvorova @bsu.edu.ru*

В статье рассмотрены экономико-математические методы, эконометрические модели и их применение в практической деятельности. На основании проведенного сопоставительного анализа эконометрических методов, предложен алгоритм разработки прогнозов развития Белгородской области, обоснованы рекомендации по совершенствованию методического обеспечения социально-экономического прогнозирования. В статье раскрываются особенности современных методов прогнозирования, обосновывается необходимость и целесообразность их применения.

Для анализа и прогнозирования явлений и процессов, влияющих на экономическое развитие региона, эффективным инструментом являются регрессионные математические модели. Преимущество регрессионных моделей состоит не только в возможности определения количественной меры зависимости, но и в изучении влияния различных факторов.

Ключевые слова: прогнозирование, прогноз, экономическое развитие региона, регрессионные модели, экономико-математические методы, эконометрические модели, экономическое моделирование.

Анализ и прогнозирование социально-экономического развития является отправной точкой работы при решении задач по управлению устойчивым развитием региона. Актуальность упомянутой задачи обусловлена исследованием разработки прогнозов развития Белгородской области, построением эконометрической модели, применение которой создаст базу для прогнозирования валового регионального продукта. На основе обоснованного прогноза определяются цели социально-экономического развития региона, уточняются программные мероприятия и приоритеты в развитии регионального хозяйственного комплекса.

Прогнозирование социально-экономического развития региона— предвидение будущего состояния экономики и социальной сферы, составная часть государственного регулирования экономики, призванная определять направления развития регионального комплекса и его структурных составляющих [3, с. 87] . Результаты прогнозных расчетов используются государственными органами для обоснования целей и задач развития, выработки и обоснования социально-экономической политики правительства, способов рационализации использования ограниченных производственных ресурсов.

В состав прогноза социально-экономического развития региона входят набор частных прогнозов, отражающих будущее отдельных сторон жизни общества, и комплексный экономический прогноз, отражающий в обобщенной форме развитие экономики и социальной сферы региона. Сам процесс прогнозирования способствует организации конструктивного взаимодействия науки, бизнеса, общественных организаций и региональных органов государственной власти, формированию согласованных взглядов на проблемы и перспективы развития региона. Прогнозирование имеет большое значение и в теоретическом аспекте, так как является своеобразным катализатором проведения многочисленных исследований, совершенствования их методологии.

В теории и в практике плановой деятельности накоплен значительный набор различных методов разработки прогнозов. Известный ученый Эрих Янч насчитывает их более сотни; на практике в качестве основных используются лишь 15-20 методов (рис. 1) [6, с.102].

По существу, методы моделирования социально-экономического развития региона можно свести в четыре основные группы: экспертная оценка; моделирование; нормативный метод; экстраполяция. Развитие информатики и средств вычислительной техники создает возможность расширения круга используемых методов прогнозирования и планирования. На первый план возвращаются экономико-математические модели на основе комбинаций методов.

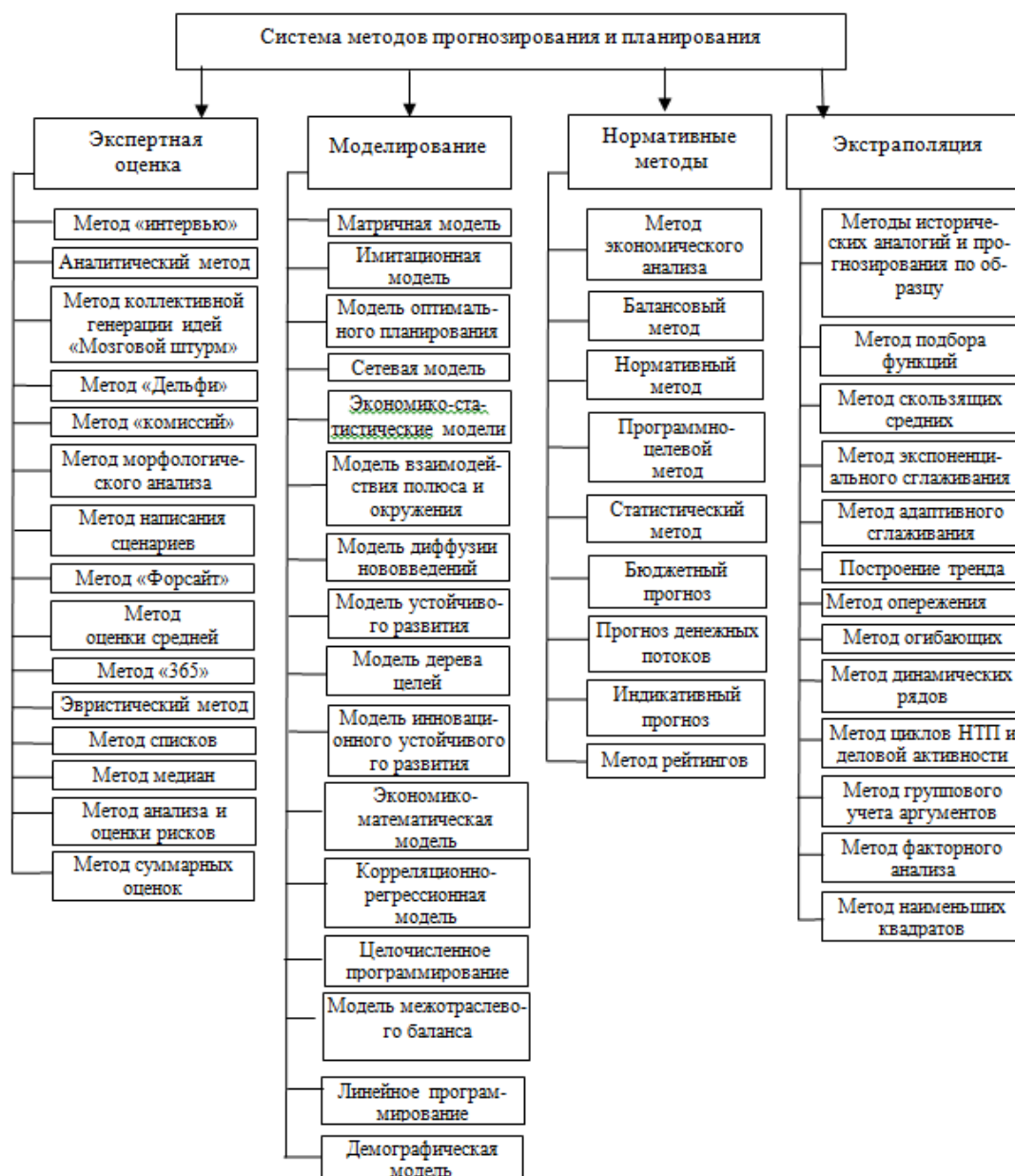


Рис. 1. Классификация методов прогнозирования и планирования

Составление прогнозных значений критериальных показателей и индикаторов влечет за собой неопределенность оценок. Существует множество способов, позволяющих снижать риски от неопределенности оценок при принятии решений, производить верификацию прогнозных данных. Прежде всего, рекомендуется применение следующих взаимодополняющих шагов: обосновать размеры инвестиций; представить возможные результаты с указанием основных допущений их достижения или вероятности (оценки риска); принять во внимание представления и предпочтения регионального и муниципального социально-экономического развития на принципах устойчивости; разработать соответствующие правила принятия решений и стратегии инвестирования в модернизацию и инновационные преобразования [3, с. 56].

Методы прогнозирования непрерывно обогащаются и совершенствуются. Выбор метода прогнозирования зависит от периода, на который необходимо составить прогноз, возможности получить соответствующие исходные данные, требований к точности прогноза, объема информации. В экономической литературе представлено большое разнообразие методов прогнозирования. Так, исследователи [1, с. 157] говорят, что все многообразие методов прогнозирования основано на двух подходах – эвристическом и математическом.

Эвристические методы базируются на использовании явлений или процессов, не поддающихся формализации.

Для математических методов прогнозирования характерен подбор и обоснование математической модели исследуемого процесса, а также способов определения ее неизвестных параметров. Задача прогнозирования при этом сводится к решению уравнений, описывающих данную модель для заданного момента времени.

Среди математических методов прогнозирования в особую группу выделяются методы экстраполяции, которые отличаются простотой, наглядностью и легко реализуются на ЭВМ.

В настоящее время наиболее распространенными и широко применяемыми в экономике являются методы экспертных оценок. «Экспертное оценивание – это формализованная качественная или количественная оценка экспертами характеристик объектов применения метода экспертных оценок с возможными последующим сравнением исследуемых объектов по соответствующим характеристикам». Практически во всех субъектах Российской Федерации в ходе формирования прогнозов социально-экономического развития регионов на среднесрочную перспективу применяются данные подходы для прогнозирования основных параметров.

К методам моделирования относится прогноз, основанный на изучении внутренней логики логических моделей развития исследуемого явления, на анализе исторической преемственности развития науки и техники и сценариев будущего (логический анализ иерархии целей, описание реальных вариантов их достижения и оценка ресурсов).

Нормативные методы это методы планирования основанные на применении для обоснования плановых, программных и прогнозных документов норм и нормативов.

При формировании прогнозов с помощью экстраполяции обычно исходят из статистически складывающихся тенденций изменения тех или иных количественных характеристик объекта. Экстраполируются оценочные функциональные системные и структурные характеристики. Экстраполяционные методы являются одними из самых распространенных и наиболее разработанных среди всей совокупности методов прогнозирования.

С помощью этих методов экстраполируются количественные параметры больших систем, количественные характеристики экономического, научного, производственного потенциала, данные о результативности научно-технического прогресса, характеристики соотношения отдельных подсистем, блоков, элементов в системе показателей сложных систем и др.

Методы экстраполяции – наиболее распространенные в прогнозировании. Они отличаются простотой, наглядностью и легко реализуются на ЭВМ. Подробное описание экстраполяционного метода прогнозирования дается в работах ученых [1,2].

Основу экстраполяционных методов прогнозирования составляет изучение динамических рядов.

Аналитические методы экстраполяции тенденций основаны на применении метода наименьших квадратов к динамическому ряду и представлении закономерности развития явления во времени в виде уравнения тренда.

В настоящее время одним из перспективных направлений прогнозирования считаются адаптивные методы. Адаптивные методы используются в условиях сильной колеблемости уравнений динамического ряда и позволяют при изучении тенденции учитывать влияние предыдущих уравнений на последующие значения динамического ряда. Эти методы рассмотрены наиболее подробно ученым [2].

При региональных исследованиях обязательно изучаются перспективы развития той или иной территории. Траекторию развития или будущее состояние региона в целом и отдельных экономических объектов, в частности, определяют с помощью следующих методов: экстраполяция, экспертные оценки, аналогии, регрессионный и корреляционный анализы.

Важнейшее достоинство адаптивных методов – построение самокорректирующихся моделей, способных учитывать результат прогноза, сделанного на предыдущем шаге. Пусть модель находится в некотором состоянии, для которого определены текущие значения её коэффициентов. На основе этой модели делается прогноз. При поступлении фактического значения оценивается ошибка прогнозного значения. Ошибка прогнозирования через обратную связь поступает в модель и участвует в ней в соответствии с принятой процедурой перехода от одного состояния в другое. В результате вырабатываются компенсирующие изменения, состоящие в корректировании параметров в целях большего согласования поведения модели с динамикой ряда. Затем рассчитывается прогнозная оценка на следующий момент времени, и весь процесс повторяется вновь.

Таким образом, адаптация осуществляется итеративно с получением каждой новой фактической точки ряда. Модель постоянно «впитывает» новую информацию, приспосабливается к ней и поэтому отражает тенденцию развития, существующую в данный момент. На рис. 2 приведена общая схема построения адаптивных моделей прогнозирования [2, с. 181].

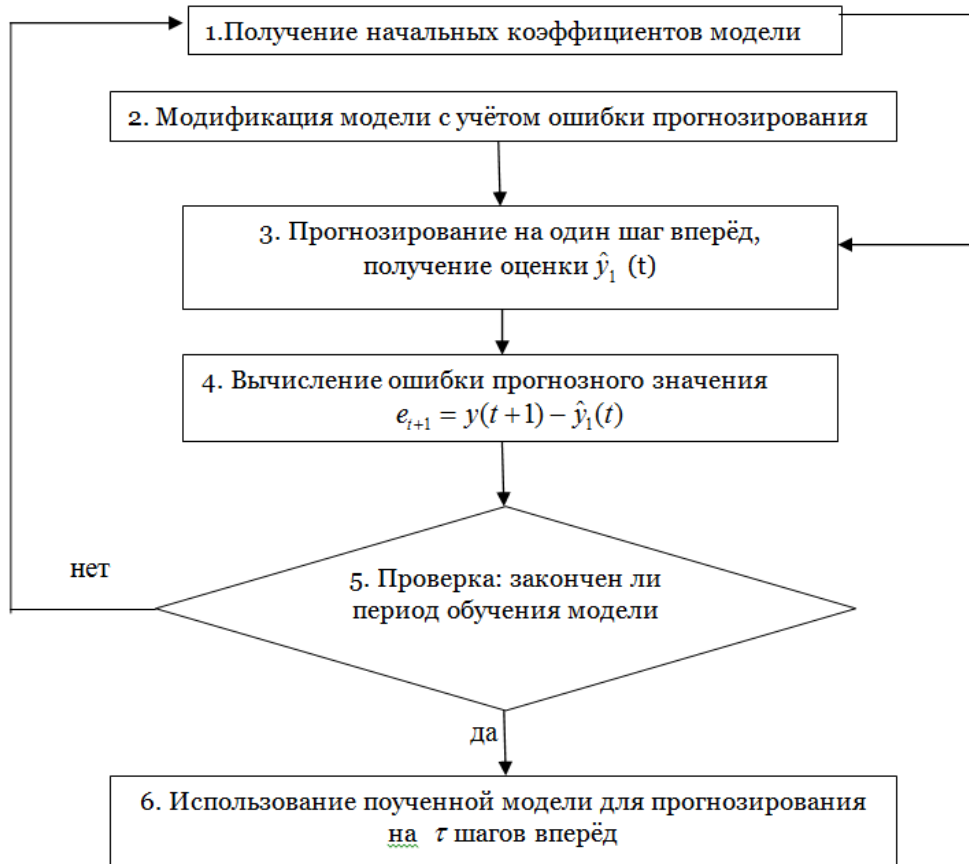


Рис. 2. Схема построения адаптивной модели прогнозирования:
 $y(t)$ – фактические уровни временного ряда; $\hat{y}_\tau(t)$ – прогноз, сделанный в момент t на τ единиц времени (шагов) вперёд; e_{t+1} – ошибка прогноза, полученная как разница между фактическим и прогнозным значением показателя точки $(t+1)$

Быстроту реакции модели на изменения в динамике процесса характеризует так называемый параметр адаптации. Параметр адаптации должен быть выбран таким образом, чтобы обеспечивалось адекватное отображение тенденции при одновременной фильтрации случайных отклонений. Значение параметра адаптации может быть определено на основе эмпирических данных, выведено аналитическим способом или получено на основе метода проб.

В качестве критерия оптимальности при выборе параметра адаптации обычно принимают критерии минимума среднего квадрата ошибок прогнозирования.

На основе рассмотренных особенностей дадим определение группы методов прогнозирования, объединенных общим названием адаптивные.

Адаптивными называются методы прогнозирования, позволяющие строить самокорректирующиеся (самонастраивающиеся) экономико-математические модели, которые способны оперативно реагировать на изменение условий путем учета результата прогноза, сделанного на предыдущем шаге, и учета различной информационной ценности уровней ряда. Благодаря отмеченным свойствам адаптивные методы особенно удачно используются при оперативном, краткосрочном прогнозировании. Указанное определение отражает основные характерные черты, присущие рассматриваемому подходу. В тоже время деление на адаптивные и неадаптивные модели часто носит условный характер.

У истоков адаптивных методов лежит модель экспоненциального сглаживания. Предположим, что модель временного ряда имеет вид:

$$y_t = a_1 + e_t, \tag{1}$$

где $a_1 = \text{const}$;

E_t – случайные неавтокоррелированные отклонения с нулевым математическим ожиданием и дисперсией.

Для экспоненциального сглаживания ряда используется рекуррентная формула:

$$S_t = ay_t + \beta S_{t-1}, \tag{2}$$

где S_t – значение экспоненциальной средней в момент t ;

a – параметр сглаживания $a = \text{const}$, $0 < a < 1$;

$\beta = 1 - a$.

Если последовательно использовать соотношение (1), то экспоненциальную среднюю можно выразить через предшествующие значения уровней временного ряда:

$$\begin{aligned} S_t &= ay_t + \beta S_{t-1} = ay_t + \beta(ay_{t-1} + \beta S_{t-2}) = \\ &= ay_t + a\beta y_{t-1} + \beta^2 S_{t-2} = \dots = ay_t + a\beta y_{t-1} + a\beta^2 y_{t-2} + \dots + a\beta y_{t-i} + \dots + \beta^n S_0 \end{aligned}$$

Таким образом,

$$S_t = a \sum_{i=0}^{n-1} \beta^i y_{t-i} + \beta^n S_0, \tag{3}$$

где n – длина ряда.

При $n \rightarrow \infty \beta^n \rightarrow 0$, следовательно,

$$S_t = a \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i y_{t-i}. \tag{4}$$

Таким образом, величина S_t оказывается взвешенной суммой всех членов ряда. Причем веса отдельных уровней ряда убывают по мере их удаления в прошлое соответственно экспоненциальной функции (в зависимости от «возраста» наблюдений). Именно поэтому величина S_t названа экспоненциальной средней.

Для элиминирования избыточного веса, придаваемого S_0 , Р. Вейд [2, с. 188] предложил модифицировать процедуру.

Пусть $S'_0 = \alpha S_0$, тогда $S'_1 = \alpha y_1 + (1 - \alpha) S'_0 = \alpha y_1 + (1 - \alpha) \alpha S_0$.

Так как весовые коэффициенты в сумме теперь не дают единицу, то вводится дополнительный множитель, равный обратной величине суммы коэффициентов:

$$\tilde{S}_1 = S_1' \frac{1}{\alpha + \alpha(1-\alpha)} [\alpha\gamma_1 + (1-\alpha)\alpha S_0].$$

Тогда на первой итерации при $\alpha = 0,1$ вес текущего уровня y_1 определяется выражением $\frac{1}{2-\alpha} = 0,526$, а вес S_0 уже равен меньшему значению $\frac{1-\alpha}{2-\alpha} = 0,474$.

При краткосрочном прогнозировании необходимо отразить изменения ряда и в то же время очистить его, отфильтровав случайные колебания. Для этого величине α следует присваивать одно из промежуточных значения в интервале от 0 до 1. Если в результате экспериментальных расчетов получено наилучшее значение α , близкое к 1, то целесообразно проверить правомерность выбора модели данного типа.

Иногда поиск этого значения параметра осуществляется путем перебора на сетке значений. В этом случае в качестве оптимального выбирается то значение α , при котором получена наименьшая дисперсия ошибки. В большинстве эконометрических пакетов, например «Мезозавр», SPSS, STATISTIKA и других, при построении этих моделей в меню предусмотрена ветвь «оптимизация», реализующая поиск значений по этой схеме.

В ходе исследования был проведен прогноз дальнейшего изменения индекса промышленного производства. Данный показатель характеризует изменение масштабов производства в сравниваемых периодах, является одним из основных индикаторов промышленного производства Белгородской области.

Для осуществления прогноза используем метод экстраполяции на основе построения трендовых моделей.

Данные для построения трендовой модели промышленного производства Белгородской области за 1992-2011 гг. представлены в табл. 1 [5].

Таблица 1

**Исходные данные
для построения трендовой модели
промышленного производства
Белгородской области за 1992-2011 гг.**

Год	Индекс промышленного производства Российской Федерации	Индекс промышленного производства Белгородской области
1992	84,0	89,9
1993	86,3	95,5
1994	78,4	85,2
1995	95,4	98,4
1996	92,4	87,9
1997	101,0	106,0
1998	95,2	105,0
1999	108,9	115,3
2000	108,7	109,1
2001	102,9	110,1
2002	103,1	116,0
2003	108,9	106,2
2004	108,0	106,3
2005	105,1	111,5
2006	106,3	112,8
2007	106,8	111,5
2008	100,6	111,6
2009	90,7	105,1
2010	108,2	110,0
2011	104,7	106,9

На основании представленных исходных данных (табл. 1) были построены четыре трендовые модели, представленные на рис. 3-6.

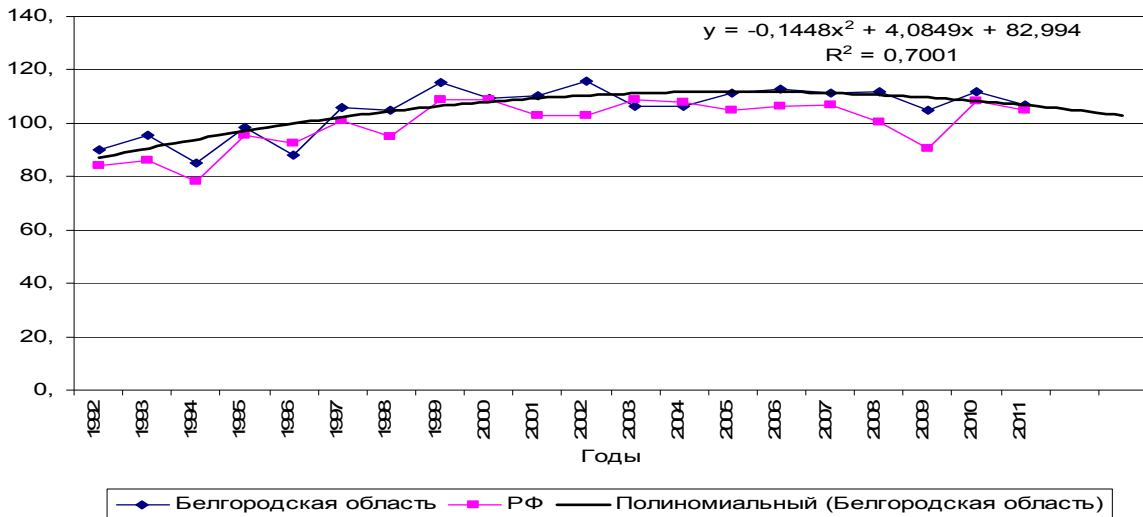


Рис. 3. Полиномиальный тренд индекса промышленного производства Белгородской области

Если для прогнозирования временного ряда, имеющего ярко выраженную линейную тенденцию, использовать формулу 5, опирающуюся на модель экспоненциального сглаживания, то модель, как правило, будет давать смещенные прогнозы, т.е. систематическую ошибку. Для таких временных рядов целесообразно использовать модели линейного роста, также применяющие процедуру экспоненциального сглаживания.

Прогнозная модель определяется равенством

$$y_{\tau}(t) = \hat{a}_{1,t}, \tag{5}$$

где $y_{\tau}(t)$ – прогноз, сделанный в момент t на τ единиц времени (шагов) вперед;

$\hat{a}_{1,t}$ – оценка $a_{1,t}$.

В этих моделях прогноз может быть получен с помощью следующего выражения:

$$\hat{y}_{\tau}(t) = \hat{a}_{1,t} + \hat{a}_{2,t}\tau, \tag{6}$$

где $\hat{a}_{1,t}, \hat{a}_{2,t}$ – текущие оценки коэффициентов;

τ – период прогноза.

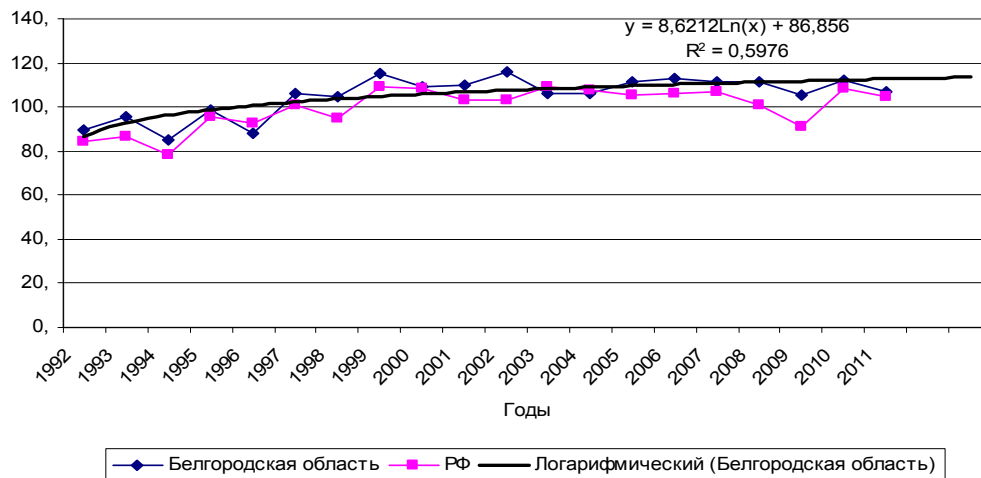


Рис. 4. Логарифмический тренд индекса промышленного производства Белгородской области

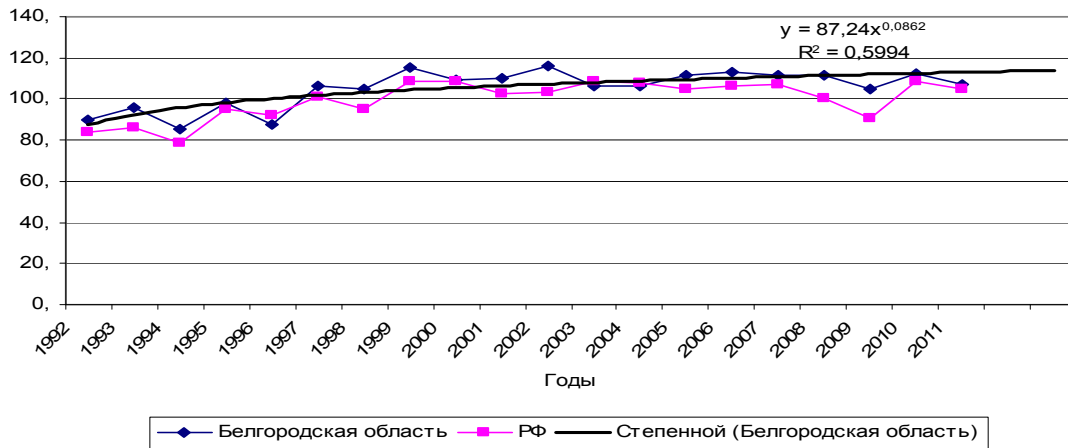


Рис. 5. Степенной тренд индекса промышленного производства Белгородской области

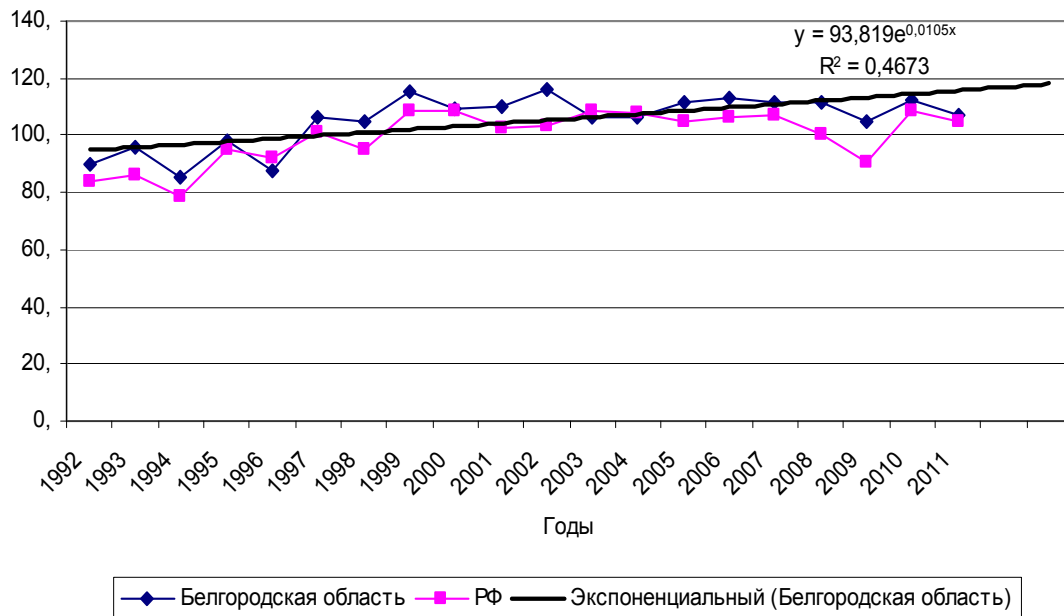


Рис. 6. Экспоненциальный тренд индекса промышленного производства Белгородской области

В табл. 2 представим уравнение полиномиальной, логарифмической, степенной, экспоненциальной моделей индекса промышленного производства Белгородской области.

Таблица 2

Трендовые модели индекса промышленного производства Белгородской области

Тип модели	Построение трендовой модели
Полиномиальная модель	$y = -0,1448 x^2 + 4,0849 x + 82,994$
Логарифмическая модель	$y = 8,6212 \ln(x) + 86,856$
Степенная модель	$y = 87,24 x^{0,0862}$
Экспоненциальная модель	$y = 93,819 e^{0,0105x}$

Для адекватных моделей проведена оценка точности. Точность модели характеризуется величиной разности между значением фактического уровня и значением по построенной трендовой модели.

Для оценки качества однофакторной модели в эконометрике используют коэффициент детерминации и среднюю ошибку аппроксимации.

Средняя ошибка аппроксимации определяется как среднее отклонение полученных значений от фактических по формуле (7)

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y_i - \hat{y}}{y_i} \right| \times 100\%, \quad (7)$$

Допустимая ошибка аппроксимации не должна превышать 10%. Результаты проверки точности модели приведены в табл. 3.

Таблица 3

Средние относительные ошибки аппроксимации адекватных моделей, %

Тип модели	Значение ошибки	Точное значение ошибки	Уровень точности
Логарифмическая	0,22	0,228	-
Степенная	0,22	0,220	Точный
Полиномиальная	0,22	0,220	Точный
Экспоненциальная	0,22	0,229	-

Итак, наиболее точной является степенная и полиномиальная трендовая модель.

Рассмотрим прогноз индекса промышленного производства Белгородской области на 2012-2013 гг. в табл. 4.

Таблица 4

Прогноз индекса промышленного производства Белгородской области на период 2012- 2013 гг.

Прогноз	Индекс промышленного производства			
	Логарифмическая трендовая модель	Степенная трендовая модель	Полиномиальная трендовая модель	Экспоненциальная трендовая модель
2012	113,10	113,42	104,92	116,96
2013	113,50	113,88	102,77	118,19

Индекс промышленного производства Белгородской области при данных условиях по степенной трендовой модели в 2012 году прогнозируется на уровне 116,96%, а в 2013 году – на уровне 118,19%, по полиномиальной трендовой модели индекс промышленного производства составит в 2012 году 104,92%, а в 2013 году – 102,77%.

Важное прикладное значение в прогнозировании валового регионального продукта по Белгородской области принадлежит методам регрессионного анализа. Выявлено, что достоинством регрессионного метода следует считать его универсальность, широкий выбор функциональных зависимостей, возможность включения в статистическую модель в качестве самостоятельной переменной фактора времени.

Наилучшие результаты дает модель множественной регрессии:

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_nx_n, \quad (8)$$

где Y – зависимая переменная (валовой региональный продукт по Белгородской области), x_i – независимые переменные (факторы), b_i – регрессионные коэффициенты.

Регрессионные коэффициенты корреляции представлены в табл. 5.

Главными критериями отбора факторов являются точность, достоверность, оперативность получения информации, а также возможность их прогнозирования. Исходя из этих требований, для построения модели были отобраны следующие факторы:

- численность населения, тыс. чел (x_1);
- добыча полезных ископаемых млрд.руб (x_2);
- индекс потребительских цен (x_3);
- индекс цен производителей промышленных товаров (x_4).

Таблица 5

Регрессионные коэффициенты и коэффициенты корреляции

Независимые переменные		Регрессионные коэффициенты	Коэффициенты корреляции
x_1	Численность населения, тыс.чел.	1,24	0,95
x_2	Добыча ископаемых, млрд.руб.	12,57	0,94
x_3	Индекс потребительских цен	-1,28	0,92
x_4	Индекс цен производителей промышленных товаров	-1,26	0,91

Использованы исходные данные за период 1995-2011 гг. После определения регрессионных коэффициентов уравнение регрессии принимает следующий вид:

$$Y = -18684,2 + 1,24x_1 + 12,57x_2 - 1,83x_3 - 1,26x_4. \quad (9)$$

Коэффициент корреляции принимает значения в интервале от -1 до +1. Если коэффициент больше 0,7 – связь сильная, или тесная. Наиболее сильная связь присутствует у фактора численности населения. Коэффициент детерминации для модели составляет $R^2 = 0,95$.

Рассчитанный коэффициент корреляции свидетельствует об очень тесной зависимости изменения валовой продукции от изменения ее факторов. Коэффициент детерминации, характеризующий качество подбора прямолинейной линии регрессии для прогноза равен 0,95. Это говорит о том, что уравнение регрессии объясняется 95% дисперсии результативного признака, а на долю прочих факторов приходится лишь 5% дисперсии, т.е. остаточная дисперсия.

Таким образом, можно сделать вывод, что в ходе исследования был проведен прогноз дальнейшего изменения индекса промышленного производства. Для осуществления прогноза использовался метод экстраполяции на основе построения трендовых моделей. Для адекватных (действительных) моделей проведена оценка точности. Выявлено, что наиболее точной является степенная и полиномиальная трендовая модель.

Список литературы

1. Бережная, Е.В. Математические методы моделирования экономических систем / Е.В. Бережная, В.И. Бережной. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 368 с.
2. Дуброва, Т.А. Статистические методы прогнозирования / Т.А. Дуброва. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 206 с.
3. Егоров, В.В. Прогнозирование национальной экономики / В.В. Егоров. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 184 с.
4. Настенко, А.Д. Прогнозирование отраслевого и регионального развития / А.Д. Настенко. – М.: ГелиосАРВ, 2002. – 144 с.
5. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2002 – 2011: стат. сб. М.: Росстат, 2002 – 2011.

PREDICTION SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE REGION (Example of the Belgorod region)

E.C. PRIDVOROVA*Belgorod National
Research University**e-mail:**Pridvorova@bsu.edu.ru*

This article describes the economic and mathematical methods, econometric models and their application in practice. Based on the comparative analysis of econometric methods, algorithm development forecasts of the Belgorod region, based recommendations for improving methods for social and economic forecasting. The article describes the characteristics of modern forecasting methods, the necessity and feasibility of their application. For analysis and prediction of phenomena and processes that impact on the economic development of the region, is an effective tool for regression mathematical model. The advantage of regression models is not only the possibility of defining a quantitative measure of dependence, but also to study the influence of various factors.

Keywords: prediction, forecast, the economic development of the region, the regression model, the economic-mathematical methods, econometric models, economic modeling.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПРООН ДЛЯ ОЦЕНКИ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНОВ РФ

В.Л. АНИЧИН
И.Ю. ТИМОФЕЕВ

*Белгородская
государственная
сельскохозяйственная
академия*

*e-mail:
vladislavanichin@rambler.ru
igor--tim@mail.ru*

Рассмотрена эволюция методики ПРООН, применяемой для измерения человеческого развития. Обоснованы предложения по изменению структуры индекса развития человеческого потенциала, предусматривающие уменьшение числа реперных точек и отказ от какой-либо корректировки измерений, будь то логарифмирование дохода или применение меры неприятия неравенства по Аткинсону. Представлены результаты расчета модифицированного индекса на примере 10 регионов РФ.

Ключевые слова: ПРООН, индекс развития человеческого потенциала, структура индекса, реперные точки, измерение неравенства, индекс регионального развития человеческого потенциала, региональные сравнения.

Программа развития ООН (ПРООН) – это организация при ООН, оказывающая помощь правительствам в различных сферах деятельности, в том числе – в оценке развития человеческого капитала. Начиная с 1990 г. ПРООН ежегодно издаёт доклад, в котором публикуется рассчитанный по каждой стране индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП).

Техника измерения человеческого развития наиболее детально изложена на русском языке в работе [7]. Последние изменения в методике отражены в докладах ПРООН за 2010-2011 гг. [2, 4]. Неизменными в составе ИРЧП являются три основных компонента: долголетие, образование и доход, хотя способы их оценки постоянно корректируются.

Долголетие характеризует способность прожить долгую и здоровую жизнь, что составляет естественный жизненный выбор и одну из основных универсальных потребностей человека. Базовым показателем долголетия служит средняя ожидаемая продолжительность предстоящей жизни при рождении, исчисляемая в целом для мужчин и женщин. Этот показатель рассчитывается на основе условного поколения. Он выражает количество лет, которые может прожить новорождённый, если существующие на момент его рождения показатели смертности останутся неизменными на протяжении всей его жизни [7].

Образование рассматривается как обретение способностей к получению и накоплению знаний, к общению и обмену информацией. С 1995 г. образованность оценивалась с помощью комбинации двух базовых показателей: уровня грамотности взрослого населения и совокупного валового коэффициента поступивших в начальные, средние и высшие учебные заведения (он равен числу учащихся начальных, средних и высших учебных заведений, независимо от возраста, в процентном отношении к численности населения типичного (официально принятого) для соответствующего уровня образования возраста). Значение этого коэффициента может превышать 100% из-за «второгодников» и поступления в школу в более раннем возрасте, нежели типичный возраст для этого уровня. В этом коэффициенте не принимаются в расчет учащиеся, зачисленные в учебные заведения в других странах [7].

С 2010 г. применяется новая комбинация показателей. Вместо показателя грамотности используется средняя продолжительность обучения, а охват детей школьным образованием пересчитывается как ожидаемая продолжительность обучения, т.е. такая продолжительность, на которую ребёнок может рассчитывать при существующем уровне охвата образованием [2].

Доход отражает доступ к материальным ресурсам, необходимым для достойного существования, включая ведение здорового образа жизни, обеспечение территориальной и социальной мобильности, обмен информацией и участие в общественной жизни. Для оценки материального уровня жизни как элемента человеческого развития используется

величина валового национального дохода (ВНД)¹ на душу населения, подвергаемая определённым преобразованиям. Одним из таких преобразований является расчёт реального ВНД на душу населения, конвертированного в доллары США в соответствии с паритетом покупательной способности (ППС) [7].

Однако практическая реализация концепции расчёта реального ВНД на душу населения по ППС наталкивается на ряд методических трудностей, среди которых: различная структура потребительской корзины, как по составу товаров, так и по их качеству; отсутствие согласованности результатов расчётов территориальных индексов Фишера, полученных для всей совокупности стран, участвующих в сопоставлении, в связи с чем требуется применять дополнительные методы, сводящие эту несогласованность к минимуму.

Долгое время применяемая в международной практике и до сих пор используемая в РФ [3] формула ИРЧП имеет следующий вид:

$$ИРЧП = \sum_{j=1}^j a_j \frac{X_j - m_j}{M_j - m_j}, \quad (1)$$

где a_j – вес соответствующего индекса элемента ИРЧП (вес ожидаемой продолжительности жизни составляет 1/3, специального индикатора материального благосостояния – 1/3, уровня грамотности взрослого населения – 2/9, совокупного валового коэффициента поступивших в начальные, средние и высшие учебные заведения – 1/9; таким образом, вес каждого элемента человеческого развития равен 1/3);

X_j – фактическое значение показателя, описывающего j -й элемент (j -е измерение) развития человеческого потенциала;

m_j и M_j – соответственно минимальное и максимальное значения показателя (реперные точки), описывающего j -й элемент развития человеческого потенциала.

Подиндекс дохода рассчитывался с 2000 г. в соответствии с принципом убывающей полезности дохода. В расчётной формуле используется десятичный логарифм реального душевого дохода. Это, как утверждают толкователи идеологии построения ИРЧП, объясняется следующим: возрастание объёма материальных благ хотя и влечёт за собой расширение доступа к ресурсам, способствующим человеческому развитию, но не в той же самой, а в меньшей пропорции [7]. Используемая формула имела вид

$$I_{\text{дохода}} = \frac{\lg X_j - \lg m_j}{\lg M_j - \lg m_j}. \quad (2)$$

В 2010 г. семейство индикаторов, которые измеряют человеческое развитие, было расширено. В дополнение к ИРЧП, который является сводным показателем, опирающимся на среднестрановые статистические данные и не учитывающим внутреннего неравенства, были введены три новых индикатора: 1) индекс человеческого развития, скорректированный с учетом социально-экономического неравенства (ИЧРН); 2) индекс гендерного неравенства (ИГН); 3) индекс многомерной бедности (ИМБ). При этом сам ИРЧП подвергся существенной корректировке [5].

Идея учета внутристранового неравенства по всем компонентам ИРЧП нашла воплощение в ИЧРН. ИЧРН представляет собой среднее геометрическое трёх подиндексов, скорректированных с учетом неравенства:

$$ИЧРН = \sqrt[3]{\prod_j (1 - A_j) \cdot I_j}, \quad (3)$$

где A_j – мера неприятия Аткинсона, вычисляемая для каждого компонента по формуле

$$A_j = \left(1 - \frac{\text{средняя геометр. } X_j}{\text{средняя арифм. } X_j} \right) = \left(1 - \frac{\sqrt[n]{X_{1j} \cdot X_{2j} \cdot \dots \cdot X_{nj}}}{\bar{X}_j} \right). \quad (4)$$

Причем подиндекс дохода, используемый в формуле (3), рассчитывается без логарифмирования.

¹ До 2010 г. при международных сравнениях ПРООН при построении ИРЧП вместо ВНД применяется валовой внутренний продукт (ВВП)

Средняя геометрическая из трех подиндексов представляет собой индекс человеческого развития (ИЧР):

$$ИЧР = \sqrt[3]{\prod_j I_j} \tag{5}$$

ИЧРН равен произведению ИЧР и поправки на неравенство (ПН):

$$ИЧРН = \sqrt[3]{\prod_j (1 - A_j)} \cdot \sqrt[3]{\prod_j I_j} = ПН \cdot ИЧР \tag{6}$$

ИЧРН учитывает неравенство в отдельных измерениях ИЧР путем «дисконтирования» среднего значения каждого измерения (компонента) в соответствии с его уровнем неравенства. ИЧРН равен ИЧР, если неравенство между людьми отсутствует, и приобретает значение ниже ИЧР по мере усиления неравенства. В этом смысле ИЧРН представляет собой фактический уровень развития человека (с учетом неравенства), в то время как ИЧР можно рассматривать как индекс «потенциального» развития человека, которое может быть достигнуто при отсутствии неравенства. Разница между ИЧР и ИЧРН представляет собой снижение уровня развития человека, обусловленное неравенством [4].

Все рассмотренные выше основные формулы, применявшиеся в разное время для оценки человеческого развития по методике ПРООН, представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Эволюция формул, применяемых ПРООН
для сравнительной оценки развития человеческого потенциала**

Период	Название показателя		Расчетная формула	
	английское	русское	интегральный индекс	подиндекс дохода
1990-1999	Human Development Index (HDI)	Индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП)	$\frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 I_j$	$\frac{X - m}{M - m}$
2000-2009	Human Development Index (HDI)	Индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП)	$\frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 I_j$	$\frac{\log X - \log m}{\log M - \log m}$
2010-2011	Human Development Index (HDI)	Индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП)	$\sqrt[3]{\prod_j I_j}$	$\frac{\log X - \log m}{\log M - \log m}$
	Human Development Index based on unlogged income index (HDI*)	Индекс человеческого развития (ИЧР)	$\sqrt[3]{\prod_j I_j}$	$\frac{X - m}{M - m}$
	Inequality-adjusted Human Development Index (IHDI)	Индекс человеческого развития, скорректированный с учетом неравенства (ИЧРН)	$\sqrt[3]{\prod_j (1 - A_j)} \cdot \sqrt[3]{\prod_j I_j}$	$\frac{X - m}{M - m}$

Прослеживается тенденция увеличения влияния на результаты межстрановых сравнений внутристранового неравенства. Однако, попытки скорректировать ИРЧП путем введения в его формулу поправок, учитывающих «уменьшающуюся» полезность большого индивидуального дохода и даже долголетия, представляются нам неубедительными, бездоказательными.

Притом, что значительное неравенство в различных аспектах жизни, несомненно, выступает сдерживающим фактором развития человечества, было бы ошибкой игнорировать и пользу, которое несёт неравенство как явление. Косвенно пользу неравенства можно измерить, оценив все негативные последствия полного равенства в продолжительности жизни, образовании и обеспеченности материальными благами. Полное ра-

венство ограничивает использование таких факторов развития, как следование за лидером, состязательность, предприимчивость, разделение труда.

В докладе о развитии человеческого потенциала в Российской Федерации за 2011 г. отмечается, что именно благодаря неравенству формируются модели трансформации образования в доходы и доходов в инвестиции [3].

По нашему мнению, поскольку нет полной и точной информации о том, как конкретно влияет неравенство на развитие человеческого потенциала, нет смысла вводить соответствующие поправки путем логарифмирования дохода или применения коэффициентов неприятия Аткинсона.

Что касается стоимостного компонента ИРЧП, исчисляемого на душу населения, то гораздо важнее не пытаться обнаружить неуловимую меру уменьшающейся полезности роста этого показателя, а объективно учесть дифференциацию доходов в той или иной стране или регионе. Вполне допустимым, на наш взгляд, было бы строение стоимостного компонента по подобию образовательного компонента в формуле (1) и выражение его, например, через долю населения страны, имеющего доходы выше прожиточного минимума.

Спорной является и происшедшая в 2010 г. замена ВВП на ВНД в составе ИРЧП, аргументированная тем, что резиденты отдельных стран имеют значительные поступления извне. Например, как отмечается в докладе ПРООН за 2010 г., ВНД Филиппин значительно больше, чем ВВП этой страны вследствие большого объема денежных переводов из заграницы; ВНД Восточного Тимора многократно превышает ВВП благодаря предоставляемой международной помощи [2]. Но следует ли ставить руководству этих стран в заслугу то, что в одном случае значительная часть населения работает за рубежом, а в другом – дело дошло до гуманитарной помощи? Мы даём на этот вопрос отрицательный ответ и считаем, что оценку человеческого развития на той или иной территории необходимо строить, прежде всего, по достигнутым результатам от приведения в действие системных долгосрочных факторов.

Критику в отношении применения ВНД не следует рассматривать как аргумент за ВВП. ВВП и его региональный аналог ВРП имеют массу недостатков, как это показано в работах [1, 6].

Мы предлагаем использовать для сравнительной оценки человеческого развития в регионах РФ следующую формулу индекса регионального развития человеческого потенциала (ИРРЧП):

$$\text{ИРРЧП} = \sqrt[3]{I_{\text{ОПЖ}} \cdot I_{\text{ОБРАЗОВАНИЯ}} \cdot I_{\text{ДОХОДА}}}, \quad (7)$$

где $I_{\text{ОПЖ}}$ – подиндекс долголетия, вычисляемый по формуле

$$I_{\text{ОПЖ}} = \frac{\text{ОПЖ}}{100}, \quad (8)$$

где ОПЖ – ожидаемая продолжительность жизни при рождении, лет; 100 – максимальная реперная точка, лет;

$I_{\text{ОБРАЗОВАНИЯ}}$ – подиндекс образования, вычисляемый по формуле

$$I_{\text{ОБРАЗОВАНИЯ}} = \sqrt{U_{\text{Г}} \cdot K_{\text{П}}}, \quad (9)$$

где $U_{\text{Г}}$ – уровень грамотности взрослого населения (коэффициент);

$K_{\text{П}}$ – совокупный валовой коэффициент поступивших в начальные, средние и высшие учебные заведения к численности населения в возрасте 7-24 лет;

$I_{\text{ДОХОДА}}$ – подиндекс дохода, вычисляемый по формуле

$$I_{\text{ДОХОДА}} = \frac{\text{ЧЖД}}{\text{ЧЖ}}, \quad (10)$$

где ЧЖД – численность жителей региона с доходами выше прожиточного минимума;

ЧЖ – численность жителей региона.

В табл. 2 представлены результаты расчета ИРРЧП по данным за 2009 г.

Таблица 2

10 регионов РФ с наивысшим уровнем ИРРЧП (рассчитано на основе [3])

Регион	ОПЖ, лет	Доля (коэффициент)			Подиндексы			ИРРЧП	Место
		грамотных	учащихся в возрасте 7-24 лет	жителей с доходами не ниже прожиточного уровня	долголетия	образования	дохода		
г. Москва	73,61	0,998	1,254	0,901	0,736	1,119	0,901	0,9053	1
г. Санкт-Петербург	71,19	0,998	1,064	0,912	0,712	1,030	0,912	0,8746	2
Республика Татарстан	70,82	0,990	0,772	0,917	0,708	0,874	0,917	0,8280	3
Белгородская область	71,07	0,986	0,754	0,899	0,711	0,862	0,899	0,8198	4
Курская область	68,06	0,985	0,856	0,881	0,681	0,918	0,881	0,8196	5
Челябинская область	68,26	0,991	0,778	0,891	0,683	0,878	0,891	0,8113	6
Свердловская область	68,39	0,992	0,765	0,891	0,684	0,871	0,891	0,8097	7
Томская область	68,06	0,989	0,888	0,823	0,681	0,937	0,823	0,8067	8
Липецкая область	68,44	0,984	0,727	0,903	0,684	0,846	0,903	0,8055	9
Новосибирская область	68,94	0,988	0,828	0,838	0,689	0,904	0,838	0,8054	10

Методика ПРООН, используемая для межстрановых сравнений, в случае её применения для межрегиональных сравнений должна быть адаптирована к особенностям конкретной страны. Предлагаемая формула индекса регионального развития человеческого потенциала предполагает использование только одной реперной точки (100 лет), которая в ближайшие десятилетия вряд ли будет пересмотрена. Это позволяет анализировать динамику изменения ИРРЧП без корректировки результатов, полученных за предыдущие периоды. Анализ динамики ИРРЧП в сочетании с межрегиональными сравнениями позволит объективно оценить роль регионов в развитии человеческого потенциала страны.

Список литературы

1. Аничин, В.Л. ВВП: преимущества и недостатки показателя / В.Л. Аничин, И.Ю. Тимофеев // В мире научных открытий. 2012. №6. С. 33-47.
2. Доклад о развитии человека 2010. Реальное богатство народов: пути к развитию человека / Пер. с англ.; ПРООН. – М., Издательство «Весь Мир», 2010. – 244 с.
3. Доклад о развитии человеческого потенциала в Российской Федерации за 2011 г. / под ред. А.А. Аузана и С.Н. Бобылева. М.: ПРООН в РФ / Дизайн-макет, допечатная подготовка, печать: ООО «Дизайн-проект «Самолет», 2011. – 146 с.
4. Доклад о человеческом развитии 2011. Устойчивое развитие и равенство возможностей: лучшее будущее для всех / пер. с англ.; ПРООН. – М., Издательство «Весь Мир», 2011. – 188 с.
5. Индекс развития человеческого потенциала [Электронный ресурс] <http://ru.wikipedia.org/wiki/HDI>
6. Флербе М. За пределами ВВП: в поисках меры общественного благосостояния. Часть I / М. Флербе // Вопросы экономики. 2012. №2. С. 67-93.
7. Человеческое развитие: новое измерение социально-экономического прогресса. Учебное пособие под общей редакцией проф. В.П. Колесова (экономический факультет МГУ). – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Права человека, 2008. – 636 с.

USE OF UNDP'S METHOD FOR HUMAN DEVELOPMENT RATING OF RUSSIA'S REGIONS

**V. L. ANICHIN
I.YU. TIMOFEEV**

*The Belgorod State
Agricultural Academy*

*e-mail:
vladislavanichin@rambler.ru
igor--tim@mail.ru*

This paper reviews the recent evolution of UNDP's method that is using for human development estimating. Methodical proposals are grounded to improve structure of human development index for regional comparison. They include reduction in the number of fixed (minimum and maximum) dimension values, and refusal to adjust data either logging income or using Atkinson inequality index. And finally results of calculating new regional human development index are presented.

Keywords: UNDP, human development index, structure of index, fixed (minimum and maximum) values, measuring of inequality, regional human development index, regional comparison.

АНАЛИЗ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ В РЕГИОНАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

А.В. НИКИТИН

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

e-mail:
nikitin.bel@gmail.com

В данной статье представлены результаты анализа технологического состояния регионов Центрального федерального округа, достигнутого посредством действующего института научно-технологического развития. На основе данного анализа выдвигается гипотеза о необходимости трансформирования института, упомянутого выше, и его адаптации под особенности современной российской экономики. Рассматриваются условия, необходимые для реализации эффективной трансформации обсуждаемого института.

Проводится анализ уже осуществлённых преобразований инфраструктурного и законодательного характера, способных активировать процесс внутриинституциональных изменений на фоне консолидации достигнутых технологических результатов на макро- и мезоуровнях.

Предпринимается попытка прогноза перспективного технологического состояния регионов Центрального федерального округа, основанная на допущении, что все условия, необходимые для эффективной трансформации института научно-технологического развития, соблюдены.

Ключевые слова: технология, инновации, развитие, институты, регион, центры кластерного развития, трансфер.

Наука и технология являются неотъемлемыми частями современной экономики, основными драйверами её развития. Экономика же, в свою очередь, устанавливает жёсткие требования к результатам научно-технологической деятельности, заключающиеся в практической значимости разрабатываемых новшеств и транспарентности расходования средств на их создание. Подобного рода взаимозависимость науки, технологий и экономики требует постоянного контроля за ними со стороны государства. За последнее десятилетие российская экономика претерпела множество положительных изменений в различных направлениях, однако в силу объективных причин, порождаемых кризисными явлениями 90-х годов XX века, не все направления, в частности, наука и технологическое развитие, получили должное внимание со стороны правительства страны, занятого экономическими преобразованиями иного рода. В связи с этим одни из важнейших задач России на текущий момент – трансформирование и оптимизация института научно-технологического развития с целью повышения его эффективности и открытости. Под институтом в данной статье понимается регулятор, который включает в себя как формальные правила и неформальные ограничения (общепризнанные нормы поведения, достигнутые соглашения, внутренние ограничения деятельности), так и определенные условия для выполнения тех и других [6].

Трансформирование института научно-технологического развития и его адаптация к современным экономическим условиям позволит повысить контролируемость процесса инициации, создания, апробирования и трансфера технологий, что, безусловно, окажет существенное влияние на экономический рост страны и упростит систематическую диагностику технологического уровня страны в целом и её регионов в частности. Трансформирование института научно-технологического развития, частью которого будет современный механизм генерации и трансфера технологий, позволит повысить эффективность обновления материально-технического фундамента России, будет содействовать созданию новых рабочих мест, снижению оттока капитала из страны, а также упрочит положение страны на мировой арене посредством повышения капитализации передовых отраслей страны, увеличения эффективности отдельных производств, выражающуюся в максимизации добавленной стоимости производимой ими продукции. Однако следует отметить, что для корректного трансформирования вышеупомянутого института необходимо соблюдение ряда условий.

Во-первых, иницирующие импульсы по созданию и укреплению института научно-технологического развития должны исходить не только от федеральных, но и от региональных субъектов экономической деятельности с целью повышения вовлечённости как можно большей части страны в создание, трансфер и равномерное распределение технологий.

Во-вторых, должен быть создан адекватный целям института инфраструктурный базис, который бы позволил эффективно осуществлять материально-техническую поддержку института в процессе его функционирования.

В-третьих, необходимо усовершенствовать законодательство Российской Федерации в части защиты авторских прав, а также в части механизмов финансирования и субсидирования научной и образовательной деятельности.

Основной целью данной статьи является анализ текущего технологического состояния регионов ЦФО, достигнутого с помощью действующего института научно-технологического развития, а также анализ макроэкономических изменений, способных содействовать совершенствованию вышеупомянутого института.

Таким образом, ключевые задачи данного исследования следующие:

- определение текущего технологического состояния регионов ЦФО;
- анализ существующих предпосылок технологического развития посредством анализа макроэкономических институциональных изменений;
- обобщение полученных данных и формулирование на их основе предположения относительно тенденции технологического развития регионов ЦФО в среднесрочной перспективе.

В пользу актуальности исследования, результаты которого изложены в данной статье, говорят все те меры, которые принимаются высшими органами власти, и генеральная линия развития технологической базы регионов, реализуемая правительством Российской Федерации. Результаты, полученные в ходе данного исследования, позволят дать предварительную оценку текущим экономическим институциональным преобразованиям, оказывающим влияние на технологическое развитие регионов и страны в целом.

В качестве методов аналитической работы были использованы методы сравнительного, графического, корреляционного анализа и общестатистические методы.

В основу фактологической базы исследования легли данные, представленные Федеральной Службой Государственной статистики о числе используемых и созданных передовых технологий внутри административно-хозяйственных субъектов (регионов) Центрального федерального округа Российской Федерации.

В качестве метода оценки текущего технологического состояния регионов Центрального федерального округа был выбран расчёт удельного веса созданных передовых технологий в субъекте Российской Федерации в общей совокупности используемых передовых технологий в данном субъекте.

Во избежание неточностей в трактовке используемых показателей следует привести определения, уточняющие термины, используемые в названии данных показателей, представленных на официальном сайте Федеральной Службы Государственной статистики (ФСГС). Согласно материалам данной службы, под передовыми производственными технологиями понимаются технологии и технологические процессы (включая необходимое для их реализации оборудование), управляемые с помощью компьютера или основанные на микроэлектронике и используемые при проектировании, производстве или обработке продукции (товаров и услуг).

Создание (разработка) технологий, описанных выше, включает подготовку и утверждение проектно-сметной документации, оформление эскизной, технической и рабочей документации, изготовление необходимого оборудования, подготовку и проведение испытаний, выпуск опытного образца (партии) и их приемку в установленном порядке [7].

Под использованием передовой производственной технологии, согласно определению ФСГС, следует понимать её внедрение и производственную эксплуатацию. В качестве обязательного условия необходимо отметить то, что технология считается используемой лишь при производственной эксплуатации, результатом которой является выпуск продукции или оказание услуг [8].

Из вышеописанного очевидно, что разработка передовых технологий является капиталоемким и трудоёмким предприятием, требующим выполнения ряда сложных и

продолжительных этапов. То есть рост показателя количества разработанных передовых технологий в абсолютных числах и особенно рост разработанных передовых технологий относительно общего числа используемых передовых технологий в субъекте РФ может выступать маркером уровня технологического развития того или иного региона. На основе анализа удельного веса созданных передовых технологий в общем объеме используемых передовых технологий в субъекте РФ и был сделан вывод о технологическом состоянии регионов ЦФО. Для расчёта обозначенного выше показателя предлагается авторская формула

$$G_{сг} = \frac{Q_{сг}}{Q_{и}} \times 100\%$$

где $G_{сг}$ – удельный вес созданных передовых технологий в общем объеме используемых передовых технологий в субъекте РФ;

$Q_{сг}$ – количество созданных передовых технологий в субъекте РФ за отчетный период (год) [9];

$Q_{и}$ – количество использованных передовых технологий в субъекте РФ за отчетный период (год) [10].

Расчёт показателя, представленного выше, был произведён для регионов Центрального федерального округа – Белгородской, Калужской, Воронежской, Ярославской, Московской и Тверской областей. Объективное ограничение, вызванное частичным отсутствием статистических данных по оставшимся областям данного округа, не позволило построить полный числовой ряд динамики и произвести расчёт для всех регионов ЦФО.

С целью визуализации динамики данного показателя на временном отрезке в 12 лет был построен график, позволяющий произвести сравнительный анализ указанных выше регионов в разрезе рассматриваемого материала. Временной период в 12 лет обусловлен отсутствием статистических данных за более продолжительное время.

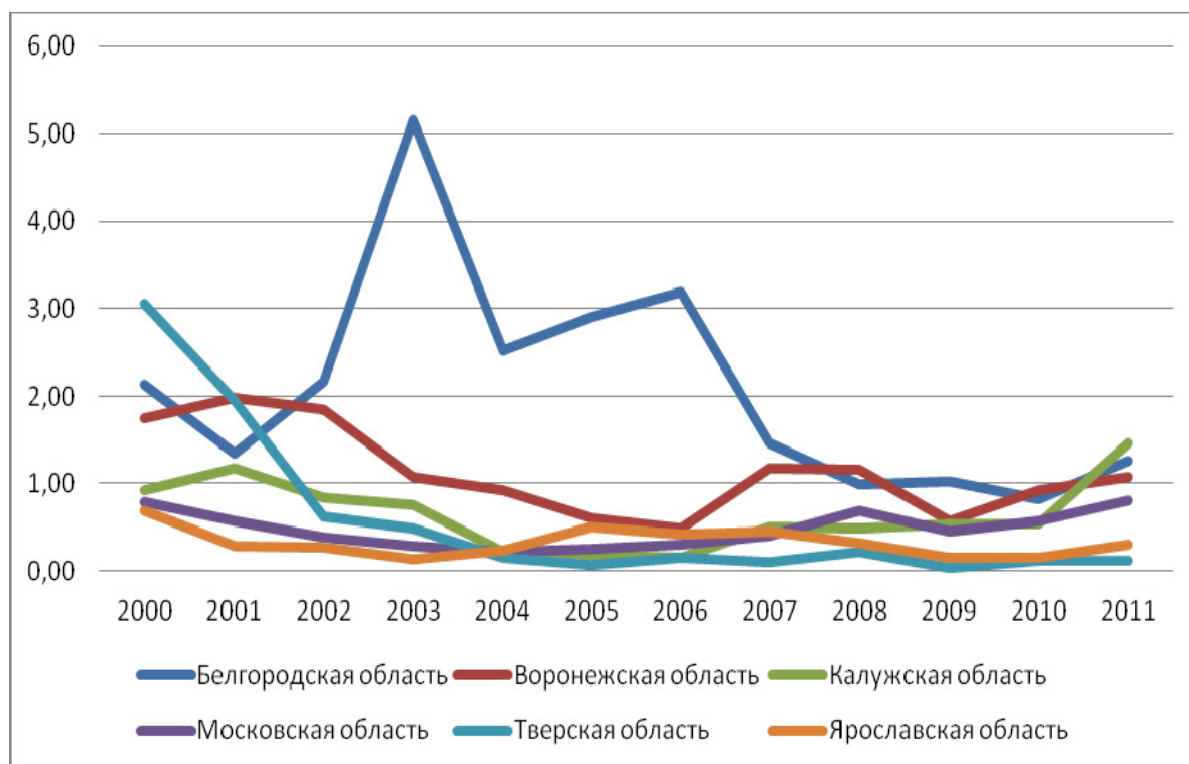


Рис. 1. Удельный вес созданных передовых технологий в общем объеме используемых передовых технологий в субъектах РФ: **по оси Y** – удельный вес созданных передовых технологий в общем объеме используемых передовых технологий в субъектах РФ; **по оси X** – временной промежуток рассмотрения динамики в годах

Из данного графика видно, что исследуемый показатель снижался на среднесрочном отрезке в 7-8 лет (2002-2009 годы) во всех рассматриваемых регионах, показывая, однако, некоторую волатильность в пределах 20% (1,2% удельного веса на графике). Исключением является лишь Белгородская область, чья кривая на графике показывает гораздо более существенную волатильность, сохраняя при этом движение в верхней части графика на протяжении большей части анализируемого временного отрезка. В Белгородской области падение показателя заметно лишь на двухлетнем отрезке в период с 2007 по 2009 годы. Неравномерная амплитуда колебаний, отмеченных выше, отражает разнонаправленную динамику изменений первичных показателей, взятых в основу расчёта исследуемого показателя. Согласно анализу первичных показателей в данном регионе, производство передовых технологий велось неравномерно и существенно менялось в различных направлениях от года к году, количество же используемых в области технологий не показывает существенного изменения на рассматриваемом отрезке времени, исключение составляет период с 2007 по 2011 годы, когда количество использованных технологий росло. Движение кривой в верхней плоскости графика вызвано относительно небольшим количеством используемых технологий по сравнению с другими регионами ЦФО, что объясняется, по всей видимости, отсутствием необходимости в них на рассматриваемом временном интервале.

Похожая ситуация, проявляющаяся в разнонаправленном движении первичных показателей, взятых за основу расчёта исследуемого показателя, однако в меньшем диапазоне изменений, присутствует также в таких областях, как Воронежская, Тверская, Калужская и Ярославская. Причины разнонаправленного характера изменений данных показателей на фоне общего падения синтетического показателя в 2002-2009 гг. вызваны инфраструктурными проблемами, что будет описано ниже.

Обратную ситуацию демонстрирует Московская область. Несмотря на общее падение исследуемого показателя, первичные показатели характеризуются высокой положительной однонаправленной динамикой. То есть рост созданных передовых технологий совпадает с ростом используемых передовых технологий, пусть и непропорциональным образом. Однако следует оговориться относительно особого положения Московской области по сравнению с остальными регионами ЦФО. В данном случае пример является непоказательным в силу столичного статуса региона.

Подводя итоги анализа рассматриваемой проблемы, следует отметить следующую общую тенденцию. В ЦФО индикатор удельного веса созданных передовых технологий в общем числе используемых передовых технологий показывает отрицательную динамику на отрезке с 2002 по 2009 годы включительно, что говорит о падении темпов генерации технологий в регионах округа в данный период времени на фоне увеличения потребности в передовых технологиях. Текущее положение вещей ставит под угрозу внутреннюю производственную стабильность, вызванную зависимостью региональных производств от технологий, получаемых извне. Однако негативные последствия данной зависимости могут проявиться в существенной степени лишь в том случае, если аналогичная закономерность проявится в масштабах всей страны. Обнадеживающим же фактом является то, что в период с 2010 по 2011 годы становится заметным повышение исследуемого показателя во всех рассматриваемых регионах ЦФО, кроме Тверской области, что может свидетельствовать о благоприятной тенденции технологического развития регионов. Так как на основе показателей одного года не представляется возможным сделать прогноз, далее будет осуществлён анализ макроэкономических и локальных институциональных изменений, который поможет сформулировать предположение о тенденции развития технологического уровня регионов ЦФО в среднесрочной перспективе и описать причины текущего положения дел.

Для понимания тенденции, выявленной выше, следует обратить внимание на факторы, влияющие на первичные показатели, взятые для расчёта показателя удельного веса созданных передовых технологий в общем числе используемых передовых технологий. Если увеличение количества используемых передовых технологий можно объяснить растущими потребностями экономики, то изменение количества создаваемых передовых технологий не поддаётся такому простому объяснению. Логично предположить, что количество создаваемых передовых технологий должно показывать положительную одно-



направленную динамику с количеством используемых передовых технологий, отражая ситуацию, при которой рыночная экономика реагирует увеличением производства технологий на растущие потребности в них. Однако, согласно анализу первичных показателей (частичные выводы представлены в первой части статьи), данные, взятые в расчёт показателя удельного веса созданных технологий в общем числе использованных, показывают разнонаправленную и неравномерную динамику. Частично данный феномен можно объяснить временным лагом – промежутком, необходимым для мобилизации ресурсов на создание новой технологии. Мобилизация и концентрация капитала, необходимого для производства технологий, может происходить различными способами: могут создаваться новые компании, призванные генерировать передовые технологии, или уже существующие компании могут быть вовлечены в процесс производства передовых технологий. В связи с этим становится логичным провести анализ зависимости появления передовых технологий от количества компаний, вовлеченных НИОКР. С этой целью был использован корреляционный анализ на основе массива данных за 10 лет (2002-2011 годы) [11]. Период, взятый в расчёт корреляции, объясняется отсутствием данных за более продолжительный срок. Результаты корреляционного анализа приведены ниже в табл. 1.

Как видно из таблицы, показатель корреляции индикаторов, обозначенных выше, отражает либо сильную положительную зависимость, либо умеренную положительную зависимость. Исключением является лишь Воронежская область. Средний показатель корреляции равен 0,378086654, что можно трактовать как умеренную положительную корреляцию числа компаний, вовлеченных в НИОКР, и число созданных передовых технологий.

Анализ данной зависимости помогает сделать вывод о том, что число компаний, вовлеченных в НИОКР, является существенным, но не единственным фактором, оказывающим влияние на создание передовых технологий, однако, в силу ограниченности статистической информации, не все факторы можно проанализировать математическими методами. В связи с этим с целью определения других факторов, оказывающих влияние на создание передовых технологий, является логичным провести анализ институциональных изменений в рассматриваемой области. Данный анализ позволит «закрыть» некоторые слепые зоны статистических данных и позволит сделать вывод о тенденциях и перспективах технологического развития регионов России.

Как говорилось выше, рост показателя удельного веса созданных технологий в числе используемых в субъекте РФ наблюдался лишь в 2010-2011 годах, это позволяет выдвинуть гипотезу о том, что факторы, спровоцировавшие данный рост, проявляли наибольшую активность в ближайшие годы, предшествующие годам роста. Рост показателя в большей части регионов ЦФО делает возможным предположение о том, что активаторы факторов влияния на генерацию новых технологий были запущены на макроуровне. Исходя из этого, можно сделать следующий вывод: положительные изменения в технологическом состоянии регионов ЦФО являются результатом изменения общей экономической ситуации в стране и активных действий правительства в части повышения научного и технологического уровней. С целью подтверждения данной гипотезы необходимо проанализировать изменения условий функционирования научно-технологического института, инициированных на макро- и мезоуровнях.

Таблица 1

**Связь показателей «Число компаний вовлеченных в НИОКР»
и «Число созданных передовых технологий»**

Регион ЦФО	Показатель корреляции (R)
Белгородская область	0,304369117
Воронежская область	-0,017933554
Калужская область	0,76212952
Московская область	0,660534516
Тверская область	0,221527116
Ярославская область	0,337893207
ЦФО	(R средняя) 0,378086654

Основными институциональными изменениями, которые гипотетически спровоцировали перелом в технологическом развитии регионов ЦФО, являются следующие:

- изменения в инфраструктуре инновационной деятельности на макро- и мезоуровнях;

- комплексные законодательные изменения в части оптимизации организационных механизмов взаимодействия субъектов экономической и научной деятельности различных уровней.

Говоря об инфраструктурных изменениях, реализуемых на макро- и мезоуровнях российской экономики, необходимо отметить изменения, касающиеся создания государственных компаний и объединений, оказывающих поддержку инновационным проектам различных направлений деятельности. В частности, были созданы такие элементы финансовой инфраструктуры, как ОАО «Российская Венчурная Компания», ОАО «РОСНАНО», Научный центр «Сколково», АНО «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов». Основная цель данных компаний – создание благоприятных условий для инициации и продвижения инновационных технологий и решений посредством их прямого финансирования. Условия поддержки, которые предлагают упомянутые выше компании, отличаются и зависят от следующих факторов: максимальная сумма гранта, которую желает получить компания, реализующая инновационный проект; масштабы и сфера деятельности компании; сущность разрабатываемых технологий и решений. Дифференциация инновационных проектов по данным факторам помогает разграничить сферы деятельности созданных государственных компаний и наиболее эффективно осуществлять финансовую поддержку инновационной деятельности на различных уровнях. Несмотря на то, что такие компании, как ОАО «РВК» и ОАО «РОСНАНО», оказывают поддержку проектам различных регионов, по уровню их можно классифицировать как национальные, функционирующие на макроэкономическом уровне.

Наряду с вышеуказанными компаниями были созданы и такие элементы инфраструктуры института научно-технологического развития, уровень функционирования которых можно охарактеризовать как региональный, мезоэкономический. Основными примерами являются Центры кластерного развития (ЦКР), а также Корпорации развития, функционирующие в различных регионах России. В частности, основная цель Центров кластерного развития – эффективное распределение средств, направляемых правительством на развитие того или иного региона. Механизм действия ЦКР отличен от прямого финансирования и субсидирования регионов и заключается в том, что объем средств, который регион получит, напрямую зависит от того, насколько развит тот экономический кластер, на развитие которого данные средства будут направлены, и от того, насколько он эффективен. Такой механизм, хоть и частично, но устраняет нецелевое расходование средств федерального бюджета.

Основные направления деятельности Корпораций развития – это поддержка проектов локального уровня и привлечение инвесторов в регион. Первое направление деятельности помогает решить проблему финансирования небольших проектов, которые не получили поддержку на федеральном уровне из-за их локального масштаба. Привлечение инвесторов в регион помогает увеличить как бюджетную эффективность региона, выражающуюся в увеличении объема налоговых поступлений, так и технологическую эффективность, повышающуюся посредством привнесения зарубежными инвесторами новшеств в деятельность региональных предприятий и производств.

Таким образом, в части инфраструктурной трансформации института научно-технологического развития, а также в части финансирования и трансфера технологий произошло значительное количество благоприятных изменений. В части же комплексных законодательных изменений, касающихся оптимизации организационных механизмов взаимодействия субъектов экономической и научной деятельности, произошли преобразования, позволяющие основным центрам научной активности – университетам и иным бюджетным образовательным учреждениям, создавать малые инновационные предприятия (МИПы), что отражено в Федеральном законе «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности», ФЗ № 217 от 2 августа 2009 года. Основной целью данного законодательного преобразования является повышение возможности коммерциализации технологий, создаваемых высшими учебными заведениями России, повышение практической ориентированности создаваемых технологий, а также повышение эффективности и мотивированности ученых.

Список изменений, представленных выше, не является полным, однако он способен выступить в пользу активности правительства в части институциональных преобразо-

ваний на макро- и мезоуровнях, а также в пользу эффективности данных преобразований. В качестве примера, подтверждающего это, можно привести тот факт, что количество компаний, участвующих в НИОКР, не сильно отличается на всём временном промежутке (2002-2011 годы), что говорит о постоянном наличии иницилирующих технологических центров в регионах ЦФО, однако эффективность функционирования данных центров была достигнута лишь после реализации ряда системных изменений функционирования института научно-технологического развития, выражающихся в создании благоприятных законодательных и инфраструктурных условий. Таким образом, можно сделать вывод о том, что существующие проблемы, связанные с неудовлетворительным технологическим состоянием регионов ЦФО, в настоящее время вызваны инфраструктурными и законодательными компонентами института научно-технологического развития. Однако действия, направленные на устранение проблем, упомянутых выше, реализуются, что, безусловно, можно охарактеризовать как положительную предпосылку формирования современного института научно-технологического развития на территории Российской Федерации.

Подводя итог, следует кратко отметить основные выводы, полученные в результате исследования. В рамках реализации первой задачи исследования (определение текущего технологического состояния регионов ЦФО) следует сделать вывод о том, что текущий технологический уровень довольно низкий, что проявляется в невысоких темпах технологического развития регионов. Подтверждение данного тезиса видно на графике и в последующем анализе данной проблемы в первой части статьи. Однако также на графике можно увидеть умеренный рост, начиная с 2009 года и продолжающийся по 2011 год, что говорит о перспективах изменения ситуации в лучшую сторону.

В рамках реализации второй задачи исследования (анализ существующих предпосылок технологического развития посредством обзора макроэкономических институциональных изменений) следует отметить, что государство активно инициирует разнообразные меры, направленные на комплексное технологическое развитие регионов и страны в целом. Данные меры являются обнадеживающими для развития экономики, повышения технологического уровня регионов, формирования развитого института научно-технологического развития.

Принимая во внимание полученные результаты исследования и рассмотренные предпосылки, выражающиеся в макроэкономических и мезоэкономических структурных изменениях, основываясь на допущении, что все созданные инфраструктурные объекты инновационной деятельности будут работать эффективно, является логичным предположить, что технологический уровень регионов ЦФО будет повышаться в среднесрочной перспективе, но основные преимущества государственной политики и существенный скачок технологического развития будут реализованы в долгосрочной перспективе.

Список литературы

1. Веблен, Торстейн. Теория праздного класса. – М.: Либроком, 2011. – 368 с.
2. Сухарев, О.С. Институциональная теория. Методологический эскиз. – М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2007. – 516 с.
3. Ломовцева, О.А. Совершенствование институциональных основ регионального управления в Белгородской области / О.А. Ломовцева, В.П. Бабинцев // Научные ведомости БелГУ. 2009. № 2(57). Вып.7. С. 80-88.
4. Ломовцева, О.А. Развитие инновационной инфраструктуры муниципальных образований на основе механизма муниципально-частного партнерства / О.А. Ломовцева, А.В. Шулешко // Социальные, экономические и правовые проблемы развития современного общества: ежегодник. Волжский: МОУ «Волжский институт экономики, педагогики и права». 2010. Вып.7-8. С. 346-352.
5. Ломовцева, О.А. Институционально-инновационные изменения системы национального высшего образования: возможности и вызовы современности / О.А. Ломовцева, М.В. Владыка // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2013. № 2(191). С. 2-9.
6. Норт, Дуглас. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики. – М.: Фонд экономической книги «Начала», 1997. – 180 с.
7. «Число созданных (разработанных) передовых производственных технологий по субъектам Российской Федерации». Основные понятия. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/minnov8.htm, свободный.

8. «Число используемых передовых производственных технологий по субъектам Российской Федерации», Основные понятия – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/minnov9.htm, свободный.

9. «Число созданных (разработанных) передовых производственных технологий по субъектам Российской Федерации», вкладка «Инновации» – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main/enterprise/science/>, свободный.

10. «Число используемых передовых производственных технологий по субъектам Российской Федерации», вкладка Инновации – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main/enterprise/science/>, свободный.

11. «Число организаций, выполнявших научные исследования и разработки, по субъектам Российской Федерации», вкладка «Наука» – Режим доступа: <http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main/enterprise/science/>, свободный.

ANALYSIS OF THE INSTITUTIONAL CONDITIONS AND RESULTS OF TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT IN THE REGIONS OF THE CENTRAL FEDERAL DISTRICT

A.V. NIKITIN

*Belgorod National
Research University*

*e-mail:
nikitin.bel@gmail.com*

This article presents an analysis of the technological state of the Central Federal District (Russia) achieved by the current institute of scientific and technological development. Based on this analysis was made a hypothesis on the need to transform the institute of scientific and technological development to adapt it to the peculiarities of the Russian economy. Discusses the conditions required for an effective transformation of the institute of scientific and technological development.

Analyzes infrastructural and legislation reforms which can activate the process of inner institutional changes with the consolidation of the results of technological progress on the macro and micro levels.

In this article, also, was made a forecast of the prospective technological state of the Central Federal District, based on the assumption that all the conditions necessary for the effective transformation of the institute of scientific and technological development are met.

Keywords: technology, innovations, development, institutes, regions, Centers of cluster development, transfer.

ЭКОНОМИКА ЕВРОРЕГИОНА «СЛОБОЖАНЩИНА»: РЕГИОНАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА

А.П. ГОЛИКОВ
Е.В. ХАНОВА
М.В. ШУБА

*Харьковский национальный
университет
им. В.Н. Каразина*

*e-mail:
golikovartur@ukr.net
khanovaelena@ukr.net
marinashuba@ukr.net*

Региональная диагностика имеет большое значение при проведении любых исследований в разрезе регионов. В статье показан пример ее использования в контексте приграничной ситуации еврорегиона «Слобожанщина». Особое внимание уделено выявлению демографических и экономических диспропорций между приграничными регионами Украины и России.

Ключевые слова: региональная диагностика, социально-экономическое развитие, экономическая ситуация, демографическая ситуация, приграничные регионы.

Образованный в 2003 г. Еврорегион «Слобожанщина» включает Харьковскую область Украины и Белгородскую область России. Их региональные экономики представляют собой конституционно закрепленные территориально-хозяйственные комплексы, состоящие из взаимосвязанных совокупностей предприятий, организаций, домашних хозяйств, а также соответствующей инфраструктуры, независимо от форм собственности и подчиненности. В этом контексте она представляет собой структурную составляющую национальных экономик в виде пространственных подразделений хозяйственной деятельности в пределах определенной территории или региона [3, с. 20].

Вопросам развития и функционирования еврорегиона «Слобожанщина» посвящено достаточное количество работ российских и украинских исследователей (А.М. Кирюхин, М.Н. Кочетов, К.Н. Лобанов, В.А. Сапрыка, П.А. Черномаз и др.) [5-7,11]. Однако возможности применения региональной диагностики для изучения экономики еврорегиона, по нашему мнению, рассмотрены недостаточно полно.

По мнению О.Г. Дмитриевой, Ю.Н. Гладкого, А.П. Голикова, А.И. Чистобаева, Д.М. Стеченко и др. [1-3,8], региональная диагностика является лучшим способом оценки состояния региона и его экономики. Она представляет собой средство оценки состояния предмета исследования путем выявления у него патологических отклонений от нормы с помощью специально созданных индикаторов и шкал их измерения. Ее цель – определение неизвестного объекта или явления, которые изучаются с помощью побочных (косвенных) измерений. При этом она позволяет решать две задачи:

- представлять информационную модель региональной системы «территория – природа – население – хозяйство»;
- быть средством конструирования информационного потока, ориентированного на управление [3, с.50].

Исходя из задач, которые решает региональная диагностика, она, по мнению Д.Н. Стеченко, может быть одним из этапов разработки концептуально-стратегических основ развития и сотрудничества регионов, так как предполагает выявление региональных диспропорций, структурных деформаций и недостатков в социально-экономическом развитии [8, с.121]. Более точно место и назначение региональной диагностики определяют А.П. Голиков и Н.А. Казакова, указывая, что она служит информационно-аналитической базой, на которой строится вся последующая структурно-логическая схема конструирования и управления региональным развитием, включая разработку концепции и программы ее реализации (рис. 1).

Считается, что результаты измерений индикаторов могут быть интерпретированы с достаточной степенью точности лишь при сравнении результатов, полученных в одном регионе, с аналогичными результатами для некоторой совокупности регионов. Для этого нужен сравнительный анализ экономического развития всей совокупности регионов, в которой он находится. Поскольку данное исследование посвящено анализу экономик

Харьковской и Белгородской областей, региональную диагностику их современного состояния, по нашему мнению, целесообразно осуществлять «на фоне» всех 12 приграничных регионов Украины и России.

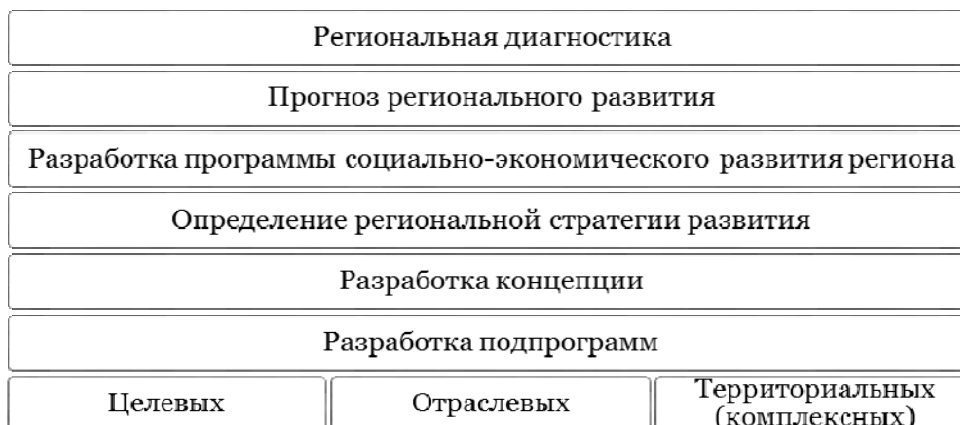


Рис.1. Структурно-логическая схема управления региональным развитием

Важное значение в региональной диагностике имеет система индикаторов со шкалой качественных и количественных показателей. Мы предлагаем проведение региональной диагностики приграничных областей Украины и России по двум группам показателей – демографическим и экономическим.

Диагностика демографической ситуации. Для ее осуществления нами выбраны следующие индикаторы (табл. 1).

1. Коэффициент рождаемости.
2. Коэффициент смертности.
3. Коэффициент естественного прироста/сокращение населения.
4. Коэффициент миграционного прироста/сокращение населения.
5. Доля экономически активного населения.
6. Коэффициент безработицы.
7. Средняя зарплата долларов США на одного человека.
8. Количество пенсионеров на 1000 населения.

Таблица 1

Коэффициенты естественного движения населения приграничных регионов Украины и России¹

Регион	Коэф-т рождаемости	Коэф-т смертности	Коэф-т естественного прироста	Коэф-т миграционного прироста
АР Крым	11,9	15,6	-3,7	1,8
Донецкая обл.	9,8	18,1	-8,3	-0,2
Луганская обл.	9,5	18,3	-8,5	-1,5
Сумская обл.	9,1	19,3	-9,6	-1,1
Харьковская обл.	9,8	16,5	-6,4	1,6
Черниговская обл.	8,9	21,6	-12,2	-0,7
Белгородская обл.	11,0	14,7	-3,7	76
Брянская обл.	10,9	17,7	-6,8	0,5
Воронежская обл.	9,8	17,7	-7,9	33
Ростовская обл.	10,8	15,0	-4,2	13
Курская обл.	10,7	18,3	-7,6	15
Краснодарский край	12,2	14,2	-2,0	60

¹Расчёты проводились на основе данных статистических сборников: 1. Регионы России: социально-экономические показатели 2010: стат. сб. / Федеральная служба государственной статистики (Росстат). – М., 2011. – 990; с. 2. Регионы Украины 2010: Стат. довід. / Держкомстат України: за ред. О.Г. Осауленка. – К.: Консультант, 2011. – 757 с.

Как видно из табл.1, коэффициенты рождаемости несколько выше в российских регионах (разница составляет примерно 20%). Коэффициент смертности, наоборот, выше в украинских регионах ($K=14,6$ – Россия, $K=16,3$ – Украина). Коэффициент естественного прироста/убыли населения, являющейся производным от коэффициентов рождаемости и смертности, как видно из табл.1 и рис. 2, во всех регионах является отрицательным.

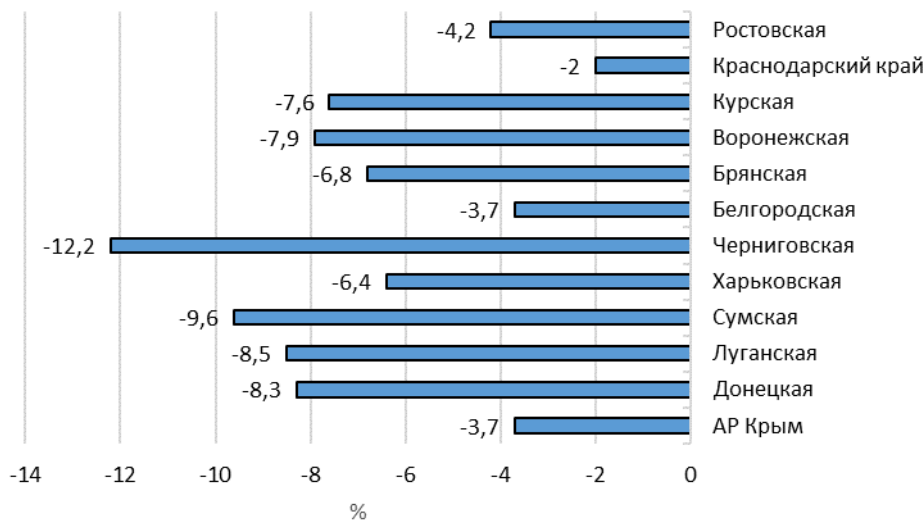


Рис. 2. Коэффициент естественного прироста/убыли населения

Среднее значение коэффициента рождаемости в украинско-российском порубежье составляет +10,4. В Харьковской области он ниже данного значения, +9,8; в Белгородской – выше, +11,0. Среднее значение коэффициента смертности в регионах всего приграничья – 17,25. В Харьковской области он равен -16,5, в Белгородской, еще меньше – 14,7. Среднее значение коэффициента естественного прироста во всем приграничном регионе имеет отрицательное значение, -6,74. В Харьковской области он равен -6,7, в Белгородской – 3,7 (рис. 3).

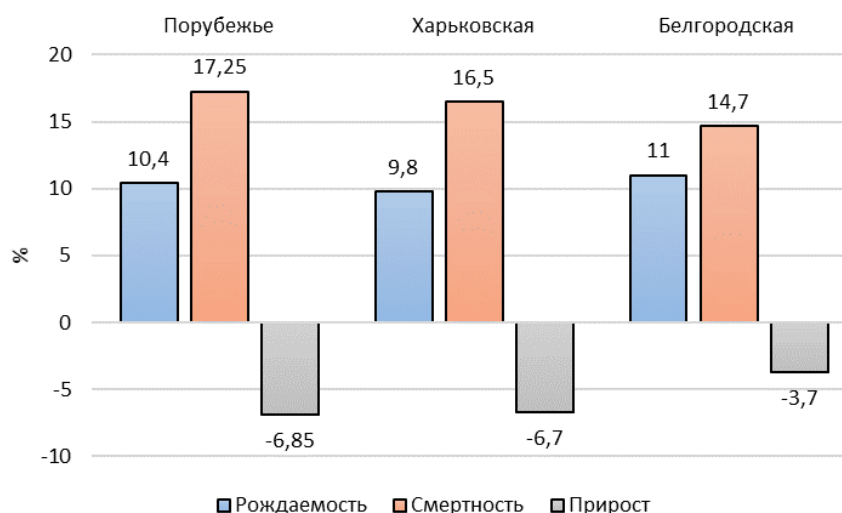


Рис. 3. Естественный прирост/убыль населения

Как видно из рис. 2, демографические показатели в естественном движении населения и в Харьковской, и в Белгородской областях лучше, чем в целом в украинско-российском приграничье. При этом они несколько лучше в Белгородской области по сравнению с Харьковской.

Коэффициент миграционного прироста, отражающий увеличение или убыль численности населения за счет смены им места жительства, в приграничных регионах России положительный (рис. 3). Лидером среди них является Белгородская область с показателем коэффициента $K=76$. Среди украинских регионов положительный коэффициент миграционного прироста имеют только АРК и Харьковская область. Однако в Харьковской области он более чем в 47 раз меньше по сравнению с Белгородской областью.

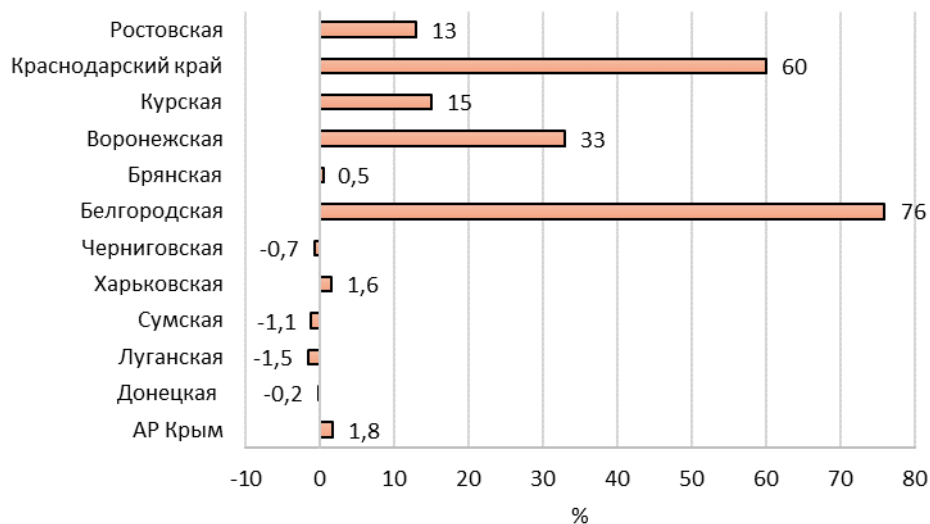


Рис. 4. Коэффициент миграционного прироста/убыли населения

Следующим шагом демографической диагностики является анализ основных показателей трудовых ресурсов. Их состояние в приграничных регионах России и Украины приведено в табл. 2.

Таблица 2

Трудовые ресурсы регионов украинско-российского приграничья

Регион	Экономически активное население, %	Количество безработных, %	Пенсионеры на 1000 чел. населения
АР Крым	48,93	2,1	283
Донецкая обл.	49,95	2,0	322
Луганская обл.	48,57	2,4	325
Сумская обл.	49,08	4,2	318
Харьковская обл.	49,59	2,7	292
Черниговская обл.	47,79	4,7	349
Белгородская обл.	49,77	4,1	302
Брянская обл.	50,46	6,5	314
Воронежская обл.	50,00	5,3	319
Курская обл.	51,82	6,4	324
Ростовская обл.	52,50	6,6	287
Краснодарский край	51,11	4,8	274

Как видно из табл. 2, в регионах России удельный вес экономически активного населения несколько больше, чем в украинских. Однако в них несколько выше и уровень безработицы. Количество пенсионеров в пересчете на 1000 жителей примерно равное – порядка 30%

Харьковская и Белгородская области по показателям, характеризующим трудовые ресурсы, весьма близки.

Диагностика экономических показателей развития. Характер трансграничного сотрудничества в значительной мере определяется различиями в структуре и уровнях развития экономики.

В перечень экономических индикаторов нами включены следующие.

1. Валовой региональный продукт, долларов США на человека.
2. Доля региона в добавленной стоимости, %.
3. Доля с/х в производстве валовой продукции, %.
4. Рентабельность с/х производства, %.
5. Доля убыточных предприятий, %.
6. Коэффициент инфляции, %.
7. Доля инновационных технологии в производстве, %.
8. Объем инвестирования экономики страны, на человека, доллары США.
9. Коэффициент покрытия экспортом импорта.

Вначале рассмотрим основные показатели, характеризующие состояние региональных экономик всех областей украинско-российского приграничья (табл. 3).

Таблица 3

**Основные показатели деятельности
регионов украинско-российского приграничья**

	ВРП на человека, \$ США	Средняя зарплата, \$	Доля региона в добавленной стоимости	Доля с/х субъектов хозяйствования	Рентабельность с/х производства
АР Крым	2114,8	321,8	3,0	4,91	11,7
Донецкая	4039,4	403,0	12,4	2,53	3,6
Луганская	2725,6	353,8	4,2	5,79	7,0
Сумская	2049,8	294,4	1,7	5,39	-2,4
Харьковская	3129	335,8	1,3	2,74	9,0
Черниговская	2016,2	274,0	1,6	5,83	9,9
Белгородская	6641,0	562,9	0,86	11,6	12,7
Брянская	3368,3	425,8	0,38	14,3	10,3
Воронежская	4165,1	478,8	0,81	10,4	14,7
Курская	4718,4	476,6	0,47	15,1	5,2
Ростовская	4426,0	522,5	1,6	12,8	17,3
Краснодарский край	5341,8	548,4	2,32	15,7	20,2

Как видно из табл. 3, показатели внутреннего регионального продукта в расчете на одного жителя в российских регионах, так же как и заработная плата, значительно выше, чем в регионах Украины. При этом лидером среди них является Белгородская область, где ВРП и заработная плата больше, чем в Харьковской области, соответственно в 2,12 и 1,7 раза.

Эффективность функционирования экономики украинско-российского приграничья демонстрируют показатели, приведённые в табл. 4.

Таблица 4

**Показатели эффективности экономики регионов
украинско-российского приграничья**

Регион	Процент убыточных предприятий	Коэф-т инфляции	Доля прогрессивных технологий	Объемы инвестирования на душу населения, \$	Коэффициент покрытия экспортом импорта
1	2	3	4	5	6
АР Крым	35,4	23,3	7,3	883,02	1,36
Донецкая обл.	34,0	24,0	11,4	982,34	2,93
Луганская обл.	33,4	23,3	4,5	769,52	3,57
Сумская обл.	32,7	21,0	7,7	507,58	1,67
Харьковская обл.	40,3	23,8	9,5	852,26	0,63
Черниговская обл.	32,9	23,1	3,4	545,18	1,11
Белгородская обл.	25,4	13,6	10,8	2826,96	0,75
Брянская обл.	24,0	15,3	7,3	783,38	0,32
Воронежская обл.	23,4	14,3	11,6	1687,50	1,07

Продолжение табл. 4

1	2	3	4	5	6
Курская обл.	22,7	17,5	8,5	1621,25	1,75
Краснодарский край	30,3	13,1	6,8	2612,17	1,21
Ростовская обл.	22,9	14,4	8,9	9,4	0,62

Данные табл. 4 свидетельствуют, что доля убыточных предприятий и коэффициент инфляции в областях Украины выше аналогичных показателей в России примерно на 30%. Это можно объяснить большей устойчивостью экономики России во время финансового кризиса.

Доля прогрессивных технологий в производстве обеих стран имеет аналогичные, достаточно невысокие значения, что подтверждает наличие проблем во внедрении инновационных технологий.

Сравнение функционирования региональных экономик Харьковской и Белгородской областей свидетельствует, что первая проигрывает второй по всем показателям. Особенно большой разрыв в инвестициях (рис. 5).

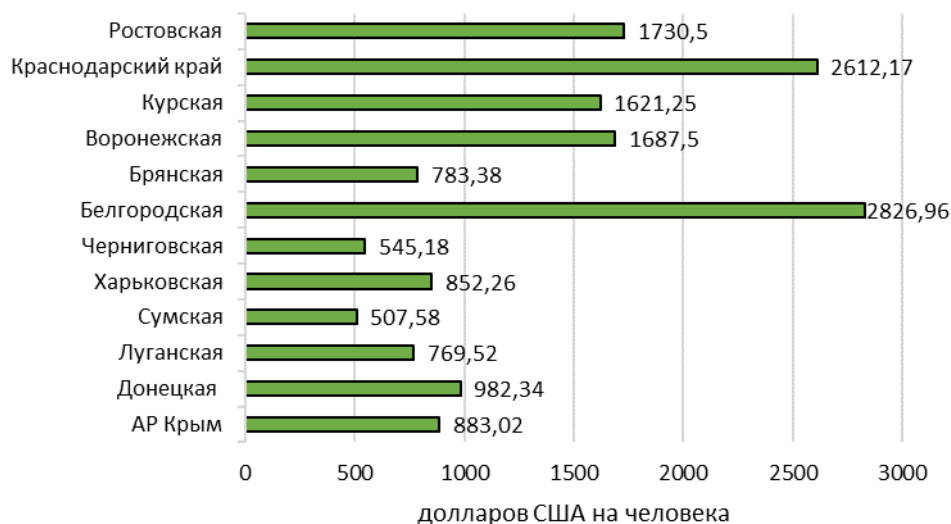


Рис. 5. Инвестирование в экономику регионов Украины и России, \$ на душу населения

Харьковская и Белгородская области характеризуются превышением импорта над экспортом. При этом коэффициент покрытия экспортом импорта в Харьковской области (0,63), ниже, чем в Белгородской (0,75).

В целом товарооборот между регионами Украины и России во временном разрезе неравномерный и характеризуется отрицательным сальдо для украинской стороны. Регионом приграничья, выделяющимся среди других в товарообороте с Украиной, является Белгородская область.

Проведенная нами региональная диагностика позволяет осуществить комплексную оценку социально-экономического развития исследуемого еврорегиона «Слобожанщина».

Для этого нами установлена совокупность показателей, на основании которых по формулам (1) рассчитаны индексы обеспеченности исследуемых регионов демографическими и экономическими ресурсами (i):

$$i_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_{\max}} \quad \text{или} \quad i_{ij} = \frac{n_{\min}}{n_{ij}}, \quad (1)$$

где n_{ij} – значение показателя для региона.

Индекс социально-экономического развития каждого из регионов в разрезе отдельных составляющих (демографической, экономической) определялся как среднее арифметическое. Совокупный индекс социально-экономического состояния развития Белгородской и Харьковской области является результатом проводимой региональной диагностики и рассчитывался как сумма всех составляющих региональной диагностики.

Результаты расчетов показаны в табл. 5 и 6, в которых нумерация столбцов полностью соответствует перечню демографических и экономических индикаторов, приведенных нами выше.

Таблица 5

Индекс демографического состояния Харьковской и Белгородской областей

	1	2	3	4	5	6	7	8	Индекс
Харьковская	0,803	0,861	0,313	0,027	0,945	0,778	0,597	0,938	0,658
Белгородская	0,902	0,966	0,541	1,267	0,948	0,512	1,000	0,907	0,880

Как видно из табл. 5, Белгородская область располагает более высоким демографическим индексом по сравнению с Харьковской областью.

Таблица 6

Индекс экономического состояния Харьковской и Белгородской областей

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Индекс
Харьковская	0,471	0,105	0,175	0,446	0,563	0,550	0,107	0,302	0,177	0,322
Белгородская	1,000	0,069	0,739	0,629	0,894	0,963	0,121	1,000	0,210	0,625

Как видно из табл. 6, итоговый индекс, характеризующий современное экономическое состояние Белгородской области, почти в два раза выше аналогичного индекса Харьковской области.

Совокупный индекс социально-экономического развития регионов, рассчитываемый нами как среднее арифметическое сумм составляющих (демографического и экономического индексов) показывает, что все украинские приграничные регионы находятся в худшем положении по сравнению с российскими (рис. 6).

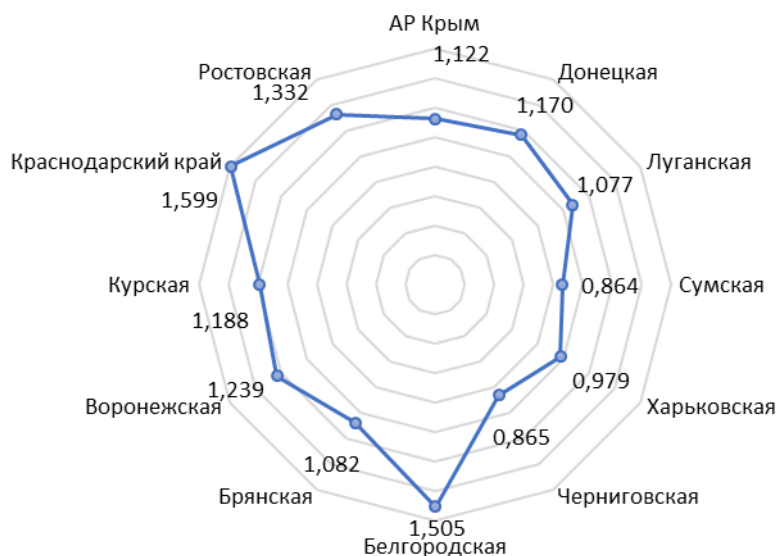


Рис. 6. Совокупный индекс социально-экономического развития приграничных регионов России и Украины

Как видно из рис. 6, Белгородская область в масштабах всего украинско-российского приграничья имеет один из самых высоких совокупных индексов. Харьков-

ская область, как и прочие украинские регионы, значительно уступает ей и некоторым другим областям российской части приграничья.

Проведенное исследование дает возможность сделать несколько выводов. Современное социально-экономическое развитие приграничных регионов украинско-российского приграничья существенно отличается как в пределах собственных стран, так и в масштабе всей совокупности регионов.

В российской группе регионов Белгородская область выделяется одними из лучших показателей как по демографической (индекс 0,880), так и по экономической компоненте (индекс 0,625). Совокупный индекс области – один из самых высоких в украинско-российском приграничье: 1,505.

Харьковская область в группе украинских приграничных регионов по демографической компоненте характеризуется относительно высоким индексом (0,658), однако по экономической компоненте – весьма низким (0,322). В силу этого совокупный индекс равен всего 0,979, что в 1,5 раза ниже аналогичного показателя Белгородской области. Относительно небольшое значение приведенного индекса Харьковской области указывает на весьма низкий уровень использования ее экономического потенциала, прежде всего, его промышленной составляющей.

Учитывая современное геополитическое и транспортно-географическое положение Харьковской и Белгородской областей, сложившиеся между ними экономические и гуманитарные связи, наличие общих интересов в решении ряда хозяйственных, природоохранных, научных, образовательных и других задач возникает целесообразность рассмотрения возможности создания на базе еврорегиона «Слобожанщина» пилотного образования – свободной экономической зоны. Она в миниатюре явится «малым таможенным союзом» двух регионов, представляя своего рода «соединительный сосуд», через который сможет осуществляться свободное перемещение людей, капиталов, товаров и услуг. Это послужит ускорению подъема производительных сил не только Харьковской и Белгородской областей, но и будет способствовать развитию экономик Украины и Российской Федерации в целом.

Список литературы

1. Голиков, А.П. Региональная политика и экономическое развитие: европейский контекст: Учебное пособие / А.П. Голиков, Н.А. Казакова, Ю.Г. – Харьков: Экограф, 2009. – 240 с.
2. Гонта, О.І. Організаційно-економічні аспекти інтеграції прикордонних регіонів: Дис. на здоб. ступ. канд. екон. наук / О.І. Гонта. – Чернігів, 2000. – 210 с.
3. Регионы России: социально-экономические показатели 2010: Статистический сборник / Федеральная служба государственной статистики (Росстат). – М., 2011. – 990 с.
4. Регіони України 2010: Стат. довід. / Держкомстат України: За ред. О.Г. Осауленка. – К.: Консультант, 2011. – 757 с.
5. Стеченко, Д.Н. Размещение производительных сил и регионалистика: Учеб. пособ. / Д.Н. Стеченко – К.: Вікар, 2001. – 374 с.

THE ECONOMY OF EUROREGION "SLOBOZHANSCHINA": REGIONAL DIAGNOSTICS

A. GOLIKOV
E. KHANOVA
M. SHUBA

Karazin Kharkiv National University

e-mail:
golikovartur@ukr.net
khanovaelena@ukr.net
marinashuba@ukr.net

Regional diagnostics is of great importance in carrying out any research in the context of the regions. An example of its use in the context of cross-border cooperation for the analysis of the current economic situation of the euroregion «Slobozhanschina» is shown in the article. Special attention is paid to revealing the demographic and economic imbalances between the border regions of Ukraine and Russia.

Keywords: regional diagnostics, socio-economic development, the economic situation, the demographic situation, the border regions.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ И НАЦИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 1338.436:334.758.41(470+571):4771

АГРОХОЛДИНГИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И УКРАИНЫ: ОБЩЕЕ И ОСОБЕННОЕ

Е.В. ЧЕБОТАРЁВ

*Луганский
национальный
университет
имени Тараса
Шевченко*

*e-mail:
iegor.chebotarov@gmail.com*

Рыночные преобразования в агропромышленных комплексах стран СНГ обусловили возникновение вертикально-интегрированных формирований холдингового типа, которые, сконцентрировав огромные природные, материальные, людские и финансовые ресурсы, во многом определяют тенденции национальных экономик в целом и перспективы обеспечения продовольственной безопасности государств содружества. Наибольшее распространение агрохолдинги получили в Российской Федерации и Украине. В статье дан сравнительный анализ механизмов становления российских и украинских холдингов, их производственно-коммерческой деятельности и форм участия в международном разделении труда.

Ключевые слова: агрохолдинг, агропродовольственный комплекс, земельный банк, производственно-коммерческая деятельность, инвестиционные ресурсы, международное разделение труда.

Годы рыночных трансформационных преобразований в странах СНГ породили ряд явлений и процессов, во многом определяющих содержание их нынешних социально-экономических систем. В агропродовольственной сфере это проявилось в становлении и развитии мощных вертикально-интегрированных формирований холдингового типа. В наибольшей степени они характерны для Российской Федерации и Украины, в которых подобные структуры большинством учёных, представителей органов государственной власти и хозяйственников классифицируются как агрохолдинги¹. Учитывая значимую долю РФ и Украины на мировых продовольственных рынках, а также огромный (даже по зарубежным стандартам) производственно-ресурсный потенциал таких формирований, представляется необходимым провести сравнительный анализ агрохолдингов этих стран.

Рассмотрение результатов производственно-коммерческой деятельности агрохолдингов Российской Федерации [1] и Украины [2] и соотнесение их с подобными показате-

¹ Принимая во внимание наличие в общемировой практике разных видов холдингов по степени диверсификации капитала, способу управления, степени самостоятельности структурных подразделений и характеру связей между ними, в российской и в украинской экономической науке правомерность такого категориального определения многими авторами подвергается сомнению.

лями ведущих продовольственных транснациональных компаний [3; 4; 5; 6], а также исследование Общей аграрной политики Европейского Союза Common Agricultural Policy [7] дают основания заключить, что такого рода сравнительный анализ будет целесообразно осуществить по следующим аспектам.

1. Зарождение и механизмы формирования агрохолдингов.

2. Объёмные параметры агрохолдингов и результаты их производственно-коммерческой деятельности.

3. Интегрированность агрохолдингов в систему международного разделения труда и мировых финансовых рынков.

Такой подход даст возможность не только определить сходства и различия агрохолдингов, но и выработать подходы к обоснованию мер по повышению эффективности их хозяйствования и проведению скоординированной политики РФ и Украины на мировых продовольственных рынках.

Зарождение и механизмы формирования агрохолдингов.

Возникновение агрохолдингов во всех странах СНГ выступает как результат процессов приватизации в агропродовольственных комплексах стран содружества². Однако в Российской Федерации зарождение формирований холдингового типа началось раньше. В 1994-1996 гг. широкое распространение, особенно в перерабатывающих отраслях, получил процесс концентрации акций группой внутренних акционеров (руководителей и специалистов) через их выкуп у пенсионеров и других мелких собственников. С начала 2000-х гг. стало распространённым использование долей акций в финансовых и кредитных операциях, в том числе для привлечения инвестиций. С середины 2000-х гг. типичной стала продажа акций сторонним инвесторам, не связанным с агропродовольственным комплексом. На Украине подобные процессы в сельском хозяйстве получили развитие в начале 2000-х гг. после Указа Президента «О неотложных мерах по ускорению реформирования аграрного сектора экономики» от 3.12.1999 г. [8]. Предприятия перерабатывающей сферы к этому времени, в основном, были уже приватизированы, потому общая динамика процессов создания украинских агрохолдингов была более интенсивной.

Исследования институциональных аспектов создания и первоначальных этапов функционирования агрохолдингов РФ и Украины даёт возможность в этом отношении выделить принципиальные отличия.

В Российской Федерации агрохолдинги в значительной степени (помимо исключительно частного предпринимательства) создавались не только при участии, но и по инициативе государства в лице региональных органов власти с использованием средств федерального, региональных и муниципальных бюджетов как источников финансирования. При этом материнские компании создавались зачастую на базе областных или районных управлений сельского хозяйства [9; 10; 11; 12]³.

На Украине, за единственным исключением, агрохолдинги создавались частным капиталом. Только в ноябре 2011 г. в соответствии с Приказом Министерства аграрной политики и продовольствия путём преобразования государственного предприятия «Государственная продовольственно-зерновая корпорация Украины» (которое было создано в 2010 г. посредством объединения 44 государственных предприятий Государственной акционерной компании «Хлеб Украины») было учреждено публичное акционерное общество с прежним названием.

К середине-концу 2000-х гг. довольно чётко вырисовались механизмы формирования агрохолдингов с точки зрения межотраслевого перелива капитала. Они являются общими для РФ и Украины (классификация механизмов формирования агрохолдингов в отраслевом разрезе выступает важной для прогнозирования тенденций их дальнейшего

² И в российской, и в украинской экономической литературе довольно распространёнными являются представления о якобы принципиальной новизне агрохолдингов, что не отвечает реалиям: по своему производственно-технологическому содержанию они близки агропромышленным предприятиям и объединениям, широко распространённым в СССР в 70-80 гг. (социально-экономические отличия холдингов от формирований прежней хозяйственной системы безусловны).

³ Ещё большая роль в создании и финансовом обеспечении вертикально-интегрированных формирований холдингового типа принадлежит государству в Республике Беларусь (в Беларуси агрохолдинги получили название «кооперативно-интеграционные структуры»).



развития). По критерию отраслевой принадлежности интегратора агрохолдинги подразделяются на следующие:

- продагрохолдинг – результат проникновения капитала перерабатывающих предприятий в агробизнес;
- агропродхолдинг – результат проникновения аграрного капитала в перерабатывающую промышленность;
- финпродагрохолдинг – результат проникновения финансового капитала в агропромышленное производство;
- промагрохолдинг – результат проникновения в агробизнес промышленного капитала, технологически не связанного с сельским хозяйством;
- торгогрохолдинг – результат проникновения в агробизнес торгового капитала, прежде всего, посреднических структур, которые занимаются поставкой селу материально-технических ресурсов [13].

Следует отметить, что эволюция становления и развития агрохолдингов на постсоветском пространстве во много подтверждает правомерность теории вертикальной интеграции А.В. Чайнова [14] и теории структурных реформ агробизнеса С. Мансхолта [15].

В контексте эволюции становления украинских агрохолдингов последние три года ознаменовались оформлением качественно новой особенности: параллельно с укрупнением ведущих компаний начались процессы их слияния. Так, в 2011 г. возник агрохолдинг «Ukrlandfarming», который в 2012 г. довел объём своего земельного банка до 532 тыс. га [16], став по этому показателю крупнейшим в Восточной Европе.

В 2010-2012 гг. на Украине получил логическое завершение ещё один отличительный процесс: посредством различного рода объединений, скупки контрольных пакетов и т.д. ведущие агрохолдинги окончательно «вынесли» свои юридические адреса за пределы страны. Подобные процессы во многом характерны и для Российской Федерации, что осложняет не только формирование бюджетов административно-территориальных единиц, в которых холдинги осуществляют свою хозяйственную деятельность, но и взаимоотношения украинских и российских холдингов с органами власти региональных и общегосударственных уровней. На 01.01 2013 г. юридический адрес только одного из тридцати ведущих украинских агрохолдингов – публичного акционерного общества «Государственная продовольственно-зерновая корпорация Украины» – зарегистрирован на Украине. Этот холдинг примечателен ещё в одном отношении: он единственный из всех существующих в стране, форма собственности которого государственная (все остальные – частные в различных ассоциативных видах). В России же порядка 6% ведущих организаций агропродовольственной сферы – государственные унитарные предприятия [1].

Общее представление о месте и роли агрохолдингов в агропродовольственном комплексе Украины по состоянию на 1.01.2012 г. даёт табл. 1 (в окончательном системном виде данные по итогам 2012 г. Государственной службой статистики Украины будут обновлены к середине 2013 г.).

Таблица 1

Роль агрохолдингов в агропродовольственном комплексе Украины*

Показатели	Значение
Количество, ед.	79
Удельный вес в общем количестве сельскохозяйственных предприятий, %	0,2
Земельный банк агрохолдингов, млн. га	5,7
Удельный вес земельного банка агрохолдингов в сельскохозяйственных угодьях страны, %	13,7
Средняя площадь сельскохозяйственных угодий одного агрохолдинга, тыс. га	72,6
Удельный вес агрохолдингов в производстве продукции растениеводства страны, %	11,8
Удельный вес агрохолдингов в производстве продукции животноводства страны, %	26,2

* Рассчитано на основе данных [2; 17]

Объёмные параметры хозяйствования и эффективность производственно-коммерческой деятельности агрохолдингов.

В российской и украинской науке сформировался в целом одинаковый подход к вопросу оценки производственного потенциала агрохолдингов. В соответствии с ним

главным критерием такой оценки признаётся площадь сельскохозяйственных угодий, контролируемых агрокомпаниями. В табл. 2 приведены данные по десяти украинским агрохолдингам, которые по состоянию на 01.06.2011 г. владели самыми крупными банками земель, и их специализация.

Таблица 2

Земельный банк и специализация ведущих агрохолдингов Украины*

Название агрохолдинга	Страна регистрации агрохолдинга	Площадь сельскохозяйственных угодий, тыс. га	Специализация**
Ukrlandfarming	Кипр	532	89/11
Инвестиционный холдинг NCH Capital	США	400	94/6
Украинские аграрные инвестиции	Люксембург	300	99/1
Мироновский хлебопродукт (МХП)	Люксембург	300	10/90
Мрия	Кипр	240	99/1
Астарта	Нидерланды	225	83/17
HarvEast (Ильич-Агро)	Нидерланды	220	51/49
Кернел	Люксембург	180	86/14
Sintal Agriculture	Люксембург	150	78/88
Приват-Агрохолдинг	Кипр	136	74/26

* Составлено на основе данных [2; 16].

** Соотношение удельных весов продукции растениеводства и животноводства в валовом объёме продукции агрохолдинга.

В среднем каждый из 79 агрохолдингов Украины контролировал 72,6 тыс. га. Сравнение этого показателя с таким же показателем, приводимым ВИАПИ имени А.А. Никонова по Российской Федерации [1], даёт основание говорить о примерно одинаковой, в среднем, экономической мощи агрохолдингов этих стран по данному параметру (площадь сельскохозяйственных угодий, обрабатываемых одними из крупнейших российских предприятий ниже показателей украинских холдингов). ЗАО «Агрокомплекс» (Краснодарский край) – 81911 га; ОАО «Белореченское» (Иркутская область) – 75280 га; ОАО «Омский бекон» (Омская область) – 62131 га [1]; однако, с учетом «вхождения» большинства этих предприятий в холдинговые формирования, будет правомерным заключение о примерно одинаковом объеме земельных банков холдингов РФ и Украины.

Следует отметить, что для агрохолдингов Украины довольно распространённой является практика неполной обработки арендованных земель. Так, по данным информационно-аналитического агентства Eavex Capital, в 2010 г. удельный вес обрабатываемых площадей земельного банка ведущими агрокомпаниями составил: «Синтал» – 86,1%; «Агротон» – 84,1%; «Дакор» – 77,4%; «Лендком» – 52,7% [2]. Такого рода «эффективность» хозяйствования обусловлена двумя факторами: стремлением холдингов максимально увеличить свои земельные банки в преддверии ожидаемой (но пока отсроченной) отмены моратория на продажу земель и низкой арендной платой земли (130 грн/га) ⁴.

В связи с этим представляется необходимым использование на Украине опыта Российской Федерации (прежде всего, практик Белгородской области) по выкупу неэффективно используемых земель сельскохозяйственного назначения с последующим созданием на их базе крупнотоварных предприятий.

Данные табл. 2 свидетельствуют о преимущественно растениеводческой направленности хозяйствования украинских агрохолдингов. Вместе с тем, в последние пять-шесть лет стала проявляться тенденция перелива капитала в животноводство. В наибольшей мере подобная диверсификация характерна для лидеров агробизнеса Украины. По итогам 2011 г. удельный вес ведущих двадцати агрохолдингов в общегосударственном поголовье крупного рогатого скота составил 10,3%; коров – 12,1%; свиней –

⁴ По прогнозам аналитиков, цена одного гектара земли на Украине в зависимости от бонитировочной оценки составит от 2 до 5 тыс. долл. США.

27,5%; птицы – 57,6%. На двадцать ведущих компаний приходится 13,6% молока, производимого всеми категориями хозяйств страны [2].

Отличием Украины является более существенная дифференциация в рамках самих агрохолдингов. По всем показателям и направлениям производственно-коммерческой деятельности безусловное лидерство принадлежит первым пятнадцати-двадцати компаниям. Причём, их перечень остаётся практически неизменным в отличие от постоянно обновляющегося перечня структур Клуба «Агро-300» (в том числе, и появляющихся новых лидеров в российском агробизнесе).

Сконцентрировав значительный даже по общемировым параметрам объём производственного и финансового капитала, агрохолдинги Российской Федерации и Украины, в целом, вышли на качественно новый, по сравнению с прежней административно-командной системой, уровень эффективности.

По итогам 2010 г. сто крупнейших украинских компаний агропродовольственной сферы получили более 11 млрд. грн. чистой прибыли; однако четырнадцать компаний из ста были убыточными (в 2009 г. эти показатели равнялись, соответственно, 6 млрд. грн. и двадцать одна компания). Следует отметить, что дифференциация в рамках самих агрохолдингов сказалась и в этом отношении: из 11 млрд. грн. чистой прибыли на пять крупнейших компаний пришлось 5,6 млрд. грн. Три наиболее эффективных агрохолдинга в 2011 г. на 100 га сельскохозяйственных угодий получили прибыль от 405 до 858 тыс. грн. [2]. По этому показателю эффективность хозяйствования лидеров агробизнеса на Украине в 30-40 раз превышает эффективность сельскохозяйственных предприятий, не относимых к категории агрохолдингов (однако в десятки раз более высокая эффективность хозяйствования обусловлена низкой эффективностью остальных предприятий отрасли). В РФ, судя по данным ВИАПИ имени А.А. Никонова, разница в эффективности хозяйствования структур Клуба «Агро-300» и остальных сельскохозяйственных предприятий менее разительна [2]. По урожайности ведущие украинские агрохолдинги, за исключением рапса и сахарной свёклы, уже практически вышли на уровень европейских производителей стран ЕС-15. В животноводстве отставание холдингов Украины от показателей Евросоюза остаётся значительным.

В 2011 г. уровень рентабельности реализации продукции наиболее эффективных украинских холдингов превысил 60%. При этом удельный вес заработной платы в структуре себестоимости не превышал 14%. По данным ИК Concorde Capital, в укрупнённой группировке в 2011 г. показатель EBITDA на 1 га для агрохолдингов Украины, обрабатывающих 15-20 тыс. га, составил порядка 200 долл. США; для компаний с площадью сельскохозяйственных угодий 20-100 тыс. га – 350-400 долл. США; для компаний с земельным банком свыше 100 тыс. га – 500-600 долл. США. Наивысший показатель EBITDA/га – у агрохолдинга «Мрия» (700 долл. США) [2].

Интегрированность агрохолдингов в систему международного разделения труда и мировых финансовых рынков.

Мировой опыт показывает, что характерной чертой производственно-коммерческой деятельности агропродовольственных компаний выступает их активная вовлечённость в систему мирохозяйственных процессов. Эта черта присуща холдингам и Российской Федерации, и Украины. Формированию активной стратегии ведущих агрокомпаний во внешнеэкономической сфере способствует не только их мощный ресурсный потенциал, но и обострение глобальной продовольственной проблемы. Вместе с тем необходимо отметить, что преимущественное участие российских и украинских агрохолдингов в международном разделении труда в отраслевом срезе не выходит за рамки экспортных поставок сельскохозяйственного сырья. В географическом аспекте структура этих поставок в наибольшей степени ориентирована на страны Ближнего Востока, Юго-Восточной Азии и Северной Африки (при этом за последние годы участились случаи конкуренции российских и украинских экспортёров на рынках этих стран, чем очень умело пользуются страны-импортёры). В наименьшей степени агрокомпаниям РФ и Украины удалось выйти на рынки стран Европейского Союза, что обусловлено его низкими импортными квотами и громоздкой системой мер нетарифного регулирования.

В торговле аграрной продукцией Украины и ЕС на протяжении 2008-2012 гг. выделяются следующие тенденции. В 2008-2009 гг. Украиной было достигнуто положительное торговое сальдо (0,9 млрд. долл. США в 2008 г. и 0,3 млрд. долл. США в 2009 г.).

В 2010 г. для Украины зафиксирован отрицательный баланс экспорта-импорта (0,2 млрд. долл. США). За январь-август 2011 г. превышение экспорта над импортом составило 1,04 млрд. долл. США. В структуре экспорта украинской аграрной продукции за последние пять лет наибольший удельный вес занимают подсолнечное масло, кукуруза и пшеница; в структуре импорта – фрукты, свинина и овощи [2].

В 2012 г. в торговле аграрной продукцией ЕС с Украиной произошли явно не типичные для Common Agricultural Policy явления и процессы. Так, Евросоюз объявил о готовности отменить экспортные субсидии товаропроизводителям при поставках продукции на Украину. Параллельно с этим ЕС заявил о намерении в течение ближайших пяти лет увеличить для Украины экспортную квоту по зерновым с 20 тыс. т до 2 млн. т с пролонгацией подобных мер и на последующее пятилетие. Подтверждена договорённость о существенном повышении квот на поставки мяса бройлеров; при этом главным экспортёром определён агрохолдинг «Мироновский хлебопродукт». Практическая имплементация всех этих мер вполне прогнозируемо будет сопряжена с усложнением со стороны Евросоюза мер нетарифного регулирования, прежде всего – по параметрам качества и безопасности аграрной продукции.

Во взаимоотношениях Украины в агропродовольственной сфере со Всемирной торговой организацией, в отличие от взаимоотношений с ЕС, в 2012 г. произошли довольно существенные разногласия. Пытаясь исправить не в полной мере отвечающие национальным интересам положения Соглашения о вступлении в ВТО [18], в контексте окончания в 2014 г. имплементационного периода Украина инициировала пересмотр экспортных и импортных пошлин на многие виды сельскохозяйственной продукции. ВТО высказало по этому поводу довольно недвусмысленное отрицательное мнение, однако развязка возникших разногласий была отсрочена во времени. Данное обстоятельство во многом обусловило выжидательную позицию ведущих агрохолдингов Украины с точки зрения обоснования их внешнеэкономических стратегий.

В сфере мировой торговли в ещё большей степени проявляется высокая монополизация украинского аграрного сектора, что не так характерно для Российской Федерации. К примеру, в экспорте всех видов сельскохозяйственной продукции доминирующее положение занимают десять-пятнадцать компаний (в этом отношении агрохолдинги довольно значительно потеснены трейдерскими структурами) табл. 3.

Таблица 3

Удельный вес крупнейших компаний в экспорте сельскохозяйственной продукции Украины (по итогам 2010-2011 маркетингового года)*

Название сельскохозяйственной продукции	Удельный вес экспортёров Топ-15, %
Пшеница	75,0
Ячмень	76,0
Кукуруза	68,0
Подсолнечник	67,5
Рапс	76,5
Соя	60,0
Сыр	94,0**

* Рассчитано на основе данных [2].

** Удельный вес экспортёров Топ-10.

Примечательно, что в экспорте всех видов сельскохозяйственной продукции, представленной в табл. 3, из Топ-15 экспортёров более пятидесяти процентов приходится на ведущие четыре-шесть компаний.

Во внешнеэкономической сфере проявляется одно из наибольших отличий агрокомпаний России и Украины – разная форма участия в миграции финансового капитала. Наличие в Российской Федерации относительно избыточного капитала, накопленного преимущественно в сырьевых отраслях, объективно обуславливает его перелив в значительных объёмах и в агропродовольственный сектор.

В этом отношении на агрохолдинги Украины воздействует ряд факторов, которые стимулируют их более активный выход на мировые финансовые рынки: в последние двадцать лет банковская система страны слабо ориентирована на агропродовольственный

комплекс. Даже в 2008-2010 далеко не самые худшие для украинской экономики годы кредитование аграрного сектора в среднегодовом исчислении составляло порядка 10 млрд. грн. За первое полугодие 2011 г. объём кредитования сельхозпроизводителей составил порядка 32 млрд. грн.; процентные ставки снизились с 30-35% в 2010 г. до 20-22% в 2011 г. (однако существенно ужесточились требования к залогам и механизмы выдачи кредитов) [2]. Кредиты западных банков выдавались под ставку на уровне LIBOR+6% годовых.

По причине ограниченных кредитных ресурсов украинской экономики ведущие агрохолдинги в середине 2000-х гг. начали подготовку по привлечению инвестиционных ресурсов на европейских фондовых биржах. Особая активность компаний по размещению ценных бумаг на биржах западных стран приходится на 2009-2010 гг. Так, «Мироновский хлебопродукт» и «Кернел» это сделали трижды, «Агротон» – дважды. В 2012 г. на европейских фондовых биржах котировались акции четырнадцати агрохолдингов Украины. Показатели по размещению ценных бумаг наиболее крупными украинскими агрокомпаниями по состоянию на 01.01.2013 г. представлены в табл. 4.

Следует отметить, что эйфория по поводу выхода украинских агрокомпаний на западные финансовые рынки в значительной мере прошла. Связано это с несколькими факторами. Подготовка к IPO обходилась компаниям, по данным Dragon Capital, от 3 % до 10 % суммы привлечения [2]. Сам процесс подготовки к размещению ценных бумаг занимал порядка двух лет. Показательно и то, что в течение июля-августа 2012 г. капитализация четырнадцати украинских агрокомпаний уменьшилась на 1,4 млрд. долл. США [2]. Всё в большей мере в украинской экономической науке обосновывается тезис, что выход агрохолдингов на фондовые рынки выступает формой легализации вывоза национального капитала.

Таблица 4

Привлечение инвестиционных ресурсов наиболее крупными агрохолдингами Украины за счёт акционерного капитала*

Название компании	Доля проданного акционерного капитала, %	Привлечено, млн. долл. США	Рыночная капитализация, млн. долл. США**	Фондовая биржа размещения	Форма размещения
МХП	19,4	322,5	1247	London SE	IPO
Кернел	37,97	218	1763	Warsaw SE	IPO
Авангард	25	186	565	London SE	IPO
Лендком	27	111	23	Frankfurt SE; London SE	IPO IPO
Мрия	20	90	838	Frankfurt SE	PP

* Рассчитано на основе данных [2]

** По состоянию на 27.10.2011 г.

Есть основания предполагать, что после некоторого затишья в 2014-2015 гг. наступит новая волна выхода украинских агрокомпаний на международные фондовые биржи, в том числе и Российской Федерации. Во всяком случае представители всех ведущих агрохолдингов (за исключением «HarvEast», собственником которого является самая крупная бизнес-группа Украины System Capital Management) заявили о своих намерениях продолжить размещение своих ценных бумаг в форме IPO и PP.

Таким образом, сравнительный анализ основных составляющих производственно-коммерческой деятельности агрохолдингов Российской Федерации и Украины приводит к следующему основному выводу.

Первый. Эволюция возникновения и развития агрохолдингов России и Украины характеризуется наличием многих общих черт с точки зрения источников, организационно-экономических и производственно-технологических форм, в которых они существуют в современных условиях. Принципиальное и безусловно положительное отличие в этом отношении состоит в том, что в РФ государство, регулируя механизмы создания агрохолдингов, в большей степени имеет возможность воздействия на функционирование таких компаний.

Второй. Признавая за холдингами огромную роль по стабилизации разрушительных социально-экономических тенденций конца 80-х – начала 90-х годов, не стоит недооценивать высокие потенциальные возможности негативного воздействия крупнейших компаний не только на сельскохозяйственную сферу, но и экономику стран в целом. Перед учёными России и Украины стоит одинаковая задача по формированию модели взаимовыгодного партнёрского сотрудничества государства и частного бизнеса и обоснованию эффективной государственной рыночно-ориентированной регуляторной политики в агропродовольственной сфере.

Третий. Учитывая весомый потенциал агропродовольственных комплексов РФ и Украины, тем более в контексте прогнозируемого ещё большего обострения глобальной продовольственной проблемы, представляется целесообразным обосновать комплекс мер по системному координированию политики этих стран во внешнеэкономической сфере. Определяющей составляющей скоординированной политики Российской Федерации и Украины на мировых продовольственных рынках может стать подключение к её реализации ведущих агрохолдингов.

Список литературы

1. Рейтинг «Агро-300» [Электронный ресурс]/ URL: http://www.viapi.ru/files/Agro300_2008.pdf.
2. ТОП-100 Рейтинг лучших компаний Украины: 100 крупнейших агрокомпаний Украины // Экономика. 2011. № 3.
3. Компания Bunge [Электронный ресурс]/ URL: – <http://www.bunge.com/About-Bunge>.
4. Компания Arla Foods. [Электронный ресурс]/ URL: – <http://www.arla.com/About-us/>.
5. Компания Deutsches Milchkontor. [Электронный ресурс]/ URL: – <http://www.dmk.de/en/company/>.
6. Компания Land O' Lakes Inc. [Электронный ресурс]/ URL: – <http://www.landolakesinc.com/company/default.aspx>.
7. Common Agricultural Policy. [Электронный ресурс]/ URL: – <http://www.cvce.eu/viewer/-/content/888ce0d6-3a95-432e-b905-649efcebe474/aeeba4d9-1971-4e34-ae1c-ae90fc32c6ee/en>.
8. Закон України «Про невідкладні заходи щодо прискорення реформування аграрного сектору економіки» № 1529/99 від 3.12.1999 р. [Електронний ресурс] – <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1529/99>.
9. Родионова, О.А. Трансформация интеграционных процессов в агропродовольственной сфере России / О.А. Родионова // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2001. № 9. С. 37-40.
10. Рылько, Д., Джолли, Р. Новые российские сельскохозяйственные операторы: их появление, эволюция и воздействие. Сравнительный экономический обзор 47 (1): 101-115, 2005.
11. Узун, В. Крупный и мелкий бизнес в сельском хозяйстве России: адаптация к рынку. Сравнительное экономическое исследование 47(1): 85-100, 2005.
12. Шагайда, Н. Рынок сельскохозяйственных земель в России: жизнь среди ограничений. Сравнительное экономическое исследование 47 (1): 127-40, 2005.
13. Андрійчук, В.Г. Капіталізація сільського господарства: стан та економічне регулювання розвитку: монографія / В.Г. Андрійчук. – Ніжин: Аспект-Поліграф, 2007. – 216 с.
14. Чаянов, А.В. Оптимальные размеры сельскохозяйственных предприятий / А.В. Чаянов. 3 изд., М.: Новая деревня. – 1928. – 54 с.
15. Memorandum sur la reforme de l'agriculture dans la Communaute Europeene, Communication de la Commission des Communautes Europeenes, document COM (68) 1000, Brussels, 1968.
16. Компания Укрлендфарминг. [Электронный ресурс]/ URL: – <http://latifundist.com/kompanii/28012-ukrlandfarming>.
17. Статистичний збірник «Сільське господарство України 2011» / За ред. Н.С. Власенка. – К., 2012. – 376 с.
18. Всемирная торговая организация. Украина [Электронный ресурс]/ URL http://www.wto.org/english/thewto_e/countries_e/ukraine_e.htm.

AGROHOLDINGS OF RUSSIA AND UKRAINE: GENERAL AND SPECIAL

E.V. CHEBOTAROV

*Luhansk Taras Shevchenko
National University*

e-mail:

iegor.chebotarov@gmail.com

Market reforms in the agricultural sectors of the CIS countries behind the emergence of vertically integrated holding-type units, which have concentrated the vast natural, physical, human and financial resources, largely determine the trend of national economies and the prospects for food security of the communities. The most widespread agricultural holdings were in the Russian Federation and Ukraine. The article presents comparative analysis on the mechanisms of formation of Russian and Ukrainian holdings, their production and business activities and forms of participation in the international division of labor.

Keywords: agricultural holding, agri-food complex, land bank, industrial and commercial activities, investment resources, international division of labor.

РЫНОК ТРУДА И ЭКОНОМИКА ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 378.147:332.1

ПОДГОТОВКА ИННОВАЦИОННО МОТИВИРОВАННЫХ КАДРОВ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА

И.А. ШУМАКОВА

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

e-mail:
Shumakova@bsu.edu.ru

Модернизация национальной системы высшего образования предполагает четкое определение целей аспирантуры – третьей ступени высшей школы, среди которых важнейшей становится подготовка специалистов, конкурентоспособных на современном рынке интеллектуального труда, обладающих навыками исследовательской и аналитической работы, способных гибко и результативно реагировать на вызовы быстро меняющегося мира.

Ключевые слова: аспирантура, инновация, модель, академическая мобильность аспирантов, целевая подготовка кадров высшей квалификации, регион.

В последнее время в системе послевузовского профессионального образования накопился ряд существенных противоречий. Быстрый численный рост контингента аспирантов в российских вузах сопровождается падением интереса выпускников аспирантуры к профессиональной научно-педагогической деятельности. Подготовка научных и научно-педагогических кадров как высший уровень образовательной системы стала приобретать существенно иные масштабы и цели: в специалистах высшей научной квалификации сегодня нуждаются не только учреждения науки и образования, но и сфера услуг, а также наукоемкие отрасли промышленности, определяющие успех развития инновационной экономики.

Основными компетенциями современного аспиранта являются: эрудиция, знание иностранных языков, опыт работы в команде, опыт презентации результатов исследований и разработок, «узнаваемость» в научной среде, навыки написания конкурсных заявок, навыки предпринимательства и коммерциализации результатов исследований и разработок. Все это влечет за собой пересмотр образовательных программ подготовки аспирантов, требует их перевода на новый, более современный уровень. Их основная цель – стимулировать поиск практического применения научных результатов и адаптировать научную молодежь к новым профессиональным требованиям с учетом инновационного характера развития экономики [1].

Современные аспирантские программы должны быть ориентированы на формирование инновационного стиля мышления будущего ученого, тематика диссертационных исследований должна быть направлена на приоритетные направления развития экономики, необходима тесная связь с предприятиями и организациями для внедрения научных исследований и разработок.

Следовательно, современная аспирантская подготовка должна быть «встроена» не только в вузовскую систему, ее стратегию и политику, но и в стратегию развития приоритетных направлений экономики региона и страны в целом [3].

В Белгородском государственном национальном исследовательском университете в рамках института аспирантуры разработана инновационная модель (рис. 1) подготовки высококвалифицированных кадров.



Рис. 1. Модель подготовки инновационных кадров в НИУ «БелГУ»

Она включает в себя следующее.

1. Институт стажерства, обеспечивающий селективный отбор наиболее подготовленных выпускников вуза к эффективной научной деятельности.

2. Аспирантуру «полного дня», обеспечивающую подготовку резерва научно-педагогических кадров вуза и направленную на вовлечение аспирантов в международное академическое сообщество путем подготовки к публикациям в международных реферируемых изданиях, участию в грантах, семинарах и научных конференциях.

3. Целевую аспирантуру, обеспечивающую подготовку научных кадров для предприятий региона путем разработки корпоративных образовательных программ и введением в образовательную программу подготовки аспирантов бизнес-инновационного модуля.

4. Повышение академической мобильности аспирантов – организация процесса обучения в рамках двойных дипломов.

Основной целью введения в вузе **института стажеров** является селективный отбор кандидатов для поступления в аспирантуру из числа студентов, магистров, проявивших за период учебы способности к научно-исследовательской деятельности [4].

Основными задачами подготовки стажеров – исследователей являются:

- содействие более глубокому усвоению стажерами – исследователями изучаемого материала путем введения дополнительных к учебному плану разделов специальных дисциплин по избранной специальности;

- формирование у стажеров – исследователей начального опыта организации научных исследований, ориентированных на решение актуальных научных и технических задач;

- содействие приобретению стажерами-исследователями опыта представления результатов научной работы в форме докладов, сообщений, публикаций на конференциях, конкурсах, выставках научно-технического творчества;

- подготовка стажеров – исследователей к сдаче кандидатских экзаменов.

Для реализации данного проекта в вузе было разработано положение «Об институте стажерства», а также был определен регламент проведения внутривузовского конкурса «Отбор и поддержка стажеров-исследователей для последующей научной и педагогической работы и обучения в аспирантуре». В 2011 году из 15 стажеров-исследователей 12 поступили в аспирантуру нашего вуза, в 2012 году в аспирантуру нашего вуза поступили все 12 человек.

Институт стажерства позволяет установить преемственность программ высшего образования, максимально снизить отсеиваемых аспирантов в течение первых лет обучения в аспирантуре и увеличить количество аспирантов, защитивших кандидатскую диссертацию в срок аспирантской подготовки.

Сегодня ученая степень уже перестает быть индикатором принадлежности к научному сообществу, все более превращаясь в высшую образовательную градацию. Нынешняя экономика, благодаря скачку высоких технологий, требует значительно большего количества специалистов высокого класса. Если раньше интеллектуальную элиту общества составляли специалисты с высшим образованием, то сейчас высшее образование становится некой социальной нормой, «...выражающей средний общественно необходимый уровень подготовки работника в информационном обществе, а место интеллектуальной элиты занимают люди с еще более высоким уровнем подготовки», имеющие ученую степень. Действительно, результатом научной деятельности являются не только новые знания, но и навыки аналитической работы, рациональный стиль мышления и принятия решений. Одной из основных проблем высшей школы является подготовка качественного резерва научных и научно-педагогических кадров будущих научных школ [2].

Согласно проекту государственной программы РФ «Развития образования на 2013-2020 годы», реализация такого уровня подготовки интеллектуальной элиты может быть обеспечена ведущими вузами по программам аспирантуры «полного дня», предусматривающих полное вовлечение аспирантов в научную деятельность по выбранному научному направлению.

Аспирантура «полного дня» – это аспирантская программа, предполагающая обязательную обучающую программу для аспирантов, направленную на развитие академических знаний и навыков и подготовку элитарного кадрового резерва молодых ученых для вуза. Целями такой аспирантуры являются:

- повышение качества подготовки аспирантов в рамках развития приоритетных направлений исследовательского университета;
- вовлечение молодых исследователей в научное сообщество путем подготовки к публикациям в зарубежных изданиях, индексируемых иностранными организациями;
- участие в исследовательских проектах, в том числе международного уровня, и хоздоговорных тематиках с предприятиями и организациями;
- участие в международных олимпиадах, конкурсах, школах и в различных мероприятиях ведущих российских университетов;
- обучение профессиональным педагогическим компетенциям для работы в качестве преподавателя вуза.

Обучение по программе аспирантура «полного дня» осуществляется только по очной форме обучения. В течение срока обучения не допускается совмещение деятельности аспиранта с иной трудовой деятельностью, за исключением деятельности в качестве научного сотрудника вуза. Всем участникам программы университет выплачивает дополнительную к основной стипендию в размере, установленном ректором. При этом аспиранты также могут работать внутри университета в различных исследовательских проектах. Это обеспечит конкурентоспособность уровня стипендиального обеспечения для лучших аспирантов вуза, тем самым поощряя их эффективную деятельность в аспирантуре.

Критериями отбора в аспирантуру «полного дня» являются: исследовательский потенциал, выражающийся в наличии качественных публикаций по предполагаемой теме диссертации; успешное участие в научных исследовательских проектах (российских и зарубежных); выступления на научных конференциях (российских и международных); высокая исследовательская мотивация; достаточное владение английским языком.

После успешной защиты диссертационной работы в установленный срок молодому ученому, прошедшему подготовку по программе аспирантуры «полного дня», может

быть предоставлена возможность научной стажировки в ведущих вузах России или за рубежом по специфике своего научного исследования, заключается договор о трудоустройстве в университете. Целью стажировки является возможность оценить зарубежную академическую среду, установить партнерские связи с зарубежными учеными, принять участие в научных семинарах и конференциях.

Второй ключевой проблемой подготовки кадров высшей квалификации является отсутствие связи науки и производства. Ни для кого не секрет, что к числу ключевых факторов, определяющих элитарность науки, относится ее способность отвечать запросам современного рынка, интенсивно проходить путь от выдвижения научной идеи до ее практической реализации. Сохраняется проблема низкой инновационной активности вузов и недостаточного вклада высшей школы в развитие национальной экономики по инновационному сценарию. На этом фоне особым вызовом является необходимость полноценного разворачивания современной аспирантуры в соответствии с принципами Болонского процесса. За последние годы резко увеличилось количество аспирантов, но их научно-инновационная продуктивность не растет. Для решения этой задачи необходимо четкое взаимодействие между вузом и организациями и предприятиями региона. В данном случае будет иметь место обоюдная выгода: организации и предприятия будут получать специалистов, формируя креативный социальный кластер, способствующий изменению организационной культуры, системы менеджмента и повышению трудовой мотивации на предприятии. В свою очередь, вуз – ресурсы, позволяющие адаптировать подготовку кадров к потребностям промышленности, и площадки для практики аспирантов. Это повлечет за собой усиление связей между наукой и производством [2].

Кроме того, одной из существенных проблем, связанных с развитием наукоемкого бизнеса, является дефицит квалифицированных менеджеров, а также ученых, способных сочетать научную и предпринимательскую деятельность. Поэтому приобретение опыта доведения научных результатов до потенциальных пользователей, а также освоение современных методов коммерциализации результатов исследований и разработок становится своего рода инновационным лифтом в развитии предприятия. Решить эти проблемы поможет целевая аспирантура.

Целевая аспирантура предполагает подготовку высококвалифицированных научных кадров для предприятий и организаций региона и страны в целом. Аспирант за время обучения по программе целевой аспирантуры овладевает важнейшими профессиональными навыками научного работника – навыками «упаковки» научных результатов, а также их публичной презентации.

Основными качествами аспиранта, обучающегося по программе целевой аспирантуры, является умение овладеть исследовательскими и аналитическими навыками, научиться оптимизировать распределение ресурсов между различными этапами инновационного цикла «идея – технология – производство», что позволяет открыть путь в самые разные секторы экономической и общественной жизни – промышленность, администрирование, юридические и финансовые сферы. Образовательная программа подготовки обучающихся в целевой аспирантуре включает в себя бизнес-инновационный модуль, в рамках которого аспиранта учат бизнес-планированию, проведению предварительных маркетинговых исследований, проектированию и упаковке научных разработок.

Такая подготовка позволяет со стороны вуза реализовывать результаты научных исследований аспирантов, со стороны предприятия – предоставлять материально-техническую базу, а также возможность опытной проверки результатов научных исследований. Такой подход влечет за собой образование межвузовских учебно-научно-производственных центров, которые характеризуются органически целостной учебно-научно-производственной системой, где, соответственно, действует учебный процесс, ведутся научные исследования и проводятся эксперименты.

Для более эффективной подготовки кадров в целевой аспирантуре по желанию заказчика может быть разработана корпоративная образовательная программа, которая нацелена на индивидуальную траекторию подготовки аспиранта с учетом специфики организации.

Подготовка в целевой аспирантуре осуществляется по очной/заочной формам обучения с оплатой за счет средств заказчика. Целевая подготовка кадров высшей квалифи-

кации осуществляется на основании договора о целевой подготовке. Ответственность за своевременный и качественный подбор кандидатов в целевую аспирантуру возлагается на руководителей направляющих организаций. По окончании подготовки специалисты, окончившие целевую аспирантуру, возвращаются в распоряжение организации, предприятия, оплачивающего стоимость обучения.

В связи с вхождением России в единое европейское образовательное пространство для более качественной подготовки кадров высшей квалификации необходимо увеличить **академическую мобильность аспирантов**, которая является необходимой составляющей современного образования, обеспечивает открытость профессионального образования, обмен передовыми практиками и компетенциями. Это позволит будущим ученым приобрести научный опыт за рубежом путем участия в краткосрочной образовательной или научно-исследовательской программе, расширить научные и учебные контакты, в знакомстве с современными исследовательскими и образовательными практиками.

В настоящее время ряд вузов России практикуют «двойные» дипломы, то есть заключаются договоры с европейскими вузами, происходит согласование программ обучения и периодов обучения за рубежом. В результате выпускники получают дипломы сразу двух университетов. Около 85% российских вузов признают важность программ двойных дипломов. Двойные дипломы являются одним из ключевых показателей инновационной деятельности вуза.

Что дают программы двойных дипломов вузам?

1. Повышение конкурентоспособности вуза.
2. Формирование «точек роста», интернационализацию и вхождение в общее европейское пространство высшего образования.
3. Совершенствование систем обеспечения качества подготовки.
4. Повышение качества методической и исследовательской деятельности.
5. Совершенствование инфраструктуры и управления в вузе.
6. Новые умения руководителей и преподавателей.
7. Повышение качества преподавания и подготовки в целом.
8. Понимание на практике изменений, вызванных Болонским процессом.

Большое внимание необходимо уделять такому методу интернационализации научно-педагогической деятельности, как совместные программы подготовки аспирантов (double degree doctoral programs). Это программа, в которой все основные элементы согласованы всеми партнерами (результаты обучения, методы обучения, обеспечение качества подготовки, требования к содержанию, поступлению, преподавателям и т.д.). Предусмотрена встроенная мобильность в вузе-партнере, которая признается автоматически, осуществляется общий/совместный менеджмент. Как следствие, объединяющим фактором в данном случае является тема научных исследований под руководством двух руководителей (российского и зарубежного). Учебный план аспиранта формируется независимо по правилам каждого из вузов. Аспирант готовит две диссертационные работы в соответствии с правилами каждого из вузов и проходит две защиты. В результате он получает дипломы PhD и кандидата наук. Это позволяет существенно повысить научный уровень диссертационных исследований, обеспечить доступ к новейшему научному оборудованию и дополнительному финансированию в международном измерении, а также проводить совместные семинары формата workshop. Это некая мастерская, где профессионал делится своим мнением и опытом, но также инициирует процесс обмена мнениями с помощью вовлечения участников в обсуждение проблематики.

Если рассмотреть распределение программ двойных дипломов по областям специализации, приоритет отводится технике и технологии – 45%, далее идут гуманитарные науки – 36%, естественные науки – 14% и экономика и менеджмент – 5%.

Партнерами российских вузов в реализации программ двойных дипломов выступают: Франция – 38%, Германия – 22%, Великобритания – 16%, Финляндия – 12% и другие страны – 12%.

Из вышепредставленной концепции можно определить основные индикаторы развития аспирантуры (рис. 2).



Рис. 2. Основные индикаторы развития аспирантуры

Для более успешной организации академической мобильности необходимо сформировать у аспирантов языковую компетентность. Это, в свою очередь, позволит вывести на качественно иной уровень и развитие международных академических обменов, что для нашей страны как участницы Болонского процесса представляется важным.

Таким образом, модернизация национальной системы высшего образования предполагает четкое определение целей аспирантуры – третьей ступени высшей школы, среди которых важнейшей становится подготовка специалистов, конкурентоспособных на современном рынке интеллектуального труда, обладающих навыками исследовательской и аналитической работы, способных гибко и результативно реагировать на вызовы быстро меняющегося мира.

Список литературы

1. Бедный, Б. И. Подготовка научных кадров в высшей школе: состояние и тенденции развития аспирантуры [Текст]: моногр. / Б. И. Бедный, А. А. Миронос // Нижегород. гос. ун-т. – Н. Новгород: Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 2008. – 218 с.
2. Завалько, Н.А. Интеграционный процессы в цепочке «Наука, высшее профессиональное образование, производство» как основа формирования эффективного механизма подготовки конкурентоспособности специалиста. – Режим доступа: <http://sun.tsu.ru/mminfo/000063105/345/image/345-149.pdf>.
3. Ломовцева, О.А. Управление формированием инновационно ориентированных кадров в вузе / О.А. Ломовцева, И.А. Шумакова, И.Ю. Пахомова // Регионоведение. 2012. № 2. С. 124-131.
4. Шумакова, И.А. Развитие института аспирантуры средствами создания виртуальной образовательной среды / И.А. Шумакова // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Гуманитарные науки. 2010. Т. 5. № 77. С. 203-208.

TRAINING OF INNOVATIVE MOTIVATED STAFF IN THE ESTABLISHMENT UNDER THE CONDITIONS OF REGIONAL ECONOMY DEVELOPMENT

I.A. SHUMAKOVA

Belgorod National Research University

e-mail: Shumakova@bsu.edu.ru

Modernization of the higher education system in Russia demands the concrete specifying of postgraduate study objectives as the third level of the higher school. The most important objective is the training of specialists being competitive in the market of modern intellectual labour, with skills of research and analytical work and ability to respond effectively to the challenge of the changing world.

Keywords: Postgraduate study, innovation, model, academic mobility of post-graduate students, target training of the highly qualified staff, region.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В ОБРАЗОВАНИИ

И.Г. ЕРШОВА

*Юго-Западный государственный университет,
Курск*

*e-mail:
ershovairgen@ya.ru*

В статье исследованы закономерности развития и особенности взаимодействия государства, системы образования и бизнес-структур; особое внимание уделено формированию механизма государственно-частного партнерства; отмечено, что одним из институциональных механизмов государственно-частного партнерства в сфере образования является развитие малого инновационного бизнеса; выявлены общие социально-экономические и субъектные эффекты, получаемые каждым участником государственно-частного партнерства; обоснована роль государственно-частного партнерства в устойчивом развитии страны; сформулирована концепция адаптации интегрированных структур государственно-частного партнерства, а также предложена методология оценки эффективности функционирования государственно-частного партнерства, основанная на выявлении социально-экономических эффектов, получаемых каждым участником в отдельности.

Ключевые слова: система образования, государство, государственно-частное партнерство, бизнес-структуры, малый инновационный бизнес, бизнес-центры, бизнес-партнеры.

Концепция стратегического взаимодействия системы образования, государства и бизнес-партнеров экономики на современном этапе должна обеспечивать повышение уровня ресурсного обеспечения, базироваться на использовании современных организационно-экономических механизмов, обеспечивающих взаимодействие процессов образовательной, производственной и научно-инновационной деятельности.

Для достижения поставленной цели требуется решение следующих задач:

1. разработка основных принципов и функций ГЧП в сфере образования;
2. объединение государственной, научной, образовательной, предпринимательской деятельности в ГЧП;
3. создание структур управления ГЧП в сфере образования, адекватных требованиям современной экономики, и оценка их эффективности.

Рассмотрим особенности решения каждой задачи.

1. Основными принципами формирования государственно-частного партнерства в сфере образования являются:

- открытость;
- взаимодополняемость;
- информационная прозрачность;
- финансовый инжиниринг;
- осведомленность участников;
- индивидуальность;
- интернационализация.

На основе проведенного анализа зарубежного опыта нами дополнены общие принципы управления структурами государственно-частного партнерства в образовании, основными из которых являются: система сбора внешней и внутренней информации, концентрация на нуждах предприятий-клиентов, финансирование как из внебюджетных источников, так и из бюджетных (рис. 1)

Функциями вуза в ГЧП является осуществление подготовки высококвалифицированных специалистов, целевой подготовки, переподготовка и подготовка кадров для бизнес-партнеров, в качестве которых выступают следующие (рис. 2):

- НИИ РАН, отраслевые НИИ;
- бизнес-организации;
- другие предприятия (научно-производственные объединения (НПО), федеральные государственные унитарные предприятия и т.д.).

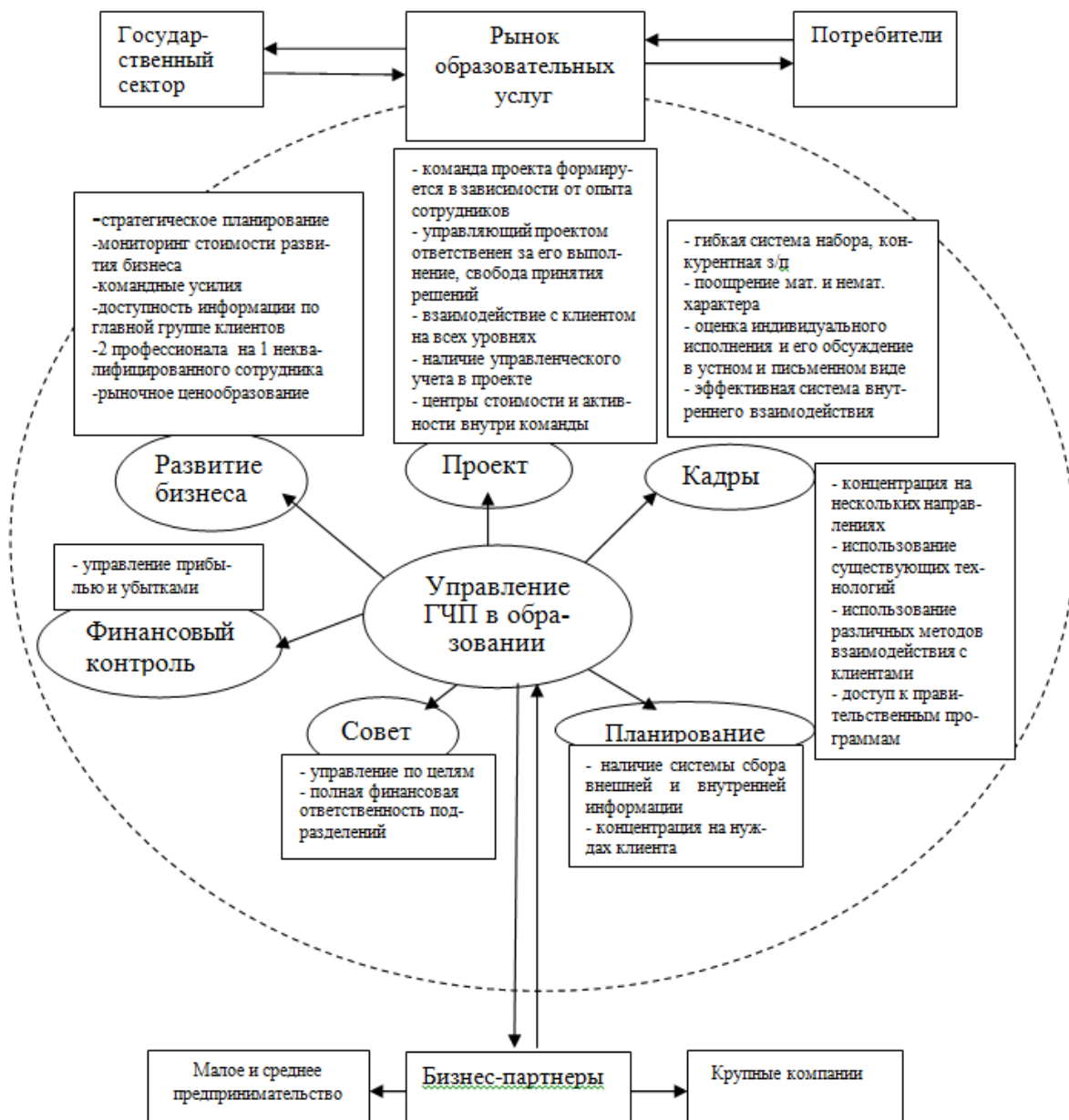


Рис. 1. Основные принципы управления государственно-частным партнерством в сфере образования за рубежом [9, с. 20]

2. Объединение государственной, научной, образовательной, предпринимательской деятельности в государственно-частное партнерство.

Стратегия инновационного прорыва, которую предлагают ученые Юго-Западного государственного университета [6, с. 212], будет иметь положительный эффект при условии значительного увеличения финансирования фундаментальной науки и образования. Разобщенность между различными сегментами научного и образовательного общества – академического сектора, высшей школы, сферы прикладных исследований, – негативная тенденция ввоза в страну устаревших технологий и вытеснение перспективных отечественных разработок могут привести к потере российских позиций в конкурентоспособных отраслях.

Исторически сложившаяся организационная структура высшего профессионального образования в нашей стране сформирована на основе модели вуза как учреждения, полностью управляемого и поддерживаемого государством, функционирующего на основе его долгосрочных заказов в условиях относительной стабильности. Соответственно, в систему организации и управления в прошлом советских, а теперь и российских, вузов не

были заложены механизмы ускоренной адаптации к изменяющимся условиям социально-экономического развития.

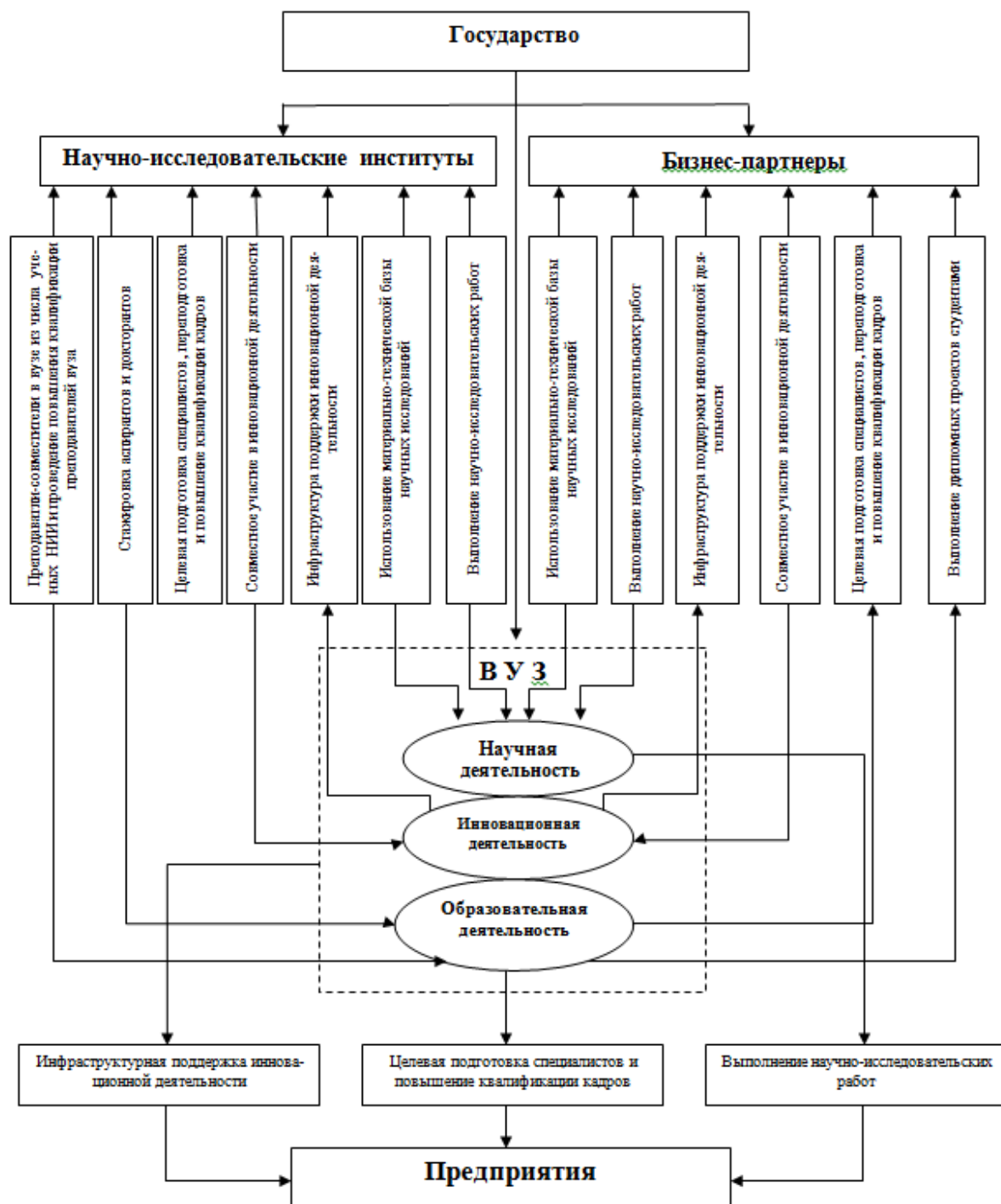


Рис. 2. Основные функции субъектов ГЧП в сфере образования

В настоящее время во всем мире государственные высшие учебные заведения сочетают в себе элементы государственного учреждения и саморазвивающегося субъекта рыночной экономики, вынужденного использовать свой предпринимательский потенциал и реализовывать деятельность в условиях конкуренции на различных рынках – образовательных услуг, ресурсов и инноваций.

Одним из институциональных механизмов государственно-частного партнерства в сфере образования является развитие малого инновационного бизнеса, что представлено нами на рис. 3.

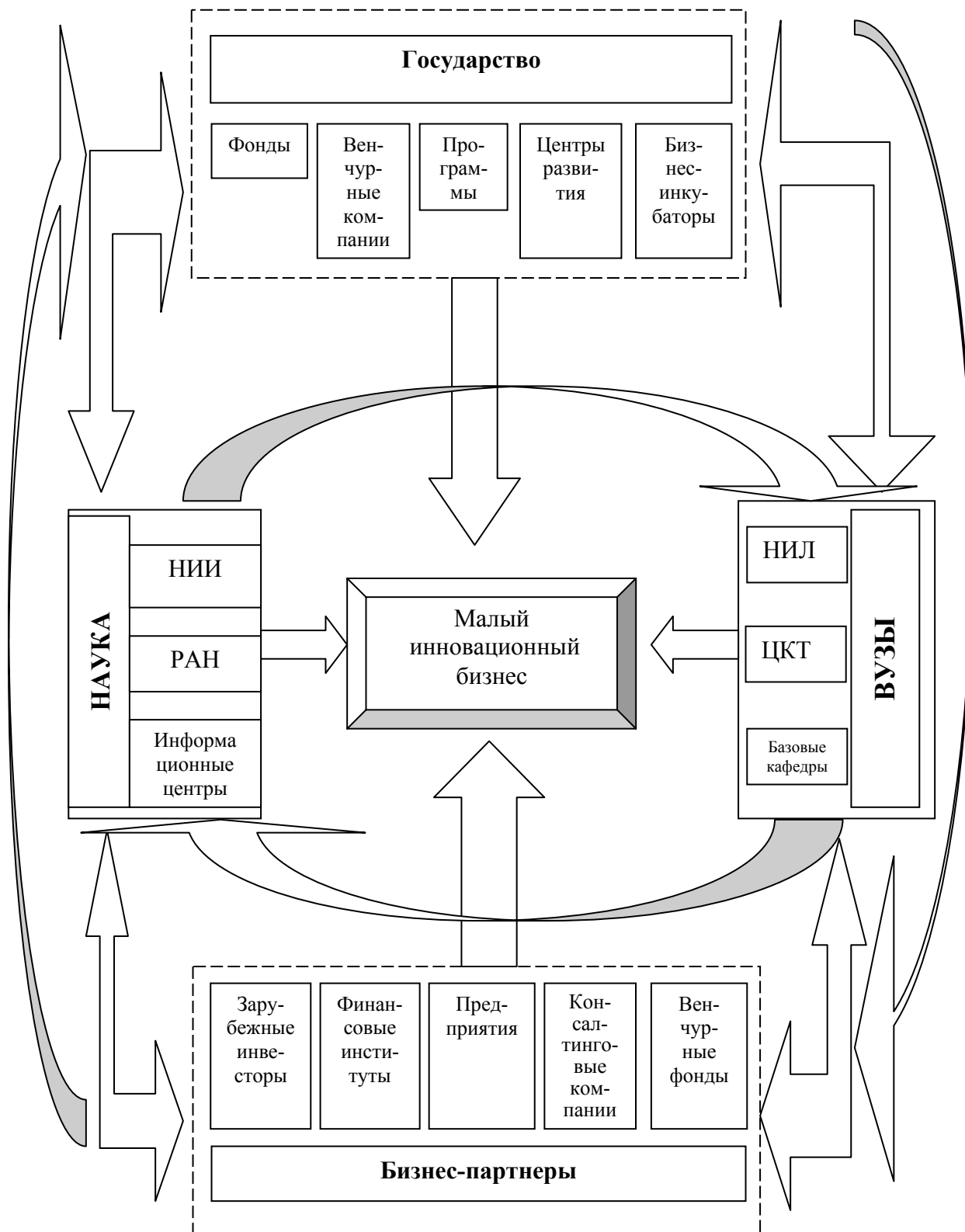


Рис. 3. Малый инновационный бизнес как элемент государственно-частного партнерства в образовании

Механизмом взаимодействия ГЧП может быть организация научно-исследовательских бизнес-центров высшими учебными заведениями совместно с предприятиями-партнерами, которые могут создавать дополнительные рабочие места, а также играют роль в развитии высокотехнологичного производства и, как следствие, в непосредственном росте экономики региона и страны в целом (рис. 4).



Рис. 4. Взаимодействие вуза, науки и бизнес-партнеров посредством научно-исследовательских бизнес-центров ГЧП

3. Создание структур управления ГЧП в сфере образования, адекватных требованиям современной экономики

Интегрированные структуры государственно-частного партнерства могут быть различных организационных форм в зависимости от масштабности, общности или специфичности решаемых задач. Выбор наилучшего способа партнерства следует осуществлять на основе анализа выгод, возможностей, издержек и рисков.

Нами предлагается использовать концептуальную модель управления интегрированной структурой государственно-частного партнерства (рис. 5). В процессе исследования выявлено, что при достижении цели устойчивого развития страны преобладают интересы и обязательства государства, при устойчивом развитии системы образования – интересы и обязательства образовательных структур, при проведении модернизации отраслей – интересы и обязательства государства, предпринимателей и системы образования примерно равны.

В соглашении о государственно-частном партнерстве в образовании между государственными органами, бизнес-структурами и системой образования должна ставиться цель – создать новые рабочие места.



Рис. 5. Интегрированная бизнес-модель ГЧП в сфере образования

Интерес бизнеса состоит в том, что, во-первых, он участвует в подготовке квалифицированных работников, способных осуществлять модернизацию производства. Во-вторых, бизнес, создавая новые рабочие места и повышая оплату труда, стимулирует потребление производимой им продукции. В данном случае, государственно-частное парт-

нерство в образовании является инструментом для получения прибыли, которая, следовательно, становится инструментом для повышения качества жизни населения.

Поскольку субъектами ГЧП становятся государство, бизнес-партнеры, система образования, то методология оценки эффективности функционирования ГЧП должна основываться на выявлении общих социально-экономических эффектов, а также субъектных эффектов, получаемых каждым участником в отдельности (рис.6)

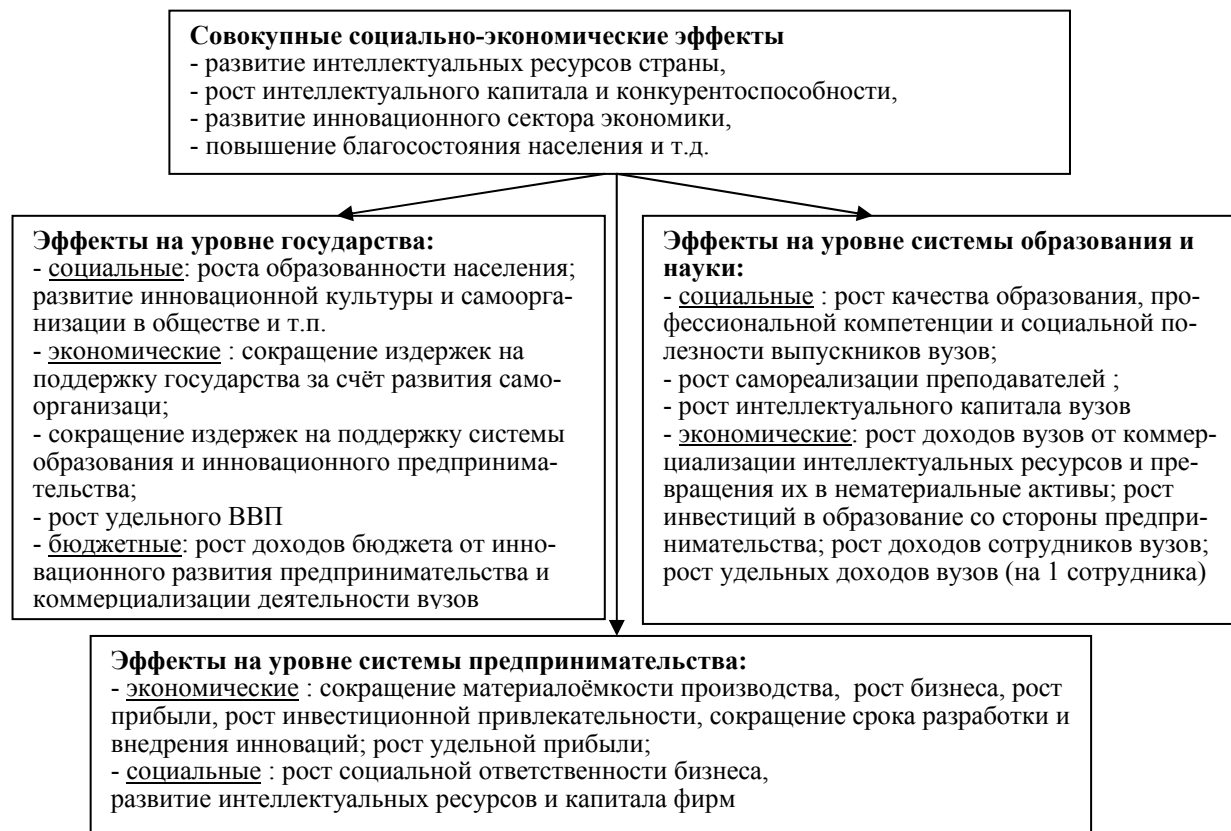


Рис. 6. Структура эффектов ГЧП в сфере образования

Таким образом, для ускорения темпов развития экономики необходимо создание принципиально новых интегрированных структур государственно-частного партнерства, базовыми организационными подсистемами которых стали вузы, научно-исследовательские учреждения, предприятия-партнеры.

Необходимо построить смешанную или интегрированную экономику, соединяющую в себе наилучшие свойства как рыночно-капиталистического, так и планово-распределительного хозяйствования вокруг стержня национально государственных интересов с учетом ресурсного потенциала страны, ее исторических традиций и геополитического положения. Создание интегрированной экономики предполагает опору на внутренние источники воспроизводства трудового потенциала, на изменение структуры подготовки на рынке труда. Главной целью воспроизводства трудового потенциала общества является его формирование и развитие в направлении возможно более полного раскрытия и эффективного применения творчески-созидательного потенциала человеческой индивидуальности.

Необходимо определить возможные источники ресурсного обеспечения государством воспроизводства трудового потенциала общества. Для национальной экономики важно стремиться не только к оптимальному соотношению денежной и товарной массы (валового внутреннего продукта), денежной массы и имеющихся производственных мощностей, но и к оптимальному соотношению денежной массы и трудового потенциала общества.

Список литературы

1. Ахтямов, М.К. Модели взаимодействия бизнеса и университетов: проблемы и перспективы / М.К. Ахтямов // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 2008. № 4(61). С. 294–302.
2. Гневашева, В. А. Образование как фактор производства в информационном обществе [Текст] / В. А. Гневашева // Вестник высшей школы. 2009. № 4. С. 5-14.
3. Ершова, И.Г. Селекция методов измерения потенциала развития региона / И.Г. Ершова // Регион: системы, экономика, управление. Русский провинциальный научный журнал. – Воронеж «Научная книга». 2011. № 1 (12). С. 48-55.
4. Косинова, Н. Н. Государственно-частное партнерство в реализации стратегии региона: направления, проекты, институты развития [Текст] / Н. Н. Косинова // Региональная экономика: теория и практика. 2012. № 9. С. 32-35.
5. Коновалова, М. Е. Государственно-частное партнерство и его роль в структурных преобразованиях экономики России / М. Е. Коновалова // Проблемы современной экономики. 2010. № 2. С. 82-85.
6. Михайлов, А.Н. Стратегические приоритеты регионального развития / [Текст]: А.Н. Михайлов, А.С. Зубарев, С.Г. Емельянов, Ю.В. Вертакова, Е.В. Харченко. – М.: Альфа-М: Уником Сервис: ИНФРА-М, 2011. – 480 с.
7. Судариков, А. Л. Государственно-частные партнерства в сфере науки, технологий и инноваций: зарубежный опыт / А. Л. Судариков, А. В. Грибовский // Инновации. 2012. № 7. С. 47-59.
8. Титов, С. А. Образование в точке бифуркации [Текст] / С. А. Титов // Общественные науки и современность. 2010. № 4. С. 73-81.
9. Харин, А.А. Развитие взаимодействия высших учебных заведений с промышленными предприятиями и государством на основе опыта США / А.А. Харин, О.С. Хохлова // Инновации. 2011. № 8. С. 17-23.

ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC MECHANISMS OF STATE-PRIVATE PARTNERSHIP IN EDUCATION

I.G. ERSHOVA

*Southwest State University,
Kursk*

*e-mail:
ershovairgen@ya.ru*

In article regularities of development and feature of interaction of the state, an education system and business structures are investigated; the special attention is paid to formation of the mechanism of state-private partnership; it is noted that one of institutional mechanisms of state-private partnership in education is development of small innovative business; the cumulative social and economic and subject effects gained by each participant of state-private partnership are revealed; the role of state-private partnership in a sustainable development of the country is proved; the concept of adaptation of the integrated structures of state-private partnership is formulated, and also the methodology of an assessment of efficiency of functioning of the state-private partnership, based on identification of the social and economic effects gained by each participant separately is offered.

Keywords: education system, state, state-private partnership, business structures, small innovative business, business centers, business partner.

МОДЕЛЬ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ И РЕГИОНА

И.Ю. ПАХОМОВА

*Белгородский
государственный
национальный
исследовательский
университет*

*e-mail:
pakhomov@obrnadzor.gov.ru*

Данная работа посвящена исследованию роли исследовательских университетов как региональных точек роста, поскольку именно в вузах идет формирование и развитие новых идей, что ведет к созданию новых продуктов и услуг. Это воплощается в миссии университета, включающей образовательную, научную, инновационную, культурную и предпринимательскую составляющие. Это дает возможность ориентироваться не только на потребности региональных предприятий и организаций различных отраслей экономики, но и формировать спрос на подготовку специалистов для приоритетных направлений развития науки и техники, технологических платформ России. При этом партнерами регионального развития выступают сами исследовательские университеты, региональные органы власти, предприятия и общественные организации, рынок труда и население. Такие университеты постоянно находятся в поиске оптимального пути развития на перспективу и возможностей быть конкурентоспособными в системе высшего образования.

Ключевые слова: исследовательский университет, региональная точка роста, партнерство вуза и региона, технологические платформы, принципы развития университета, коммерциализация научных идей.

В начале XXI в. происходит усиление роли университетов как значимых субъектов развития в формировании гуманитарного потенциала региона, складывается система интегрирующих функций университета в целостной национально-региональной образовательной системе.

Концепция так называемого исследовательского университета, гармонично сочетающего фундаментальные научные исследования с образовательным процессом, была сформулирована В. Гумбольдтом в Германии в конце XIX в. Однако наиболее полно и эффективно идея «Universitas litterarum» воплотилась в жизнь в США. В XX в. американские исследовательские университеты стали ядром научно-технологической системы страны [6].

За последнее десятилетие изучение роли исследовательских университетов в экономике привлекает все большее внимание ученых и практиков в развитых зарубежных странах и в странах с развивающейся экономикой. В частности, вклад вузов в социально-экономическое развитие региона и страны в целом, стимулирование инноваций и обмена знаниями рассматривается как жизненно важный фактор экономического роста. Правительства разных стран рассматривают исследовательские университеты как инструменты поддержки национальных и региональных экономик, поскольку именно в вузах продолжается формирование и развитие новых идей, проведение исследований, что ведет к созданию новых продуктов и услуг. Присутствие университета в регионе повышает инвестиционный рейтинг этого региона, т.к. университет считается гарантом развития региональной экономики и благоприятствует привлечению инвестиций. А повышение уровня образования граждан и укрепление инновационного потенциала облегчает адаптацию региональной экономики к новым экономическим условиям.

Исследовательские университеты определяют конкурентоспособность региона в той же степени, в которой качественный и количественный уровень образования населения страны определяет ее конкурентоспособность на международном рынке. Следует констатировать, что на сегодняшний день этот уровень в России весьма невысок, поэтому необходим энергичный рывок в направлении его повышения.

Исследовательский университет – это генератор инновационного развития региона. Поэтому миссия такого рода университета, по нашему мнению, заключается в реализации следующих *ключевых компонентов*:

– образовательного, предполагающего сохранение и развитие образования в регионе, осуществление подготовки высококвалифицированных специалистов по фундаментальным и передовым направлениям, выполнение роли системообразующего центра образования в регионе;

– научного, состоящего в сохранении и приумножении потенциала региональной науки на основе лучших отечественных традиций и мирового опыта, с учетом особенностей региона;

– инновационного, цель которого – служить центром развития инновационных подходов в области управления и научных разработок, предоставлять качественное образование с применением инновационных методов и технологий в подготовке специалистов;

– культурного, то есть быть центром культуры в регионе и России, содействуя изменению социальной среды, создавая определенную духовную и нравственную атмосферу, обучая интеллигентному и конструктивному разрешению проблем, творческому подходу в реализации моделей жизнедеятельности;

– предпринимательского, заключающегося в развитии социально ориентированной предпринимательской активности, взаимодействии с бизнесом и промышленными кругами, привлечении их к социальным программам исследовательского университета при одновременном сохранении академической базы и традиций профессионального образования.

Исходя из вышесказанного, можно отметить, что данный тип университетов, относясь к национальным центрам образования, науки и культуры, играет важную роль в социально-экономическом развитии страны и региона, является центром культуры и просвещения, несет существенную нагрузку в социально-стабилизационном плане.

В декабре 2009 года стартовал проект «Интерфакс», главной целью которого является развитие механизмов и процедур независимой системы оценки российских вузов и их образовательных программ, стимулирование конкуренции, роста «интеллектуальной капитализации» российских вузов, повышение их конкурентоспособности в мировом образовательном и исследовательском пространствах. По результатам 2011-2012 учебного года Национальный рейтинг университетов, как и годом ранее, возглавил Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова с оценкой в 100 баллов. Второе место в списке занял Московский национальный исследовательский физико-технический институт (74 балла), 3-е – Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (71 балл), 4-е – Российский университет дружбы народов (70 баллов), а 5-е и 6-е места разделили два вуза – Южный федеральный университет и Новосибирский национальный исследовательский государственный университет (по 66 баллов). В общей сложности в Национальный рейтинг 2011-2012 учебного года вошло 105 высших учебных заведений, включая 76 классических университетов и 29 национальных исследовательских университетов [8].

По данным электронного издания «Наука и технологии России – STRF.ru», созданного в 2005 году при поддержке федерального агентства по науке и инновациям и Министерства образования и науки России, «наиболее высокие темпы роста инновационной активности в 2012 году продемонстрировал Ямало-Ненецкий автономный округ, который смог подняться в рейтинге сразу на 25 позиций. В регионе активно создаются элементы инновационной инфраструктуры. Увеличилось финансирование научного и инновационного направлений. У региона имеется значительный инновационный потенциал. Также высокий рост активности в инновационной сфере (на 10 позиций) был отмечен в Кемеровской и Белгородской областях» [9].

Исследовательский университет и регион в современных условиях находятся в непосредственном диалектическом взаимодействии. Университет посредством своих разнообразных подструктурных элементов воздействует на экономику, политику, образование региона, одновременно испытывая на себе влияние региональных процессов. Он выступает полифункциональной организацией, что позволяет ему стать системообразующим фактором социокультурного развития региона [4].

Переход российской высшей школы от жесткой централизации советского времени к современной децентрализации периода формирования рыночных отношений поставил перед исследовательскими университетами как долгосрочные перспективы, так и

требующие быстрого решения задачи социально-экономического и социокультурного характера. Новые модели университетского образования все чаще соединяют в себе процессы рыночной экономики и традиционные культуротворческие функции университета, которые нередко противоречат друг другу.

В настоящее время состояние регионов непосредственно связано с повышением эффективности функционирования всех отраслей экономики. Следует учитывать, что современные тенденции мирового развития определяют его главную цель – достижение и сохранение устойчивого экономического роста. Он возможен на основе производства, в котором используются и современные технологические решения, и человеческий капитал во всем многообразии человеческих талантов и способностей. В условиях перехода к постиндустриальному обществу происходит повышение требований к работнику, так как данный тип общества предполагает повышение роли и значения инноваций, новых научных знаний и информации. При высоком уровне развития промышленного производства и рыночных отношений производительные силы человека воспроизводятся уже не в форме товара, а в форме «человеческого капитала», который становится важнейшим ресурсом. Техника, создающая богатство, приходит в жизнь через технологические знания и организационные усовершенствования. Опытность технических экспертов и компетентность управляющего персонала должны быть дополнены квалификацией рабочей силы, иначе новая техника не даст практического эффекта. Но, кроме всего этого, необходимо еще одно очень специфическое знание – знание деловой конъюнктуры, рыночных возможностей и способов их практического использования [3].

В условиях становления и развития инновационной системы региона все более явной и востребованной становится инновационная функция высшего образования и повышение роли исследовательских университетов в инновационном процессе, которые определяют кадровый потенциал инновационного развития региона, а также способствуют продвижению инновационных идей и доведению их до конкретных производителей. Усиление внимания к региональным аспектам экономического и социального развития в последнее десятилетие повлекло переоценку традиционных факторов регионального развития, создание региональных концепций, в том числе и в области образования, позволяющих комплексно решать целый ряд взаимосвязанных социально-экономических задач региона [2].

Подходы и инструменты оценки инновационного развития регионов России актуальны, сложны и во многом продолжают оставаться дискуссионными, споры на этот счет идут и на федеральном, и на региональном уровнях, и в самой научной среде. Рейтинг передовых субъектов РФ составляют фонд «Петербургская политика», газета «РБК-Daily» и Российская академия народного хозяйства и государственной службы при президенте РФ. В рейтинге инновационной активности в России 10 регионов, среди которых новички – Самарская и Ульяновская области, – а также Красноярский край, Томская, Новосибирская, Калужская, Нижегородская области, Башкирия, Татарстан и Москва.

По данным Национальной ассоциации инноваций и развития информационных технологий (НАИРИТ), в 2012 году на реализацию инновационных программ и проектов в рамках российского федерального и региональных бюджетов, несмотря на общемировой кризис, было запланировано порядка 1,5 трлн. рублей. Это на 10-15% больше по сравнению с показателями 2011 года. Однако за первое полугодие в целом было израсходовано около 430 млрд. рублей, что на 8% меньше показателей I кв. 2011 г. Объем инвестиций со стороны частных венчурных фондов за первое полугодие не увеличился по сравнению с аналогичным периодом прошлого года и составил около 80 млн. долл., в рамках которых было профинансировано более 40 проектов. При этом заметно изменилась структура инвестиций. Сократилось количество инвестиций на поздних стадиях (около 10%), но вместе с тем увеличилось количество профинансированных проектов на посевной стадии (примерно на 15-20%). Для сравнения: за первое полугодие 2012 года в США венчурные фонды инвестировали более \$12 млрд. примерно в 1600 проектов. Структура же сделок в США изменилась в обратную сторону. Из-за кризиса сократилось количество рискованных сделок посевной стадии, а инвестиции на поздних стадиях выросли на 11%. Больше всего инвестиций традиционно пришлось на сектор информационно-телекоммуникационных технологий (25,0%) (табл. 1). Аналогичная ситуация наблюдалась и на венчурном рынке США. С некоторым отрывом идут энергетика и энергосбережение (14,1%), биотехнология

и медицина (12,2%), транспорт и двигателестроение (12,0%). Распределение инновационных проектов по отраслям за первое полугодие 2012 г. существенно не изменилось. Наибольшее их число относится к энергетике и ресурсосбережению (27,8%), на направление по биотехнологиям и медицине приходится 27,1%, которое выросло практически на 2%, а также информационно-телекоммуникационные технологии (23,8%) [7].

Таблица 1

Распределение инновационных проектов по отраслям

Технологические направления	2011 г.	2012 г.
Авиационные и космические системы	2,7%	1,9%
Информационно-телекоммуникационные технологии	24,4%	25,0%
Транспорт и двигателестроение	12,5%	12,0%
Промышленные технологии	6,2%	7,1%
Сельскохозяйственные технологии	6,4%	6,9%
Строительные технологии	1,3%	1,5%
Экология и ресурсосбережение	4,1%	4,2%
Электроника и приборостроение	3,7%	4%
Энергетика и энергоснабжение	13,9%	14,1%
Индустрия наносистем и материалов	9,1%	7,1%
Биотехнологии и медицина	11,1%	12,2%
Другое	4,6%	4%

Роль исследовательского университета в регионе не ограничивается подготовкой специалистов. Можно рассматривать университеты как социальное явление, характеризующееся двойственностью проявления своих форм. С одной стороны, университеты продолжают оставаться производственными организациями, целевой функцией которых государство определило производство образовательных продуктов (научных и образовательных товаров и услуг). С другой стороны, они все более превращаются в субъект социального и культурного развития региона, выступая центром научно-производственно-образовательного потенциала региона, центром непрерывного образования, обеспечивая качество предоставления образовательных услуг.

Возможность не только ориентироваться на потребности, в первую очередь, региональных предприятий и организаций различных отраслей экономики, но и формировать спрос на подготовку специалистов определенных направлений науки существует именно у исследовательских университетов регионального уровня, реализующих программы высшего и послевузовского профессионального образования по многим специальностям, выполняющим фундаментальные и прикладные исследования по широкому спектру наук. Такие университеты постоянно находятся в поиске оптимального пути развития на перспективу и возможностей быть конкурентоспособными в системе высшего образования.

Взаимодействие исследовательского университета с регионом – одно из условий их будущего развития. При этом партнерами регионального развития выступают сами исследовательские университеты, региональные органы власти, предприятия и общественные организации, рынок труда и население [5]. На рис. 1 представлена модель взаимодействия исследовательского университета и региона.

Среди наиболее эффективных инструментов, форм и методов участия исследовательского университета в развитии инноваций в регионе можно выделить:

- подготовку, переподготовку и повышение квалификации специалистов в области инновационного менеджмента, управления инновационными проектами;
- проведение экспертизы инновационных проектов на предмет оценки их новизны, возможностей коммерциализации, трансфера технологий;
- организацию и проведение конкурсов инновационных проектов;
- экспертизу ведомственных, республиканских, муниципальных целевых программ развития и поддержания инновационной деятельности;
- создание на базе университетов малых инновационных предприятий;
- сотрудничество с бизнес-структурами и научными организациями в сфере разработки и апробации инноваций (на базе исследовательских лабораторий университетов);

– участие в создании координационных структур и механизмов в области развития инновационной деятельности в регионе.

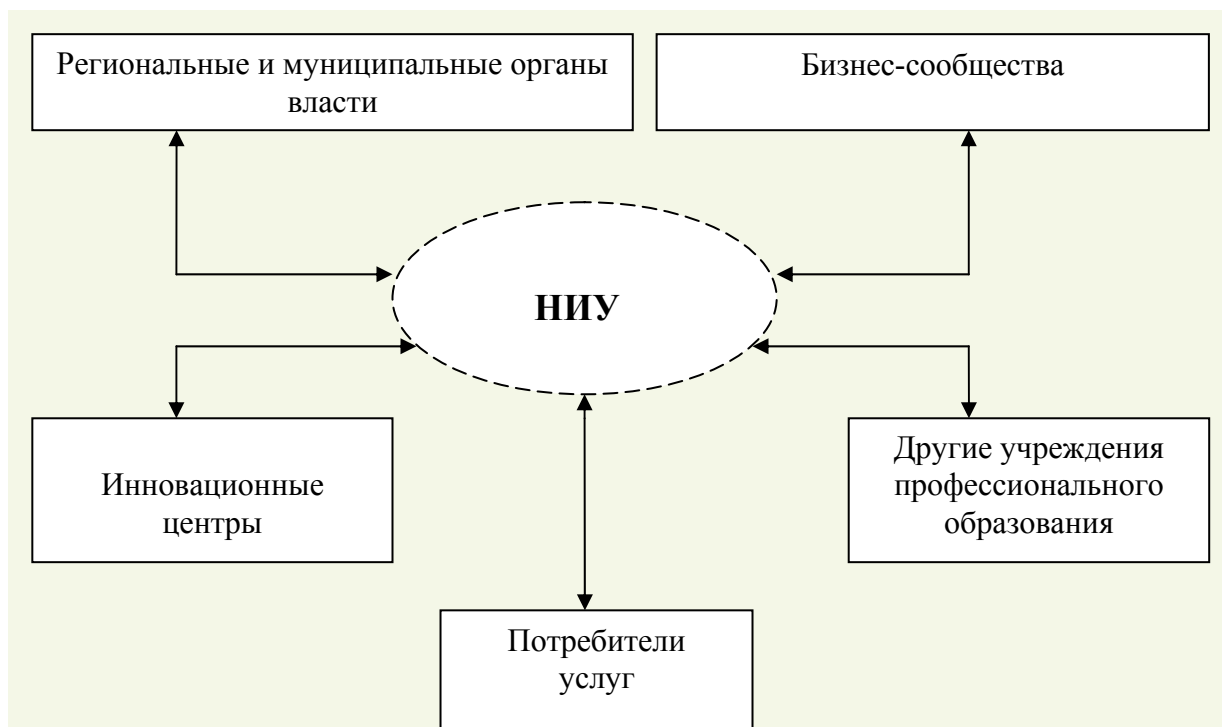


Рис. 1. Модель взаимодействия исследовательского университета и региона

Реальная стратегия развития региона может быть построена только на эффективном использовании собственных возможностей и ресурсов. Реализовать подобную стратегию можно только при достаточном количестве профессионалов высокого уровня, на что ориентирована в большей степени деятельность исследовательского университета. Исходя из этого, выделим *основные принципы исследовательского университета* как инновационной точки роста региональной экономики:

- формирование на базе университета технологических парков, инкубаторов технологий – инновационной инфраструктуры, призванной коммерциализировать результаты научных исследований, доводить их до готового продукта и передавать в производство;
- ориентация на потребности реальных рынков экономики и практическое применение результатов научно-образовательной деятельности в передовых экономических и социальных секторах;
- участие в развитии и деятельности регионально-отраслевых кластеров, интеграция с промышленностью, отраслевой и академической наукой;
- формирование системы коммерциализации научных результатов;
- международное сотрудничество, импорт и экспорт результатов и услуг в сфере образовательной и научно-исследовательской деятельности.

Таким образом, можно отметить, что весомый вклад в развитие региональной инновационной системы внесут исследовательские университеты, основной задачей которых является интегрирование с высшим образованием системы научных исследований и разработок, гибко реагирующие на запросы со стороны экономики, обеспечивающие повышение международной конкурентоспособности российского образования, кадровое обеспечение базовых отраслей инновационной экономики региона, коммерциализацию научных исследований.

Благоприятная среда по стимулированию молодых ученых, преподавателей и специалистов, обеспечению преемственности поколений в науке и образовании, повышению квалификации и профессиональной переподготовке кадров, освоению лучшего международного опыта на основе привлечения ученых с мировым именем, академической мо-

бильности студентов и преподавателей будет способствовать развитию эффективной региональной инновационной системы.

Список литературы

1. Инновационная Россия – 2020. Стратегия развития Российской Федерации на период до 2020 года. – М.: Минэкономразвития России, 2010.
2. Ломовцева, О.А. Технопарки как точки инновационного роста и фактор развития региональной экономики / О.А. Ломовцева, Р.Ю. Канищев // Научные ведомости БелГУ. №19(114). 2011. Вып. 20/1. С.34.
3. Салимьянова, И.Г. Методологические аспекты построения национальной инновационной системы / И.Г. Салимьянова. – СПб.: СПбГИЭУ, 2011. – 226 с.
4. Управление вузом в современных условиях / рук. авт. кол. Р.Г. Стронгин. Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2010.
5. Чупрунов, Е.В. Классические университеты как база формирования федеральных и национальных исследовательских университетов / Е.В. Чупрунова, С.Н. Гурбатов // Высшее образование в России. 2009. №9. С. 56-65.
6. Atkinson R. Research Universities: Core of the US Science and Technology System [Электронный ресурс]. URL: [http:// repositories.cdlib.org/cshe/CSHE5-07](http://repositories.cdlib.org/cshe/CSHE5-07).
7. <http://www.nair-it.ru>
8. <http://www.interfax.ru>
9. www.strf.ru

THE MODEL OF STRATEGIC COOPERATION BETWEEN RESEARCH UNIVERSITIES AND THE REGION

M.Y. PAKHOMOVA

Belgorod National Research University

e-mail:
pakhomov@obrnadzor.gov.ru

The article under discussion is devoted to the role of national research universities as a regional growing point, so far as the formation and development of new ideas is carried out exactly in universities, that leads to creation of new products and services. It is implemented in the university mission and included educational, scientific, innovative, cultural and entrepreneurial components. It allows to regard not only the needs of regional enterprises and organizations of different branches of economy but also to form the demand to human resource development for priority lines of development in science and technology, technological platforms in Russia. In this case, research universities themselves, local authorities, enterprises and public agencies, labour market and population act as the partners of regional development. Such universities are constantly looking for the optimal path of development in perspective and possibilities for competitiveness within the educational system.

Keywords: research university, regional growing point, partnership of the university and the region, technological platforms, principles of university development, commercialization of scientific ideas.

ФИНАНСЫ ГОСУДАРСТВА И ПРЕДПРИЯТИЙ

УДК 338.51, 338.5.018.2

ТРАНСАКЦИОННЫЕ ИЗДЕРЖКИ В СТРУКТУРЕ НЕПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ЗАТРАТ ЭКОНОМИЧЕСКИХ АГЕНТОВ: ДЕТЕРМИНИРОВАННОСТЬ ОТ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И РИСКА¹

Е.А. КУЗЬМИН¹
А.В. ГУСЕВ²

¹⁾ *Уральский
государственный экономи-
ческий университет,
г. Екатеринбург*

²⁾ *Центр прикладных эконо-
мических исследований
и консультирования,
г. Екатеринбург*

*e-mail:
KuzminEA@gmail.com
gusav@bk.ru*

Возрастающая сложность социально-экономического взаимодействия подчеркивает особую роль трансакционных затрат в регулировании состояния устойчивости и безопасности экономических агентов. Усиление неопределенности и риска приводит к тому, что некоторая доля трансакционных издержек изменяется, указывая на необходимость научного обоснования прямой детерминированности данных затрат.

В статье уточняется типология непроизводительных расходов экономических агентов и место трансакционных издержек в структуре данных затрат. Вводятся в научный оборот и доказываются состоятельность понятий эратационных, неготиционных и ренеготиционных затрат.

Ключевые слова: трансакционные издержки, трансакцио-
емость, нормальные трансакционные затраты, эратационные, не-
готиционные и ренеготиционные затраты.

1. Введение

Догматическое условие эффективности функционирования экономических агентов в эпоху парадигмы неинституционализма во многом связывается с теми способностями, которыми обладают хозяйствующие субъекты по восприятию трансакционных издержек. Непрерывный экспоненциальный рост количества акторов в экономических взаимоотношениях, а также постоянное усложнение форм и видов взаимодействий между ними, безусловно, приводят к нарастанию неопределенности и рисков в их априорной обусловленности. Возникает ситуация, когда эволюционное развитие организационно-экономической системы сопровождается поступательным насыщением энтропией. Ее наличие и усиление существенным образом затрудняет жизнедеятельность любого экономического субъекта. Сохранение и поддержание состояния устойчивости и безопасности собственного развития приводит к необходимости нивелирования неопределенности за счет поиска источников новой информации, дополнительной координации деятельности и оптимизации внутренней организационной структуры.

¹ Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы по мероприятию 1.3.2. (XLVI очередь, лот 2012-1.3.2-12-000-3002) по теме «Комбинаторное исследование дистрикции трансакционных издержек акторов организационно-экономических систем», заявка ИКС № 2012-1.3.2-12-000-3002-034.

Становится очевидным, что с усилением неопределенности и риска во внешней среде возрастают экзогенные транзакционные издержки экономических агентов, однако проследить данные тенденции при отсутствии количественных оценок энтропии является проблематичным. Особое значение приобретают другие типы неопределенности, как то неопределенность принятия решений и последствий данных решений. Эндогенная составляющая транзакционных затрат указывает на влияние сложности внутренней организации и возможностей к принятию взвешенных управленческих решений. В итоге, совокупные транзакционные издержки экономического агента детерминированы как внутренней неопределенностью, так и внешней. При этом часть транзакционных затрат, по мнению автора, будет постоянной вне зависимости от проявления неопределенности и риска. Изменения подвержена лишь некоторая составляющая затрат, которая и отражает меру порядка в организационно-экономической системе в целом и экономическом агенте в частности.

В ситуации, когда оценки количественной неопределенности отсутствуют, возникает научная задача по выявлению допустимости транзакционных издержек. Тем самым управленческое воздействие на неопределенность и риск позволит снизить величину непроизводительных затрат, к числу которых относятся и транзакционные расходы. Одновременно с этим, научное обоснование частичной детерминированности транзакционных издержек от неопределенности и риска даст основания производить косвенную оценку сложности и вязкости среды через удельную динамику транзакционных затрат. Именно на решение данной задачи направлено настоящее исследование, в котором тесным образом переплетены вопросы отождествления транзакционных издержек в структуре непроизводительных затрат экономического агента, транзакциоёмкости, специфичности активов и плотности распределения издержек.

2. Индикативные меры детерминированности транзакционных затрат

2.1. Транзакциоёмкость в отражении силы неопределенности и риска

Для выявления зависимости динамики транзакционных издержек от риска и рискованности² функционирования экономического агента, а также неопределенности, авторы прибегают к использованию показателей транзакциоёмкости [3]. Экономический смысл показателя транзакциоёмкости заключается в характеристике объема непроизводительных затрат, приходящихся на величину трансформационных (производственных) расходов, где выражением трансформационных или производственных расходов является производственная себестоимость. Риск в данном контексте отождествляется с «успешностью» работы предприятия или организации.

Высокий уровень транзакциоёмкости снижает шансы фирмы реализовать свою продукцию, что и приводит к риску дальнейшего продолжения жизни предприятия на рынке. Тем самым становится возможным построение функции транзакциоёмкости в дополнение известным функциям транзакционных издержек как инструмента анализа риск-профиля экономического агента. В некоторых случаях транзакционная функция может быть использована в оценке риска или вероятности риска неблагоприятного отбора – чаще всего во внутренних процессах, как например, отбора кадров, выбора стратегии внутренней политики и т.п. Подтверждением этого является исследование Е.В. Попова, который определил наличие «неблагоприятного отбора (adverse selection) и субъективного риска (moral hazard)» [9] в проблеме принципал-агента.

Однако внешний риск хозяйствующего субъекта может на порядок превосходить внутренние риски. Поэтому функция транзакциоёмкости при совместном рассмотрении транзакционных издержек *ex post* и *ex ante* становится интегральной функцией риска экономического агента. Авторское видение динамического изменения транзакциоёмкости и риска представлено на рис. 1.

Обоснование применимости транзакциоёмкости заключается в экономическом содержании эффективности деятельности хозяйствующего субъекта, где отрицательная эффективность в узком понимании смысла слова является риском, а положительная – успехом. Однако широкое толкование эффективности говорит нам о том, что рискован-

² Примечание: авторы используют понятие рискованности в данном контексте по аналогии с риском с учетом того, риск является абсолютным выражением потенциальных убытков (ущерба), когда как рискованность предполагает вероятность возникновения потенциальных убытков (ущерба).

ность присутствует в любом состоянии организационно-экономической системы. Отличие заключается в степени значимости вероятности риска (рискованности) для предприятия или организации. На рис. 1 цветовыми областями показана динамика рискованности: от минимальной – в ситуации, когда транзакционная емкость достигает своего наименьшего значения, до максимальной – в своем пике. Превышение значения транзакционной емкости единичной величины свидетельствует о неэффективности экономического агента и значительной вероятности того, что в скором времени он прекратит свое существование.

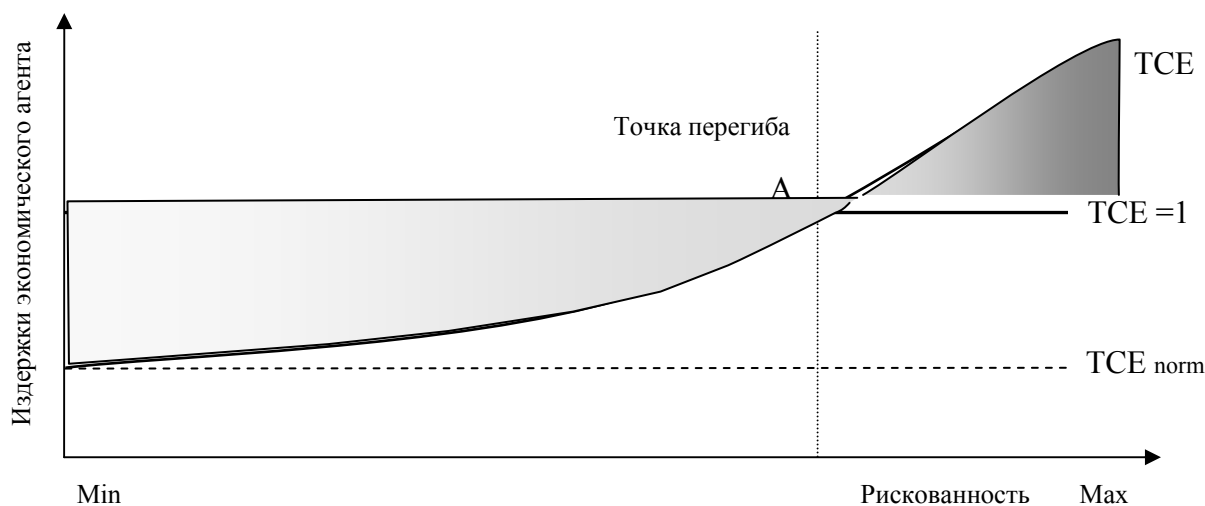


Рис. 1. Функция транзакционной емкости (в расчете на выручку экономического агента) в анализе риска и рискованности

В дополнение можно отметить, что близкими по содержанию исследованиями занимались J.K. Masters, G. Miles, D. D'Souza, J.P. Orr [20], где ими обоснованно доказывались гипотезы о построении более тесных взаимосвязей с контрагентами в зависимости от специфичности активов и соответствующих им влияний на доверенность, вероятность повторения сделки, изменение неопределенности и риска. Другие исследователи подходят к восприятию риска через транзакционные издержки в контексте иерархичности управления, склонности стратегии управления к риску и уровня специфичности активов. Примером таких исследований является работа Т.Н. Chiles и J.F. McMackin [16].

Несмотря на аргументированность выводов подобных исследований, автор считает, что анализ рискованности должен строиться при учете внешнего ограничителя – рыночного окружения экономического агента, которое для фирмы принимает вид рыночных цен. Внутренний ограничитель процесса моделирования рискованности связан с предельным выпуском продукции (работ, услуг). Объединение этих ограничительных условий приводит к необходимости сопоставления, где логичным решением такой задачи будет использование показателя транзакционной емкости и расчета критических его уровней³.

2.2. Плотность транзакционных издержек

Показатель транзакционной емкости, предложенный авторами, не является единственной мерой, указывающей на наличие или отсутствие риска и неопределенности. Другим показателем может быть количество экономических агентов и приходящихся на них размер транзакционных издержек. Условно данный показатель, как считают авторы, можно обозначить как «плотность транзакционных издержек». Суть данного показателя для исследования связи с рисками и неопределенностью сводится к анализу динамики его зна-

³ Примечание: автор понимает под критическими уровнями показателя транзакционной емкости некоторые значения, когда их превышение будет характеризовать ситуацию с качественным новым уровнем риска и рискованности. Тривиальным примером критического значения транзакционной емкости является единичное значение, более глубокое исследование позволит определить промежуточный критический уровень транзакционной емкости при расчете нормальных транзакционных издержек. Другие уровни можно определить путем установления приемлемых значений в конкретной анализируемой ситуации как в частных случаях (для экономического агента), так и в общем (для организационно-экономической системы различного порядка).

чений. Устойчивость организационно-экономической системы во многом определяется количеством вовлеченных участников, то есть хозяйствующих субъектов – экономических агентов.

Размер транзакционных издержек, приходящийся в среднем на каждого участника, влияет на способность стабильного осуществления деятельности. В ситуациях, когда величина плотности транзакционных издержек превосходит критический уровень, существование организационно-экономической системы ставится под сомнение. В таких случаях система самостоятельно (автономно) переходит на новый этап развития или перестает существовать вовсе. Движущей силой эволюции организационно-экономической системы в данном контексте выступает модернизация или реформа инструментов обмена и коммуникации. Лишь при изменении «ценового механизма» по Р.Н. Coase возможно избежание кризисов экономики, когда происходит отказ от сделки или обмена.

Расчет плотности транзакционных издержек в авторском взгляде может быть рассчитан на основе следующего математического выражения:

$$DTC = \frac{TC}{m}, \tag{1}$$

где DTC – плотность транзакционных издержек;

TC – транзакционные издержки;

m – количество предприятий и организаций территориальной экономики.

Прообразом плотности транзакционных издержек является величина «стоимости приобретенных товаров на одного агента транзакции» [8, С. 472], предложенной в работе Е.В. Попова совместно с Э.К. Мингалеевой применительно к определению транзакционных издержек в автомобилестроении. Однако в их взгляде на расчет такой величины не учитывается существование промежуточного потребления транзакционных издержек. К тому же общая стоимость приобретенных товаров, во взгляде Е.В. Попова и Э.К. Мингалеевой, соотносится не с количеством хозяйствующих субъектов, а с «числом индивидуумов, вовлеченных в приобретение изделий». Тем самым величина «стоимости приобретенных товаров на одного агента транзакции» в действительности не отражает риск и неопределенность в отношении заключаемой сделки. Объяснение этому заключается в проблеме двойного счета и субъективности определения транзакционных издержек между противопоставленными экономическими агентами.

Возможность использования показателя, предложенного Е.В. Поповым, в оценке риска и неопределенности не утрачивается. Дополнение теоретических представлений позволяет применять описанный показатель в части оценки риска ликвидности путем исчисления предельного соотношения цены сделки, стоимости компонентов по сделке и альтернативной ценой субститутов сделки. Здесь важно обратить внимание, что соотношение транзакционных издержек *ex post* и *ex ante* не будет влиять на эффективность функционирования предприятия и организации. Примером ошибочного утверждения является высказывание В.В. Разумовой о том, что в ситуации, когда «транзакционные издержки на управление внутри фирмы начинают превышать затраты на рыночные транзакции вне ее, фирма становится в этом отношении неэффективной» [6].

Авторы видят механизм эффективности экономического агента несколько иначе. Существенным в данном вопросе становится не разница между внутренними и внешними транзакционными издержками и их отношение к производственным издержкам, а размер полной себестоимости продукции в отношении к рыночной цене. Полная себестоимость продукции включает в себя производственные затраты и транзакционные издержки (а также часть непроизводительных расходов), что и составляет суммарный объем понесенных расходов фирмы. Иными словами, условие эффективности хозяйствующего субъекта в данном контексте можно выразить:

$$PC_i + TC_i + [UE_i] < PM_i, \tag{2}$$

где PM_i – рыночная выручка *i*-предприятия или организации;

PC_i – производственная себестоимость изготовления продукции (работ, услуг);

UE_i – часть непроизводительных расходов *i*-предприятия или организации.

При этом эффективность будет оцениваться через следующее соотношение

$$\text{efficiency} = \frac{PC_i + TC_i + [UE_i]}{PM_i} \quad (3)$$

Подтверждение авторской позиции заключается в различных «емкостях» транзакционных затрат по видам экономической деятельности, которое и определяет фоновый или естественный их уровень. Дифференциация транзакционных затрат по различным видам продукции (товаров) отмечается в работе Я.И. Кузьмина, К.А. Бендукидзе и М.М.Юдкевич. Они обоснованно указывают на то, что «доля транзакционных издержек в общей стоимости производства различных товаров может сильно варьироваться» [4, С. 229].

Если предположить, что гипотеза В.В. Разумовой верна, то существование ряда предприятий и организаций по видам экономической деятельности станет невозможным, их эффективность будет отрицательной. Оговорка В.В. Разумовой о «транзакционной допустимости» деятельности фирмы уже не играет существенной роли, ведь вопрос об эффективности здесь является основным.

2.3. Специфичность активов

Аргументация позиции авторов о связи транзакционных издержек с рисками и неопределенностью приводит к рассмотрению вопроса ограниченности активов при заключении сделки. Поэтому риск ликвидности в сделках или операциях и возникновение транзакционных издержек является ключевым. Зависимость транзакционных издержек от уровня специфичности активов сделки выявлено в исследовании Williamson О.Е., где им отмечается наличие трех решающих факторов, которые определяют транзакционные издержки – неопределенность, частота операций и специфичность активов [28]. Помимо этого Williamson О.Е. [29] обращает внимание на ограниченную рациональность и оппортунистическое поведение [30] экономических агентов, что может являться косвенным подтверждением прямой связи транзакционных издержек с неопределенностью. Подобные идеи прослеживаются также в работе В. Klein, R. Crawford и А. Alchian [19].

Специфичность активов, в свою очередь, приводит к усложнению организационно-экономической системы, ее иерархии, количества взаимозависимых и взаимоподчиненных элементов системы. Как это было определено автором в теореме предельной самоорганизации (Е.А. Кузьмин) и теореме предельной неопределенности, выдвинутой В.И. Авдийским и В.М. Безденежных [1], явление сложности организационно-экономической системы отражает ее неопределенность. О связи сложности и неопределенности говорит в своем исследовании Odagiri Н. [23], отмечая, что они являются общей чертой рыночной сделки, как и неравномерное распределение информации между ее участниками.

Так, по определению G. Slater и D.A. Spencer, «неопределенность является основным предположением в теории транзакционных издержек» [24]. Оценка неопределенности или определенности системы, события или явления осуществляется через меру энтропии и неэнтропии, базу расчета которых составляет информация. Так как сделки в реальных экономических условиях заключаются при асимметрии информации каждой из сторон, то объективным является вывод о том, что несовершенство информации является побуждающим мотивом к заключению сделки. Некоторые вопросы асимметрии информации в транзакционных операциях рассматриваются в работе L. Kangoh, в которой он предполагает, что асимметрия между индивидуумами и хозяйствующими субъектами заключается в «невозможности отличить потребительские типы» [18, Р. 11].

В итоге, логическая связь риска и неопределенности в транзакционных издержках реализуется через две базовые характеристики – специфичность активов и сложность. Возрастание специфичности активов приводит к ограниченности спроса и предложения на данные активы и сокращению операций по ним. Поиск контрагентов становится сопряжен с риском. Риск при этом будет выражаться в том, что таких контрагентов может и не быть. Во-вторых, отсутствие альтернатив станет основанием для манипуляции с ценой (установления монопольно-завышенной или монопононно-заниженной стоимости). В-третьих, риск при рассмотрении транзакционных издержек в цене может быть связан с деятельностью посреднических структур или несовершенством рынка. В-четвертых, для совокупности экономических агентов высокий уровень транзакцоемкости оказывает влияние на успешность реализации продукции (работ, услуг) и тем самым на риск. Таким образом, реализация риска может привести к отказу от продолжения деятельности экономического агента с применением специфичного актива.

С другой стороны, рост транзакционных издержек связывается с ростом неопределенности. Такую связь объективно подчеркивают Б.Б. Коваленко, С. Пономарёв и О.Г. Смешко, утверждая, что «для фирмы-производителя транзакционные издержки, вызванные неопределенностью, весьма высоки, невозможность своевременной поставки специализированных активов влечет за собой опасность остановки производства» [2, С. 17].

Но и сложность операций приводит изменению неопределенности. Факторами, которые могут стать катализаторами роста неопределенности являются: количество участников операции (сделки), специфичность актива (то есть объекта сделки), периодичность и частота операций. Положения теоремы предельной самоорганизации и теоремы предельной неопределенности подробно описывают взаимосвязь сложности и неопределенности в организационно-экономических системах, поэтому детального обоснования такой взаимосвязи в рамках настоящего исследования не требуется. Схематичное изображение связи рисков и неопределенности с транзакционными издержками проиллюстрировано на рис. 2.

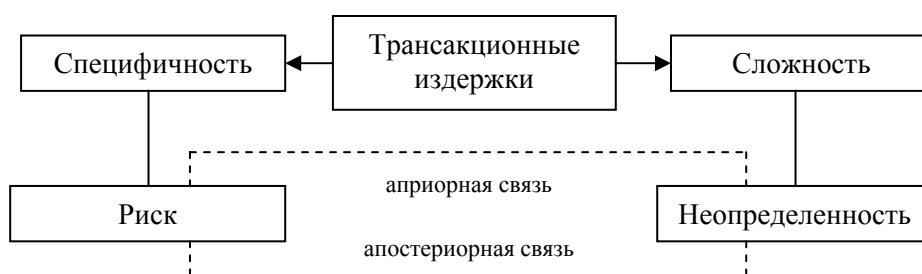


Рис. 2. Взаимосвязь свойств транзакционных издержек с неопределенностью и рисками

Ряд ученых придерживается мнения, что в ситуациях, когда неопределенность устранена полностью, транзакционные издержки в операциях не присутствуют. Примером такой точки зрения являются высказывания В.Ж. Дубровского⁴, которые прослеживаются в некоторых его работах. Им в частности видится, что все транзакционные издержки – это издержки неопределенности. Однако такой подход не лишен критической оценки. По мнению автора, лишь часть транзакционных издержек обусловлена неопределенностью и риском во внутренней и внешней среде экономического агента. При этом некоторая доля транзакционных затрат вовсе не подвержена влиянию факторов и условий неопределенностной природы и проявляется в силу наличности вещей – институциональной конструкции, действия экономического механизма – даже тогда, когда ситуация полностью определена и риск отсутствует.

3. Типология непроизводительных расходов

В противопоставление взгляду В.Ж. Дубровского можно привести утверждение S. NS Cheung [15, Р. 23-24] о том, что издержки, которые не существуют в «экономике Робинзона Крузо», являются транзакционными. S. NS. Cheung определил четыре группы ограничений максимизации реального дохода (прибыли) индивидуума или экономического агента, к которым он относит нехватку ресурсов, предельную отдачу, имущественные права и транзакционные издержки. Автор в тоже время считает целесообразным дополнить высказывание S. NS. Cheung относительно определения транзакционных издержек – издержки, которые отсутствуют в экономике Робинзона Крузо за исключением того момента, когда экономика стала экономикой Робинзона Крузо и Пятницы. Это важное замечание, на что косвенно указывает и сам S. NS. Cheung, говоря об экономике одного человека.

В реальных условиях экономики одного экономического агента не существует. Приближенным примером такой экономики можно обозначить натуральную экономику при условии, что в ней отсутствует обмен. Но при такой условности транзакционные издержки присутствуют в ней тем или иным образом как налоги, сборы или плата за общественные блага (услуги) в натуральной форме. Однако это относится лишь только к экономике, в которой имеются формальные и неформальные институты. В ситуации же экономики Робинзона Крузо таких институтов нет. Тем самым транзакционные издержки

⁴ Примечание: *Дубровский В.Ж.*, доктор экономических наук, профессор Уральского государственного экономического университета (Россия, г. Екатеринбург)

даже «в предельно редуцируемой форме» [11, С. 13] в такой экономике не существуют и существовать не могут.

Предполагаемая возможность наличия транзакционных издержек, по мнению Д.П. Фролова, в экономике Робинзона Крузо «в его индивидуальном производстве, ... обусловлено экстремальным характером его вынужденной социальной изоляции» [11, С. 13], противоречит справедливому и в достаточной степени известному замечанию Т. Eggertsson, которое попросту игнорируется Д.П. Фроловым и приводится в упрощенной и искаженной форме. В действительности Т. Eggertsson обосновано указывает на то, что «транзакционные издержки в той или иной мере связаны с затратами на получение информации об обмене. Но понятия информационных издержек и операционных расходов не являются идентичными. Одинокий человек на необитаемом острове столкнется с информационными расходами в ходе «домашнего производства», но изолированный индивид не участвует в обмене и поэтому не будет нести никаких транзакционных издержек» [17, Р. 15]. Им же уточняются те мероприятия, которые приводят к появлению транзакционных затрат, связанных с обменом и закреплением прав между индивидуумами. Безусловно, что в экономике Робинзона Крузо подобные мероприятия не только не могут возникнуть, но и не осуществимы в принципе, поэтому ответ на вопрос о присутствии там транзакционных затрат разрешается как само собой разумеющееся.

По-видимому, позиция Д.П. Фролова не в полной мере учитывает разграничение транзакционных издержек от других затрат. Здесь важно осознать, что не все непроизводительные затраты являются транзакционными. Думается, что именно в этом кроется ошибочность представлений Д.П. Фролова о тех затратах, которые им приписываются Робинзону Крузо. Они в своем роде, по мнению автора, не являются транзакционными и относятся в общем виде к непроизводительным.

Учитывая, что экономика Робинзона Крузо по своим отличительным признакам является формой натуральной экономики, то можно предположить, что ряд процессов (действий) им осуществляется не только для создания «продукта», то и для повышения эффективности такого процесса, как, например, определение времени приливов и отливов, выявления закономерностей изменения погоды, планирования запасов ресурсов и т.д. Но вместе с тем от того, что наблюдается «совмещение и комбинирование различных видов деятельности, [используется – авт.] планирование и организация времени труда и отдыха [иначе «режим труда» – авт.], вырабатываются рациональные способы использования ограниченных ресурсов» [11, С. 13], транзакционные издержки не возникают. При том, что отмеченные процессы и мероприятия относятся напрямую не к вспомогательной деятельности, а являются частью основной, то возникающие затраты ни в какой интерпретации не могут быть отнесены к транзакционным.

Очевидное заблуждение Д.П. Фролова в части транзакционных затрат в экономике Робинзона Крузо не ограничивается. В своей неподтвержденной гипотезе он изначально исходит от ложной по своему экономическому смыслу идеи, что «транзакционные издержки сопровождают не только взаимодействия агентов, но и каждое отдельное действие, поскольку в нем общественные экономические отношения представлены в снятом виде» [11, С. 13]. Заложенное в идеи противоречие «отдельности действий» и «общественности отношений» Д.П. Фроловым экстраполируются на экономику Робинзона Крузо, не разбираясь в теоретической части вопроса. Поскольку действие (операция или процесс) отдельно взятого актора не возможно запечатлеть как композицию общественных отношений, которые возникают и образуются во взаимодействии между акторами. Лишь в совокупности действий и деятельности, направленных на достижение цели функционирования экономического агента, возникает возможность выявления тех самых транзакционных издержек.

Помимо того, им проводится явная и отчетливая параллель между «затратностью информации» и транзакционными издержками, ошибочно предполагается, что все затраты на информацию «являются одним из их компонентов» [11, С. 13]. В попытке подтвердить догадку Д.П. Фроловым приводится утверждение D.C. North о том, что «затратность информации является ключом к пониманию издержек транзакций, которые (издержки) состоят из издержек оценки полезных свойств объекта обмена и издержек обеспечения прав и принуждения к их соблюдению» [7, С. 45] в переводе А.Н. Нестеренко, но совсем не принимается в расчет такой немаловажный момент, что «эти затраты измерения и обеспечения [соблюдения соглашений (контрактов) – авт.] служат источником социальных, политических и экономических институтов» [22, Р. 27]. Именно аксиоматич-

ное признание «затратности экономического обмена отличает подход [к выделению – авт.] транзакционных издержек от традиционной теории...» [22, Р. 27]. D.C. North удается четко передать основное, базисное условие возникновения транзакционных издержек – это экономический обмен.

В экономике Робинзона Крузо даже при условии, что существуют некоторые предпосылки к экономическому обмену в виде наличия ряда сформированных потребностей и предметов обмена (продуктов труда), естественным образом экономический обмен возникнуть не может. Единственным препятствием к этому является отсутствие второй стороны. Как только в жизни Робинзона Крузо появился Пятница, экономика трансформировалась, перешла на новый эволюционный уровень. В итоге экономический обмен в натуральной форме стал возможен и только в этот момент издержки, которые ранее рассматривались как исключительно непроизводительные, стали модифицироваться и переходить в разряд транзакционных в той части затрат, которые способствуют совершению обмена, заключению сделки и т.п.

В исходном положении экономики Робинзона Крузо деятельность основного и единственного актора могла быть направлена только на две субъектно-объектные формы. Во-первых, на самого себя, ведь постоянно существует необходимость в «продуктах» труда, чтобы поддерживать жизнедеятельность и жизнеспособность. Во-вторых, на среду обитания, поскольку искусственные или естественные изменения в среде отражаются на условиях и возможностях самого субъекта (инициатора изменений). С появлением нового актора система не просто трансформировалась, в ней начали действовать новые правила и нормы, возникли новые институты. Но главное, появилась возможность обмена.

Основываясь на этой логике, следует дифференцировать непроизводительные затраты не только в целевом предназначении, но и в эволюционной динамике экономического механизма, развитии самой организационно-экономической системы. Обращаясь к выражению о расчете транзакционных издержек [3] экономического агента и теоретическим положениям об обосновании и аргументации выводов, автор делает акцент на «прочих затратах» [10], которые не нашли должного отражения в институционализации транзакционных затрат. По своему содержанию прочие затраты являются непроизводительными, в равной степени как и коммерческие и управленческие расходы [10]. Но целевое предназначение коммерческих и управленческих затрат⁵ предполагает их отнесение к транзакционным издержкам. Таким образом, выстраивается иерархическая структура непроизводительных расходов экономических агентов при условии наличия экономического обмена, тогда она приобретает следующий вид (рис. 3).

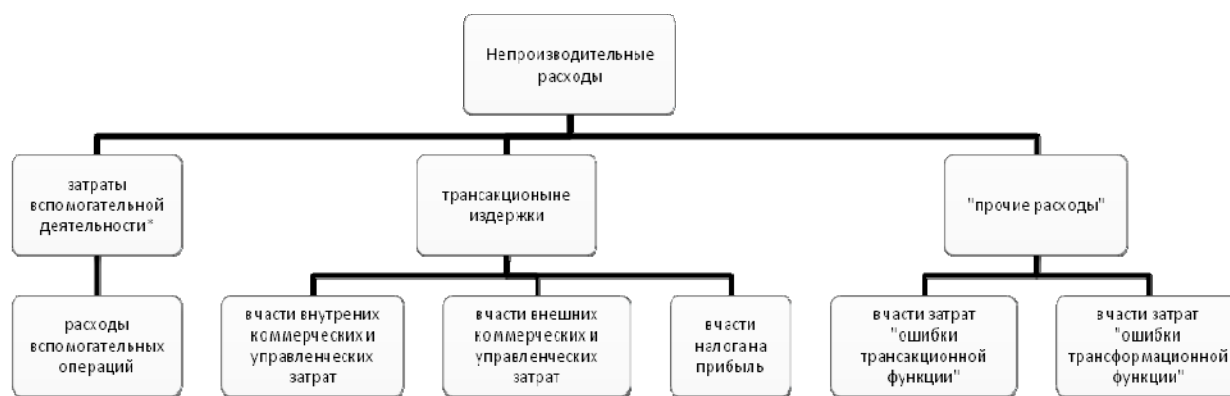


Рис. 3. Структура непроизводительных расходов в условиях наличия экономического обмена

Примечание к рисунку:

* – под вспомогательной деятельностью рассматриваются процессы и операции, которые необходимы для осуществления основных функций. Расходы по вспомогательным видам деятельности не относятся к транзакционным и рассматриваются самостоятельно.

⁵ Примечание: по представлению авторов, коммерческие и управленческие расходы в части внешних затрат являются единственным элементом затрат, который изменяется при расчете чистых (то есть без промежуточного потребления) транзакционных издержек, тогда как внутренние коммерческие и управленческие расходы являются промежуточным потреблением транзакционных издержек.

Совсем иная картина складывается, когда экономического обмена нет, точнее он отсутствует в организационно-экономической системе, как, например, в экономике Робинзона Крузо. Затраты, которые ранее можно отнести к транзакционным по их содержанию, теперь не удовлетворяют главному базисному условию – цели обмена или совершения транзакции. Они [затраты] полностью переходят в разряд вспомогательных, не теряя своего истинного предназначения. Позитивная эволюция или трансформация экономического механизма, когда из экономики Робинзона Крузо возникают зачатки натуральных или рыночных отношений, сопровождающиеся экономическим обменом, проявляет и идентифицирует особые по своим свойствам затраты – транзакционные издержки. Регресс как проявление отрицательной эволюции или трансформации, вызванной утратой институтов, нормативно обрамляющих и поддерживающих экономический обмен, ликвидирует своим упрощением и дефиницию транзакционных издержек.

Но в эволюционном движении сохранение конфигурации транзакционных затрат является, по мнению автора, весьма необходимым и значимым, поскольку по ним можно проследить историю анагенеза институции в организационно-экономической системе и последовательность структурного сдвига экономического механизма. Для этого конструкция непроизводительных затрат в условиях отсутствия экономического обмена должна быть дополнена и расширена новыми дескрипторами институциональной экономики. Так, в целях сохранения образа транзакционных издержек в регрессионном движении экономического механизма автором предлагается использовать понятие *эратационных затрат*⁶, которые подменяют собой транзакционные расходы хозяйствующего субъекта, когда экономический обмен не осуществим, а предназначение и сущность затрат сохранилась, хоть и с потерей целепригодности.

Целостный элемент прочих расходов в процесс регресса также видоизменяется, в нем утрачивается смысл группы расходов, которые обозначаются автором как затраты «ошибки транзакционной функции». Под этим весьма емким определением скрываются расходы, которые напрямую не являются транзакционными. Суть таких расходов заключается в том, что они возникают в результате некоторого «сбоя» или «ошибки», возникающей не по вине производственных операций, а в силу несовершенства транзакционного процесса, как, например, пени и неустойки за нарушение условий заключенных договоров при асимметрии информации или ее нехватки как таковой. Для упрощения, автором предлагается введение наименования таких затрат и использование понятия *неготиционные затраты*⁷.

Синектически однообразно раскрывается содержание расходов «ошибки трансформационной функции». Естественно, что процессы основной деятельности не являются идеальными, и под воздействием ряда факторов и при стечении ряда условий возникают затраты, которые несет экономический агент для покрытия прямого или косвенного ущерба, вызванного несовершенством трансформационной функции. Примером таких затрат является уплата штрафов за загрязнение окружающей среды или перечисление средств (взносов, выплат и т.д.), связанных с благотворительной деятельностью. Такие затраты противоречат идеализированной экономической сущности хозяйствующих субъектов или не входят в группу «прочих равных условий». По аналогии, для упрощения наименования и типизации непроизводительных расходов, авторами предлагается обозначить затраты «ошибки трансформационной функции» как *ренеготиционные затраты*⁸ и использовать сходное понятие и для затрат «ошибки транзакционной функции».

Гипотетическое исключение транзакционных издержек рассматривается только в качестве теоретического идеала функционирования экономики. Их объективное присут-

⁶ Примечание: в видении авторов, этимология понятие *эратационных затрат* исходит из выражения «erratum» (лат. – «ошибка»). Возможность использования такого словообразования продиктована парадоксальностью возникающего противоречия, когда предназначение и сущность затрат в ходе регресса не претерпела значимых изменений, но в тоже время утратилась исходная цель таких издержек.

⁷ Примечание: этимология понятия *неготиционные затраты* основана на использовании выражения «negotium» (лат. – «делка»), то есть расходов, которые участвуют или способствуют в заключении или закреплении транзакции.

⁸ Примечание: этимология понятия *ренеготиционные затраты* отталкивается от объединения выражения «negotium» (лат. – «делка») с применением отрицательной приставки, в результате чего образуются сразу два отличных друг от друга понятия, обозначающие в то же время сходные по своему содержанию, но не природе затраты.

ствие в жизнедеятельности индивидуумов, функционировании экономических агентов и отделяет «реальные рынки» [25, р. 217] от теоретических учений.

Другим примером является рассмотрение рыночной и плановой (командно-административной) экономики. J. Niehans [21] полагает, что трансакционные издержки могут существовать только в рыночной экономике. Это противоречит точке зрения R.H. Coase, который считал, что в коммунистическом обществе расходы по совершению сделки будут равны нулю [27]. В авторском взгляде трансакционные издержки существуют и будут существовать в любой экономической системе, за исключением той, где присутствует только один участник. Таким образом, и в рыночной, и в плановой экономике имеются трансакционные издержки, однако величина трансакцоемкости для них будет различной.

Рыночный аспект неопределенности, безусловно, куда более широкий и разнообразный. Контракты по заключению сделки в рыночных условиях часто претерпевают значительные изменения, чему способствует асимметрия информации экономических контрагентов и их попытка уменьшить такую асимметрию. В исследовании G. Walker и D. Weber выявляются причины, которые могут быть связаны с устареванием контракта в силу неопределенности. Они предполагают наличие двух типов неопределенности, которые приводят к этому – неопределенность объема контракта и технологическая неопределенность [26, р. 6]. Неразрывность связки понятий трансакционных издержек – неопределенности вынуждает искать средства и инструменты управления ими. Один из подходов в решении обозначенной научной проблемы предложен в работе J.P. Aubin, D. Pujal и P. Saint-Pierre [14].

Желание экономических агентов снизить неопределенность приводит к необходимости нести определенные затраты на информацию о ценах, контактной аудитории, поставщиках ресурсов и т.п. Все эти затраты напрямую относятся к трансакционным, что обосновывает «неотъемлемое свойство неопределенности» [13, с. 47] в отношении трансакционных издержек. В статическом анализе неопределенность является их свойством, о чем было сказано ранее. Динамический подход диктует другой взгляд: неопределенность становится фактором или условием (В.В. Лобанов [5, с. 61]). Этимологические отличия свойств, факторов и условий подчеркивают многогранность неопределенности в совершении операций или сделок.

4. Заключение

Резюмируя вышеизложенное, можно сказать, что трансакционные издержки в экономических отношениях являются базовым показателем, через который можно оценить значение риска ведения производственно-хозяйственной деятельности и неопределенности развития системы, событий и явлений в будущем. В этой связи целесообразно привести слова А.Е. Шаститко о значимости трансакционных издержек в развитии экономической науки: «именно трансакционные издержки являются препятствием для реализации возможностей, которые представлены в качестве объекта исследования в различных разделах экономической теории» [12, с. 215].

Неустранимость трансакционных затрат приводит авторов к выводу о необходимости их нормирования для решения научной задачи по формированию модели оценки уровня благоприятствования ведения производственно-хозяйственной деятельности предприятий и организаций. Отправной точкой решения данной задачи является доказанное существование некоторой нормальной величины трансакционных издержек, которое можно обозначить как фоновый или естественный уровень. Научная задача по оценке и расчету нормального размера затрат является крайне многогранной. В ней пересекаются вопросы учета или выражения специфики активов, производственных процессов, факторов и условий ведения производственно-хозяйственной деятельности в конкретном регионе.

Список литературы

1. Авдийский, В.И. Неопределенность, изменчивость и противоречивость в задачах анализа рисков поведения экономических систем / В.И. Авдийский, В.М. Безденежных // Эффективное антикризисное управление. 2011. № 3(66). С. 46–61.
2. Коваленко, Б.Б. Построение корпоративной структуры управления предпринимательской организации холдингового типа: монография / Б.Б. Коваленко, С. Пономарёв, О.Г. Смешко – СПб.: Издательство Санкт-Петербургской академии управления и экономики, 2010. – 136 с.

3. Кузьмин, Е.А. Трансакционная экономика: в межрегиональных сопоставлениях на примере Свердловской области / Е.А. Кузьмин // Региональная экономика: теория и практика. 2012. № 35 (266). С. 39-49.
4. Кузьминов, И.Я. Курс институциональной экономики: институты, сети, транзакционные издержки, контракты / И.А. Кузьминов, К.А. Бендукидзе, М.М. Юдкевич. – М.: Изд. дом. ГУ ВШЭ, 2006. – XL, 442 с.
5. Лобанов, В.В. Государственное управление и общественная политика: учебное пособие / В.В. Лобанов. – СПб.: Питер, 2004. – 448 с.
6. Неонституциональная экономическая теория: Учебное пособие / Под ред. Разумова В.В.. М.: Финансовая академия при Правительстве РФ, 2005. – 338 с.
7. Норт, Д. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики / Пер. с англ. А.Н. Нестеренко; предисл. и науч. ред. Б.З. Мильнера. – М.: Фонд экономической книги «Начала», 1997. – 180 с.
8. Попов, Е.В. Транзакции / Е.В. Попов. – Екатеринбург: УрО РАН, 2011. – 679 с.
9. Попов, Е.В. Эндогенный оппортунизм в теории принципал-агента / Е.В. Попов, В.Л. Симонина // Вопросы экономики. 2005. № 3. С.118-130.
10. Российская Федерация. Министерство финансов РФ. «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету "Расходы организации" ПБУ 10/99»: приказ Минфина России от 06.05.1999 г. N 33н в ред. от 27.04.2012 г. // Российская газета, N 147 от 29.06.2012.
11. Фролов, Д.П. Институты и транзакционные издержки: преодоление квазикузнецкой традиции // Journal of Economic Regulation (Вопросы регулирования экономики). 2011. Т. 2, № 4. С. 5-23.
12. Шаститко, А.Е. Новая институциональная экономическая теория / А.Е. Шаститко. – М.: Экономический факультет МГУ, ТЕИС, 2002. – 591 с.
13. Экономика: учеб. / А.И. Архипов и др. \$ под ред. А.И. Архипова, А.К. Большакова. – М.: Проспект, 2009. – 848 с.
14. Aubin J-P, Pujal D., Saint-Pierre P. Dynamic Management of Portfolios with Transaction Costs under Tychastic Uncertainty, Université Paris-Dauphine, Scuola Normale Superiore, preprint, 2001. – 48 p.
15. Cheung, S. NS. The Myth of Social Costs / Cheung S. NS, Rowley C.K., Burton J. The Myth of Social Costs: A Critique of Welfare Economics and the Implications for Public Policy. – London, Institute of Economic Affairs, 1978. – 96 p.
16. Chiles, T.H. Integrating Variable Risk Preferences, Trust, and Transaction Cost Economics / T.H. Chiles, J.F. McMackin // Academy of Management Review, Vol. 21, Issue 1, 1996. – p. 73-99.
17. Eggertsson, T. Economic Behavior and Institutions / T. Eggertsson. – Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1990. – p. 385.
18. Kangoh, L. Transaction costs and equilibrium pricing of congested public goods with imperfect information / BEBR Faculty working Paper № 89-1562, College of Commerce and Business Administration, University of Illinois Urbana-Champaign, 1989. – 28 p.
19. Klein, B. Vertical integration, appropriable rents, and the competitive contracting process / B. Klein, R. Crawford, A. Alchian // Journal of Law and Economics. 1978. № 21. P. 297-326.
20. Masters, J. K. Risk Propensity, Trust and Transaction Costs in Relational Contracting / J.K. Masters, G. Miles, D. D'Souza, J.P. Orr // Journal of Business Strategies. 2004. Vol. 21, Issue 1. P. 47-67.
21. Niehans, J. Transaction Cost. In: The New Palgrave. A Dictionary of Economics. London. Macmillan Press, 1987. – 676p.
22. North, D.C. Institutions, Institutional Change and Economic Performance / D.C. North. – Cambridge University Press, 1990. – 159 p.
23. Odagiri, H. Transaction costs and capabilities as determinants of the R&D boundaries of the firm: a case of the ten largest pharmaceutical firms in Japan / H. Odagiri // Managerial and Decision Economics. 2003. № 24. – P. 187-211.
24. Slater, G. The Uncertain Foundations of Transaction Costs Economics / G. Slater, D.A. Spencer // Journal of Economic Issues. 2000. Vol. 34, № 1. – P. 61-87.
25. Trade and Development Report 2006. – United Nations Publications, 2007. – 270 p.
26. Walker, G. Weber, D. Transaction Cost Approach to Component Make-or-Buy Decisions / Working Paper № 1452-83: Massachusetts Institute of Technology in Cambridge, Mass, 1983. – 24 p.
27. Wang, N. Measuring Transaction Costs: An Incomplete Survey / N. Wang. – Ronald Coase Institute, Working Papers. 2003. № 2. – 14 p.
28. Williamson, O.E. The Economics of Organization. The Transaction Cost Approach / O.E. Williamson // American Journal of Sociology. 1981. 87 (3). – P. 548-577.
29. Williamson, O.E. Transaction cost economics: the governance of contractual relations / O.E. Williamson // Journal of Law and Economics. 1979. № 22. – P. 233-261.
30. Williamson, O.E. Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications / O.E. Williamson. – New York: Free Press, 1975.

TRANSACTION COSTS IN STRUCTURE UNPRODUCTIVE ECONOMIC AGENTS: DETERMINACY OF UNCERTAINTY AND RISK

E.A. KUZMIN¹

A.V. GUSEV²

*¹⁾ Ural State
University of Economics,
Ekaterinburg*

*²⁾ Center for Applied Economic
Research and Consulting,
Ekaterinburg*

*e-mail:
KuzminEA@gmail.com
gusav@bk.ru*

The increasing complexity of social and economic interaction points to the special role of transaction costs in regulating the stability and security of the state of the economic agents. Strengthening of uncertainty and risk lead to the fact that a certain amount of transaction costs changes, indicating the need for the scientific substantiation of a direct determination of these costs.

Refined typology wastage of economic agents and place of transaction costs in the structure of these costs. Entered into scientific concepts and prove viability eration, negotistion and renegotistion costs.

Keywords: transaction costs; transaction intensity, normal transaction costs; eration, negotistion and renegotistion costs.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 519.876.5

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СЛУЧАЙНОЙ УПАКОВКИ СИСТЕМ СФЕРИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ⁹

Т.П. БОНДАРЕВА*Белгородский
государственный
национальный
исследовательский
университет**e-mail:
tbondareva@bsu.edu.ru*

В статье рассматривается обобщённый алгоритм моделирования структуры случайной плотноупакованной системы сферических частиц. Приведены результаты компьютерного моделирования процессов формирования случайной упаковки твёрдых сфер, представленной в виде совокупности случайно упакованных слоев. Дана оценка структурных характеристик упаковки как в связанном, так и в свободном состояниях.

Ключевые слова: алгоритм, случайная упаковка, компьютерное моделирование, сферические частицы.

Введение

Современное состояние исследований в структурной теории плотноупакованных систем показывает на возросший интерес к проблеме изучения случайных упаковок твердых частиц (random close packing, RCP), которые представляют собой полезные модели физических систем, таких как простые жидкости, стекла и аморфные материалы [4]. Кроме того, данные объекты имеют фундаментальное значение и для исследований в области гранулированных и пористых материалов [2]. Подходы, основанные на результатах изучения случайных упаковок, также вносят определенный вклад и в понимание закономерностей возникновения беспорядка в твердых телах [10]. Это связано с тем, что структура плотноупакованных систем частиц является именно тем фактором, который определяет многие физические и химические свойства вещества.

Теоретические и экспериментальные исследования процессов, происходящих при упаковке частиц, пока не дают четкой картины образования систем такого типа. В этом случае компьютерное моделирование реального экспериментального процесса может стать полезным компромиссом, в рамках которого проводится построение случайной упаковки частиц. Преимущество такого подхода заключается в возможности анализа качественных и количественных свойств исследуемых плотноупакованных систем частиц, а также в рассмотрении вопросов взаимодействия частиц между собой и с граничными объектами.

При компьютерном моделировании обычно рассматривается общая постановка задачи в виде заполнения ограниченного пространства ансамблем частиц при условии

⁹ Работа выполнена на основе реализации краткосрочного проекта по направлениям развития науки, технологий и техники «Инициатива» в НИУ «БелГУ» (грант ВКГИ 039-2012).

отсутствия их пересечения между собой, а также без наличия пустот, в которые могут быть размещены дополнительные частицы. Здесь уже априори учитываются вероятностные аспекты формирования RCP-упаковок. Влияние в этом случае второстепенных факторов может быть либо полностью устранено, либо их можно учесть в процессе построения упаковки.

В представленной статье предложен обобщенный алгоритм, реализующий новый подход, при котором учитываются механизмы формирования упаковки, влияющие на структурные характеристики случайной упаковки. Для достижения этой цели предлагается использовать метод послойной упаковки с дополнительным выбором возможных локальных кластеров частиц, положение которых соответствует требуемым условиям, необходимым для формирования плотноупакованной системы частиц. Представленная работа является составной частью большого проекта, одной из прикладных целей которого является создание виртуальной лаборатории, предназначенной для изучения структуры дисперсных материалов.

Компьютерные методы генерирования случайных упаковок

Все методы формирования случайных упаковок можно разделить на два класса: динамические методы сжатия случайной свободной конфигурации системы частиц, а также методы последовательного заполнения некоторого пространства в центральном или одноосном силовом поле при формировании упаковки с наличием затравочной области.

Динамические методы. В большинстве исследований, в качестве основы для динамического метода, принято использовать метод дискретного элемента (DEM) как непосредственно для подготовки начального расположения частиц, так и для генерации упаковок. Обзор основных динамических методов можно найти в [6]. Общий подход, при применении динамических методов, состоит в том, чтобы поместить необходимое число частиц, с диаметрами, намного меньшими, чем их конечный размер, в область установки. Затем диаметры частиц постепенно увеличивают до тех пор, пока не будет достигнуто плотное расположение частиц. Другой вариант подобного подхода, состоит в назначении конечного размера частиц, помещенных в установочную область, стенки которой медленно смещаются внутрь до тех пор, пока необходимая плотность не будет достигнута. Оба способа приводят к практически одинаковым конфигурациям систем частиц. В ряде случаев принято использовать подход, который состоит в моделировании некоторого гравитационного смещения частиц начальной затравки. При этом, частицы определенного размера, попадая в установочную область, находят позицию равновесия, находясь под воздействием гравитационной силы. Отметим, что в динамических методах движение каждой частицы должно моделироваться с учетом многократных столкновений частиц в течение всего процесса уплотнения, что приводит к большим временным затратам. Кроме того, данные методы также не позволяют проводить управление состоянием плотноупакованной системы частиц.

Методы последовательного заполнения. Другая группа подходов, названных методами последовательного заполнения, рассматривает системы, подготовленные путем геометрических вычислений, без моделирования динамики частиц. Все методы последовательного заполнения можно, в свою очередь, подразделить на методы перестановок и роста. В научной литературе описаны несколько методов перестановок, используемых при формировании случайных упаковок одно- и многокомпонентных систем частиц. Обзор таких методов можно найти в [6]. Самыми известными из них являются модель «водоем лилий» и модель Метрополиса-Гастинга.

В модели «водоем лилий» [7] процесс подготовки упаковки начинается со случайного размещения центров частиц в 3D-мерной области установки. Частицы первоначально определены с нулевым радиусом. Радиусы частиц постепенно увеличивают и рост определенной частицы останавливается, когда она входит в контакт с другой частицей. Здесь каждая частица имеет, по крайней мере, хотя бы один контакт с соседней частицей.

Алгоритм Метрополиса-Гастинга [8] является более эффективным, чем модель «водоем лилий». Сущность метода в следующем. Рассмотрим начальное случайное расположение частиц в области установки. Возможно, что при этом, несколько частиц оказались расположены далеко друг от друга в установочной области. Следующее состояние упаковки достигается путем вставки, удаления или перемещения частиц, с определенными вероятностями, которые могут быть предписаны данным частицам. Расположения

принимаются с вероятностями, названными отношениями Гастингса, которые отличны для операций вставки, удаления и перемещения частиц. В случае малых значений вероятностей расположение частиц системы остается неизменным. Недостатком всех вышеупомянутых методов является то, что они приводят к упаковкам с довольно низкими плотностями упаковки и координационными числами.

Методы роста, например метод «струя частиц» (stream of particles, SP) представлен алгоритмом, основная идея которого состоит в поочередном размещении частиц [1]. Исходный набор частиц упорядочивается каким-либо образом, например, по увеличению x -координаты на каждом из уровней установки. На самом нижнем из свободных уровней размещается очередная частица вплотную к левой границе рабочей области. Эффективность данных алгоритмов в значительной степени зависит от метода, применяемого для упорядочивания частиц.

К более сложным алгоритмам относится способ последовательно-одиночного размещения (sequentially-individual allocation, SIA), предложенный Ю.Г. Стояном [5]. Этот метод состоит в том, что все элементы размещаются последовательно по одному, причем ранее размещенные считаются неподвижными, то есть их параметры размещения имеют определенные фиксированные значения. Каждый элемент размещается так, что значение целевой функции достигает минимума только по тем переменным, которые являются параметрами этого элемента. Однако многие из этих методов не позволяют проводить управление структурными характеристиками случайной упаковки частиц, в качестве которых могут рассматриваться такие параметры, как плотность упаковки и координационное число. Также недостатком методов роста можно считать наличие незаполненных пустот вблизи границ установочной области.

Развитием данных методов можно считать метод послойной упаковки [7]. Предложенный вариант метода несколько отличается от ранее рассмотренных, так как базируется на методе формирования случайной упаковки частиц, расположенных в виде отдельных слоёв. На первом этапе случайным образом подготавливается базовый слой частиц. На втором этапе, после установки частиц нижнего слоя, определяются вакантные места для центров частиц следующего, верхнего слоя. Затем производится поиск всех возможных последовательностей непересекающихся частиц будущего слоя. В случае нахождения удовлетворяющего выбранным условиям слоя частиц, производится их включение в состав упаковки. Преимуществом данного метода можно считать получение достаточно плотного расположения частиц в установочной области, а также довольно высоких значений координационных чисел частиц.

Обобщённый алгоритм формирования случайной упаковки сфер

В самой общей постановке задача плотной упаковки систем трёхмерных сфер может быть сформулирована как задача определения числа и координат частиц нового слоя упаковки, путем выбора такого расположения сфер, при котором минимизируется общее расстояние между ними и уже ранее установленными сферами нижнего слоя. Тогда, пусть дано некоторое множество $G = \{g_1, \dots, g_n\}$, состоящее из N сферических частиц диаметра σ , находящихся под действием слабой гравитационной силы в трёхмерной прямоугольной области, определенной в виде: $M = \{x, y, z \mid 0 \leq x \leq L, 0 \leq y \leq S, 0 \leq z \leq H\}$, где L, S, H – ширина, глубина и высота области установки частиц системы.

В основу построения компьютерной модели положим метод послойной упаковки частиц [7] и в качестве базовой выберем плотноупакованную систему сфер, структуру S которой можно описать следующим образом:

$$S = \{(x_j, y_j, z_j) : x_j \in R^3, y_j \in R^3, z_j \in R^3, j = \overline{1, N}\}, \quad (1)$$

где x_j, y_j и z_j – координаты центра j -й сферы, N – число сфер в структуре. Для исключения краевых эффектов и эффектов, связанных с конечным размером моделируемой системы, рассмотрению была подвергнута случайная упаковка частиц, расположенных в прямоугольной области с «проницаемыми» стенками. Каждая из сфер обладает набором собственных параметров, таких как координаты центра, её диаметр, а также координационное число и межчастичные расстояния до ближайших соседей. Требуется расположить частицы таким образом, чтобы в результате процесса формирования случайной упаковки число попавших в установочную область частиц было максимально возможным, при следующих условиях:

- частицы системы представляют собой абсолютно жесткие сферы, взаимодействующие друг с другом посредством контактных сил;
- область размещения системы частиц имеет «прозрачные» границы, не влияющие на расположение частиц в упаковке;
- каждая частица контактирует как минимум с четырьмя соседними частицами из данной конфигурации;
- установленные частицы не имеют общих внутренних точек ни с одной из частиц данной конфигурации;
- сумма всех расстояний между частицами конфигурации является близкой к наименьшей из возможных.

Упаковка сфер формируется на основе компьютерного моделирования случайного расположения сферических частиц в соответствии с принципом минимума потенциальной энергии. Алгоритмы компьютерного моделирования реализуют поэтапную схему случайных процессов формирования локальных слоев упаковки. При этом возможно выделение пяти основных этапов построения и расчёта структурных характеристик случайной упаковки.

1. Построение базового слоя сфер в полосе (начальный этап).
2. Формирование нового слоя сфер (основной этап).
3. Уплотнение слоя за счет заполнения пустот в верхнем слое.
4. Построение конечного слоя сфер.
5. Оценка структурных характеристик полученной случайной упаковки (заключительный этап).

Для реализации данных этапов разработаны соответствующие алгоритмы.

На первом этапе для построения базового слоя сфер в полосе, ограниченной плоскими проницаемыми стенками, предложен алгоритм, физическая идея которого заключается в следующем. В нижней части области установки частиц размещается слой сфер в виде гексагональной плотной двумерной упаковки. Все сферы имеют одинаковые значения z -координат своих позиций. Затем проводятся смещения сфер по z -координате. Выполнение данного смещения проводится путем генерации случайных чисел. Диапазон разброса значений z -координат определяется случайным образом, с учетом расстояний r_{ij} между центрами i -той сферой и j -той соседними сферами, которые ограничиваются в пределах: $\sigma \leq r_{ij} \leq 2\sigma\sqrt{3}$ (σ – диаметр сферы). Дополнительно для каждой сферы формируется список её соседей, который впоследствии позволит нам проводить анализ размещения частиц, а также определять локальные характеристики случайной упаковки. Следовательно, на основе данных, полученных методом Монте-Карло, для значений z -координат и межцентровых расстояний r_{ij} можно однозначно определить позиции частиц базового слоя упаковки (рис. 1).

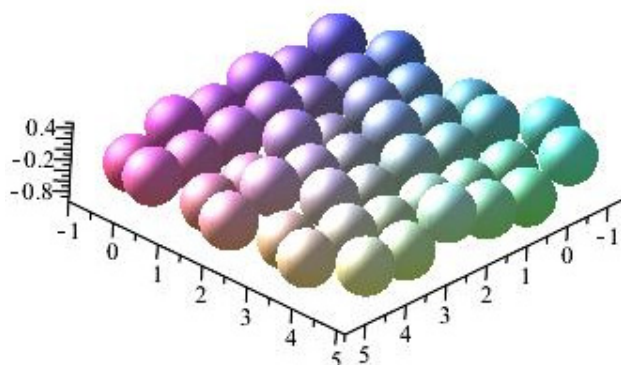


Рис. 1. Базовый слой случайной плотной упаковки

Второй этап соответствует основной фазе построения плотноупакованной системы сферических частиц путём многократного повторения процесса формирования локальных слоёв упаковки. Здесь, в качестве отдельных функций, реализованы процедуры поиска и анализа пересекающихся сфер. На этом этапе моделирования необходимо произве-

сти выбор позиций сфер верхнего слоя, отвечающих условию, определенному в виде минимума межчастичных расстояний в рассматриваемом слое [8].

Процесс установки сфер верхнего слоя осуществляется путем выбора положения возможных центров устанавливаемых сфер, которые описываются координатами из множества $\{x_i, y_i, z_i\}$ вакантных позиций сфер. Полученное множество вакантных позиций сфер разбивается на отдельные подмножества позиций для непересекающихся сфер. Для этого последовательно выбираются сферы и путем анализа расстояний между ними и её соседями определяются подмножества непересекающихся сфер. Результатом данной работы является установление соответствия между координатами $\{x_i, y_i, z_i\}$ из множества вакантных позиций сфер и некоторым числовым значением, характеризующим номер конкретной сферы в соответствующем подмножестве. Для построения плотной случайной упаковки данную подзадачу можно сформулировать следующим образом. Задано конечное множество $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ n вакантных мест в верхнем слое; требуется выполнить разбиение множества U на непересекающиеся подмножества U_1, U_2, \dots, U_k и найти среди них такое подмножество U_i , центры сфер которого лежат настолько близко друг к другу. Другими словами, нужно разбить исходное множество вакантных позиций на ряд подмножеств, которые, при совмещении данных позиций с центрами сфер, дают нам набор возможных локальных слоёв, состоящих из совокупностей непересекающихся сфер. Затем, по значению целевой функции Ψ , необходимо произвести выбор подмножества, имеющего минимальную сумму расстояний между центрами сфер соседних локальных слоёв:

$$\min \Psi = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^{m-1} D(i, i+1) + \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^{n-1} D(j, j+1) + \frac{1}{m^n} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n D(i, j), \quad (2)$$

где m и n – число сфер, соответственно, в нижнем и верхнем слоях упаковки;

$D(i, j)$ – расстояние между i -той установленной сферой из нижнего слоя и j -той сферой верхнего слоя. Предложенная целевая функция позволяет из набора подмножеств непересекающихся сфер возможных локальных слоёв выбрать необходимое подмножество устанавливаемых частиц верхнего слоя.

Для построения свободной упаковки, то есть случайной упаковки, в которой имеется аспект случайности не только при формировании базового слоя, но и при установке частиц верхнего слоя, требуется произвести случайный выбор любого подмножества вакантных позиций сфер.

Важным условием для получения плотноупакованной структуры является требование полностью закрытых поверхностей нижнего локального слоя сферами верхнего слоя случайной упаковки. Это условие должно исключить возможность перекрытия сфер несоприкасающихся локальных слоёв. Поэтому, если в слое остаются потенциально «незакрытые» пустоты, то в его состав необходимо включить дополнительные сферы. Для выполнения данного условия, на третьем этапе формирования плотной случайной упаковки, после завершения размещения сфер верхнего слоя, дополнительно проверяются размеры пустот между триадами частиц.

При этом используются списки соседей, сопоставление пар которых вместе с выбранной частицей позволяют выявить наличие пустот, размеры которых позволяют устанавливать дополнительные сферы. После того, как все пустоты верхнего слоя заполнены, анализируется положение сфер вблизи границ установочной области. В случае наличия возле границ пустот, в список сфер верхнего слоя также включаются сферы, размещаемые в данных пустотах. Когда список содержит все возможные сферы, процесс установки сфер верхнего слоя завершается.

На четвертом этапе, при заполнении конечного слоя формируемой случайной упаковки, необходимо дополнительно контролировать выход сферических частиц за пределы установочной области. Решение данной подзадачи проводилось путем исключения из списка установленных сфер конечного слоя тех частиц, расположение центров которых оказались вне пределов установочной области. В данном случае также возможно появление пустот вблизи верхней границы. Обнаружение таких пустот позволяет включить в состав списка сфер конечного слоя дополнительные частицы, установка которых завершает формирование случайной упаковки (рис. 2).

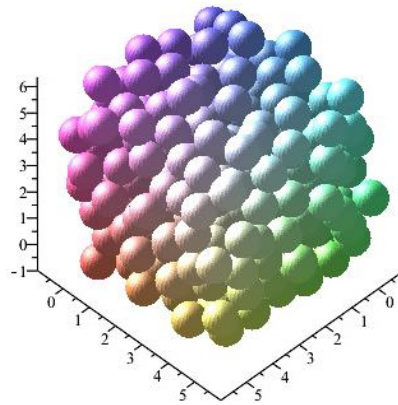


Рис. 2. Случайная плотноупакованная система частиц

Результаты и обсуждение

Компьютерное моделирование проводилось методом послойной упаковки [7] на области установки частиц системы размерами 15×15 диаметров сфер, позволяя расположить в них более 3000 сфер в каждой конфигурации, при отсутствии граничных условий. С этой целью было сгенерировано более 100 различных упаковок, находящихся в различных структурных состояниях. По результатам компьютерных расчетов получены данные по количеству частиц, координатам центров частиц и межчастичным расстояниям. После завершения компьютерного моделирования проводилась оценка структурных характеристик полученной случайной упаковки, в качестве которых принято рассматривать среднестатистические значения интегральной плотности упаковки и среднего координационного числа. На выходе создавалась визуализация пространственной структуры случайной упаковки сфер.

Плотность упаковки. Плотность упаковки является одной из наиболее важных характеристик случайной структуры и определяется как отношение объема твердой фазы к объему установочной области. Принято различать локальную и интегральную плотности упаковки. Локальная плотность упаковки дает нам информацию о размещении частиц в отдельном слое случайной упаковки, в то время как интегральная плотность упаковки позволяет нам оценить степень заполнения всего доступного пространства, предоставленного системе частиц. Интегральную плотность упаковки можно рассчитать по формуле

$$\eta = \frac{(n_1 + n_2 / 2)v_p}{LSH}, \tag{3}$$

где n_1 и n_2 – число частиц, соответственно, находящихся внутри установочной области и на ее границах; v_p – объем сферы.

Для контроля правильности проведенных расчётов значений плотности упаковки дополнительно проводилось построение гексагональной и кубической регулярных упаковок (рис. 3). Проводя смещение данных упаковок как целых объектов, относительно границ установочной области, тестировали возможные отклонения в значениях плотности упаковки.

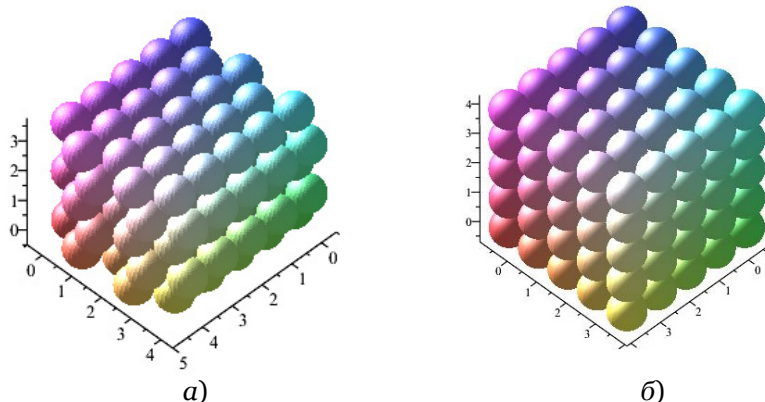


Рис. 3. Регулярная плотноупакованная система частиц: а) гексагональная упаковка; б) кубическая упаковка

Статистическая оценка плотности случайной упаковки приводит к среднему значению $\eta_{\text{связ}}=0,623\pm 0,005$ для связанной упаковки и к значению $\eta_{\text{своб}}=0,581\pm 0,005$ – для свободной упаковки. Полученные данные указывают на несколько более низкую плотность упаковки, что можно объяснить процессами кластеризации частиц, приводящими к возникновению дефектов в упаковке.

Координационное число. Координационное число частицы рассчитывалось по формуле, основанной на выборе экспоненциального закона распределения, близкого к пуассоновскому [9]

$$z = \sum_{i=1}^w \exp\{1 - (r_i / \sigma)^k\}, \quad (4)$$

где r_i – расстояние между выбранной сферой и i -той частицей; w – число частиц, входящих в область первой координационной сферы. Граничным значением для первого координационного слоя выбиралось расстояние численно равное радиусу второй координационной сферы в кубической регулярной упаковке. Коэффициент k подбирался эмпирически, путем получения значения координационного числа для частиц второй координационной сферы близким к нулю ($k=6$). Среднее координационное число определялось как среднестатистическое значение координационных чисел всех частиц, входящих в состав упаковки, за исключением частиц расположенных на границах установочной области. Статистическая оценка среднего координационного числа приводит к значению $Z_{\text{связ}}=8,3\pm 0,3$ для связанной упаковки и к значению $Z_{\text{своб}}=7,6\pm 0,3$ – для свободной упаковки. Сопоставление полученных с помощью компьютерного моделирования данных с экспериментальными результатами, выполненными различными исследователями [3, 4, 10], показывает на правильность выбранного подхода при проведении моделирования случайной упаковки систем сфер в 3D-пространстве.

Заключение

В представленной работе приведены результаты разработки обобщённого алгоритма и компьютерного моделирования плотноупакованных систем частиц, которые позволили проанализировать процессы формирования случайной упаковки твёрдых сфер в трёхмерном пространстве, а также провести ряд компьютерных экспериментов по определению структурных характеристик случайной упаковки. Установлено, что несколько более низкая плотность упаковки объясняется процессами кластеризации частиц, причём полученные в результате моделирования значения среднего координационного числа достаточно хорошо совпадают с экспериментальными данными.

Таким образом, основное достоинство предлагаемого обобщённого алгоритма заключается в том, что он, используя информацию только о частицах предыдущего слоя и соседних частицах, значительно уменьшает число обрабатываемых частиц и, следовательно, позволяет существенно увеличить скорость нахождения устойчивых положений частиц. В дальнейшем возможно распространение рассмотренного алгоритма на упаковки сфер, организованных в четырёхмерном пространстве.

Автор выражает особую благодарность А.Н. Хархардину, В.Г. Бондареву и Л.В. Мигаль за полезные обсуждения, ценные предложения и замечания, а также за помощь в разработке ряда программных модулей, включающих средства визуализации и обработки результатов расчетов.

Список литературы

1. Bagi, K. An algorithm to generate random dense arrangements for discrete element simulations of granular assemblies // Granular Matter. – 2005. – No.7. – P.31-43.
2. Kansal, A.R. Nonequilibrium hard-disk packings with controlled orientational order / A.R. Kansal, T.M. Truskett, S. Torquato // J. Chem. Phys. – 2000. -- Vol. 113, No.12. – P. 4844-4851.
3. Klumov, B.A. Structural properties of dense hard sphere packings // B.A. Klumov, S.A. Khrapak, G.E. Morfill / Phys. Rev. B, 2011. – Vol. 83, No.18. – P.184105-08
4. Parisi, G. Mean-field theory of hard sphere glasses and jamming / G. Parisi, F. Zamponi // Rev. Mod. Phys, 2011. – Vol. 82, No.1, P. 789-845.
5. Stoyan, D.: Random systems of hard particles: Models and statistics // Chinese journal of stereology and image analysis. – 2002. – Vol.7, No.1. – P.1-13.

6. Torquato, S. Jammed hard-particle packings / S. Torquato, F.H. Stillinger // *Rev. Mod. Phys.*, 2010. – Vol. 82, No.3, P. 2633-2672.

7. Бондарев, В.Г. Структурные механизмы формирования стохастической упаковки / В.Г. Бондарев, Л.В. Мигаль, Т.П. Бондарева // *Вестник Херсонского технического университета*. – 2008. – Вып. 2(33). – С. 248-260.

8. Бондарев, В.Г. Имитационное моделирование структуры систем дисков [Текст] / В.Г. Бондарев, Л.В. Мигаль, Т.П. Бондарева // *Научные ведомости БелГУ. Сер. Физика. Математика*. – 2008. – № 9 (49). – Вып. 14. – С. 248-260.

9. Бондарев, В.Г. Компьютерное моделирование структуры плотноупакованных систем твердых дисков / В.Г. Бондарев, Л.В. Мигаль, Т.П. Бондарева // *Материалы VIII Международного семинара «Физико-математическое моделирование систем»* 2011. г. Воронеж. – С. 248-260.

10. Хархардин, А.Н. Уравнения для координационного числа в неупорядоченных системах / А.Н. Хархардин, А.И. Топчиев // *Успехи современного естествознания*. – 2003, № 9. – С.47-53

COMPUTER MODELLING OF STRUCTURE RANDOM PACKING OF SYSTEM OF SPHERICAL PARTICLES

T.P. BONDAREVA

*Belgorod National Research
University*

*e-mail:
tbondareva@bsu.edu.ru*

In article the generalised algorithm of modelling of structure random densepacking systems of spherical particles is considered. Results of computer modelling of processes of formation of random packing of the firm spheres presented in the form of set of randomly packed layers are resulted. The estimation of structural characteristics of packing both in connected, and in free statuses is given.

Keywords: algorithm, random packing, computer modelling, spherical particles.

АНАЛИЗ ОБНАРУЖЕНИЯ И КОРРЕКЦИИ ОШИБОК ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ ПО ПРЕОБРАЗОВАНИЮ ДАННЫХ

Н.И. КОРСУНОВ
А.А. НАЧЕТОВ

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

e-mail:
korsunov@intbel.ru
aleksandr@nachetov.org.ua

В статье вводятся фрагментные преобразования двоичных данных, позволяющие обнаруживать и корректировать ошибки в выполнении логических операций. В отличие от известного метода обнаружения ошибок выполнения логических операций, использующих избыточное кодирование, в предложенной системе преобразований используются основной оператор логической операции и суммирование по модулю два.

Ключевые слова: обнаружение ошибки, коррекция ошибки, фрагментные преобразования, логические операции.

Использование информационных технологий в различных областях науки и техники основано на вводе, хранении и преобразовании данных [1] и характеристики объектов, такие как точность, надежность, помехоустойчивость, быстродействие и другие непосредственно зависят от аналогичных характеристик программно-аппаратных средств преобразования данных.

Вопросам повышения точности, надежности, помехоустойчивости средств вычислительной техники посвящено много публикаций, в которых предлагается различные методы тестового и функционального контроля. Основное внимание при решении задач повышения точности и помехоустойчивости уделяется функционированию радиоэлектронной аппаратуры, для чего используются специальные коды при синтезе устройств, либо многократное резервирование.

Многократное резервирование применимо не только к контролю аппаратных средств, но также и программных, когда вместо аппаратной избыточности вводится временная избыточность [2]. При введении временной избыточности программа полностью или частично повторяется много раз и по большинству совпадающих результатов принимается решение о правильности полученного результата. Недостатком данного подхода при обнаружении ошибок выполнения операций или фрагментов из множества операций является неопределенность временных затрат для получения большинства безошибочных результатов и неправильный выбор количества повторений выполнения операций приводит к неверному решению.

Для обнаружения и коррекции ошибок выполнения логических операций аппаратными средствами используются циклические коды [3], которые связаны с мерой Хемминга и основаны на введении избыточных разрядов, позволяющих обнаружить и скорректировать ошибку при соответствующем выборе расстояния между двоичными векторами в зависимости от кратности корректирующей ошибки. К программной реализации выполняемых преобразований данный подход не является приемлемым.

Для обнаружения ошибок преобразования данных как на аппаратном так и на программном уровне применяют арифметические коды [4]. Введение контрольных разрядов позволяет по выполненным преобразованиям информационных и контрольных разрядов с использованием их сопоставлений по выбранному модулю контроля принимать решение о наличии ошибки в выполнении соответствующего преобразования, но при этом, несмотря на аппаратную и временную избыточность, нет возможности скорректировать выявленную ошибку.

Целью исследований, приводимых в данной статье, является обнаружение и коррекция ошибок при выполнении логических операций в преобразовании данных.

К выполняемым логическим операциям будем относить только отрицание, конъюнкцию и сложение по модулю два. Другие логические операции представимы с помощью этих операций и при рассмотрении выполнения операций элементы реализующие другие операции, составляющие функционально полный базис, например, Шеффера, стрелка Пирса, характерные для логических элементов, не рассматриваются.

Таким образом, обнаружение и исправление ошибок относится к результату выполнения операции, а не к функционированию элементов и устройств, используемых при реализации данной операции.

Коррекция ошибок основана на введении системы преобразований, применение которых к результату выполнения операции приводит к вычислению значения ошибки. Коррекция ошибки результата выполненной операции осуществляется с помощью операции сложения по модулю два вычисленной ошибки и значения, полученного при выполнении операции над операндами, представляемым двоичным кодом. Последнее и связано с использованием сложения по модулю два для изменения на противоположное содержимого ошибочных разрядов двоичного кода.

Коррекция ошибок в операции отрицание

Для приведения результата операции инверсии к значению исходного операнда необходимо выполнить сложение по модулю два результирующего операнда с исходным операндом и константой единица.

При использовании значений A, \bar{A}, C для выделения ошибки в результате $C_1 = 1 \oplus \delta$ можно использовать преобразование, приводящее к результату $C_1' = 0 \oplus \delta$ и $C_1'' = 1 \oplus \delta$.

Если воспользоваться ошибкой C_1' по отношению к нулю, то необходимо выполнить

$$C_1' = AC \oplus \delta. \tag{1}$$

Однако наличие ошибки в C , связанной с изменением в каком-либо разряде единицы на нуль, не выявляется, так как δ всегда нуль. Действительно, содержимое i -того разряда

$$C_1'[i] = a[i]C[i] = a[i]\bar{a}[i], \tag{2}$$

и если $a[i] = 0$, то $C_1'[i] = 0$ при любом $a[i]$. А так как верно $\bar{a}[i] = 1$ и ошибочно $\bar{a}[i] = 0$, то нельзя определить δ_i , так как (2) всегда равно нулю.

Если воспользоваться преобразованием

$$C_1'' = A \vee C \oplus \delta, \tag{3}$$

то ошибка, вызванная изменением i -го разряда C_1'' обусловленная изменением нуля на единицу в C не выявляется. Это следует из

$$C_1''[i] = a[i] \vee C[i] = a[i] \vee \bar{a}[i], \tag{4}$$

в котором $C_1''[i] = 1$ независимо от значения $\bar{a}[i]$ при $a[i] = 1$. При использовании преобразования

$$C_2 = C \oplus A \oplus \delta = \bar{A} \oplus A \oplus \delta_i, \tag{5}$$

или для i -го разряда

$$C_2[i] = \bar{a}[i] \oplus a[i] \oplus \delta_i = 1 \oplus \delta_i, \tag{6}$$

ошибка в $\bar{a}[i]$ выявляется всегда, так как $a[i] + \bar{a}[i]$ только при наличии ошибки в $\bar{a}[i]$ всегда приводит к $\delta_i = 1$.

Таким образом, для коррекции ошибок, возникших при преобразовании данных с помощью операции инверсии (отрицания), необходимо вычислить корректирующую поправку, выполняя следующие операции:

- сложить по модулю два исходный операнд A с операндом C , полученным в результате выполнения операции инверсии;
- сложить по модулю два полученное значение с константой $11\dots1$, в которой количество единиц округляется как $2^n - 1$, где n – разрядность двоичного кода операнда A ;
- скорректировать операнд C , сложив полученное его значение по модулю два с полученным значением поправки δ .

Коррекция ошибок в операции конъюнкции

Для приведения результата к значению одного из операндов операции логического сложения необходимо и достаточно выполнить сложение по модулю два результата операции (результатирующего операнда) со значением второго операнда.

При использовании значений A, B, \bar{B} для вычисления ошибок при выполнении операции

$$D_1 = D \oplus \delta = AB \oplus \delta \quad (7)$$

как и в случае коррекции ошибок в операции инверсии необходимо провести преобразования результата D_1 , позволяющие по значению D_1 сформировать значение одного из операндов, например A .

Так как не существует преобразования D_1^{-1} обратного D_1 , то воспользуемся аксиомами булевой алгебры [9], согласно которых $a \vee a = a, a \vee 0 = a, a \vee \bar{a} = 1$, и выполним преобразование

$$D_1' = A\bar{B} \oplus \delta. \quad (8)$$

Так как выполняется также операция конъюнкции, то возникает та же самая ошибка, т.е. считаем воздействие одной и той же помехи осуществляется как при преобразовании (7), так и при преобразовании (8). В соответствии с аксиомами алгебры для приведения ошибки результата операции конъюнкции ко входу операнда A необходимо выполнить операцию дизъюнкции над входными переменными D_1 и D_1' , что приводит к значению

$$A_1 = D_1 \vee D_1' = (AB \oplus \delta) \vee (A\bar{B} \oplus \delta), \quad (9)$$

Так как в (9) все операции ассоциативны и коммутативны, то при раскрытии скобок получаем:

$$A_1 = A \oplus \delta, \quad (10)$$

что позволяет для произвольного i -го двоичного разряда записать:

$$a_1[i] = a[i] \oplus \delta_i. \quad (11)$$

Из (11) следует, что $\delta_i = 1$ тогда и только тогда, когда $a_1[i] \neq a[i]$. Следовательно, для коррекции ошибок, возникающих при выполнении операции конъюнкции, необходимо для вычисления корректирующей поправки при значении операндов A, B, \bar{B} выполнить следующие операции:

- вычислить конъюнкцию $D = AB$ и конъюнкцию $D_1 = A\bar{B}$;
- выполнить логическое сложение D и D_1 ;
- полученный результат сложить по модулю два со значением операнда A и полученное значение сложить по модулю два со значением D .

Коррекция ошибок в операции дизъюнкции

При использовании двоичных кодов A, B для выделения ошибки в операциях логического сложения

$$R = R_1 \oplus \delta = A \vee B \oplus \delta \quad (12)$$

получение значений основано на выполнении обратного преобразования, позволяющего по значению R получить отклонение одного из операндов, например A . Так как используется операция сложения, то обратной по отношению к ней является операция вычитания. Тогда обратным элементом по отношению к B является $B_1 = -B$. А так как определяется ошибка операции логического сложения, то в качестве обратного элемента следует взять обратный код $B_1' = B_{1обр}$. И если выполнить

$$R' = R \vee B_1 = A \vee B \vee B_{1обр} \oplus \delta,$$

то получим $R' = A \vee 11...1 \oplus \delta$, где второе слагаемое представляет значение отрицательно нуля в обратном коде, которое при изменении знака приведет к

$$R' = A \oplus \delta. \quad (13)$$

Значение R' в соответствии с (13) можно получить, не прибегая к операциям изменения знакового разряда числа B с последующим образованием обратного кода, так как при выполнении логических операций используется беззнаковое представление двоичных чисел. В этом случае для выполнения обратного преобразования по отношению к $R_1 = A \vee B$ достаточно воспользоваться операцией сложения по модулю два при выборе в качестве аргумента операнда B . В этом случае из (12) следует:

$$R' = R \oplus B = A \vee (B \oplus B) \oplus \delta = A \oplus \delta.$$

Как и ранее, δ представляет n -разрядный двоичный вектор, для получения которого достаточно использовать операцию сложения по модулю два переменных S' и A . Полученное значение

$$\delta = R' \oplus A \tag{14}$$

используется в качестве корректирующей поправки к выражению (12), что приводит к формированию

$$R_1 = R \oplus \delta = A \vee B, \tag{15}$$

соответствующего безошибочному выполнению операции дизъюнкции.

Коррекция ошибок в операции, исключаящей ИЛИ

Пусть операция $S = A \oplus B$ выполнена с ошибкой δ . А так как δ есть двоичный вектор, а ошибка представляет инверсию некоторого количества бит в двоичном представлении S , то операция с ошибкой, как и в ранее рассмотренных преобразованиях, приводит к значению

$$S_1 = S \oplus \delta = A \oplus B \oplus \delta. \tag{16}$$

Для получения значения δ из (16) достаточно для выполнения обратного преобразования выбрать операцию сложения по модулю два. Тогда

$$S = S_1 \oplus B \oplus \delta \oplus A \oplus \delta = A \oplus B \oplus A \oplus B \oplus \delta = \delta. \tag{17}$$

В выражении (17) введение слагаемых равных обусловлено выполнением той же операции, исключаяющей ИЛИ, что и в (16), и, естественно, с той же ошибкой. Это соответствует воздействию одной и той же помехи при выполнении каждой из операций сложения по модулю два.

Таким образом, введение фрагментных преобразований для соответствующих логических преобразований данных представимых двоичным кодом позволяет не только обнаружить возникшую ошибку, но и скорректировать ошибочный результат.

Список литературы

1. Советов Б.Я. Информационные технологии: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки дипломированных специалистов "Информатика и вычислительная техника" и "Информационные системы" / Б.Я. Советов, В.В. Цехановский; М.: Высшая школа, 2005. – 264 с.
2. Вероятностный анализ производительности технических систем со структурной и временной избыточностью / Р. В. Какубава, Р. А. Хуродзе // Автоматика и телемеханика, 2004, № 5, С. 154-165.
3. Лидовский В.И. Теория информации. – М.: Высшая школа, 2002г. – 120 с.
4. Луцки Ю.А. Арифметические и логические основы вычислительной техники / Луцки Ю.А., Лукьянова И.В.; Мн.: БГУИР, 2004. – 121 с.

ANALYSIS OF DETECTION AND CORRECTION ERRORS LOGIC OPERATIONS AND DATA TRANSFORMATION

**N.I. KORSUNOV
A.A. NACHETOV**

*Belgorod National
Research University*

*e-mail:
korsunov@intbel.ru
aleksandr@nachetov.org.ua*

In this paper we introduce fragment convert binary data to detect and correct errors in logic operations. In contrast to the known method of error detection logic operations using redundant encoding, in the proposed system changes using the default operator of an operation and XOR.

Keywords: error detection, error correction, fragment transformations, logic operations.

ОБОБЩЕННАЯ МОДЕЛЬ СИНТЕЗА ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВРЕМЯПАРАМЕТРИЗОВАННЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ КЛАСТЕРНЫХ ВС

Г.А. ПОЛЯКОВ¹
Е.Г. ТОЛСТОЛУЖСКАЯ¹
Ю.А. АРТИУХ²

¹⁾Белгородский государственный национальный исследовательский университет

²⁾Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина

e-mail:
tda_ua@pochtamt.ru
ulia_artiuh@mail.ru

В статье приведены основные этапы синтеза параллельных времяпараметризованных процессов для кластерных вычислительных систем (ВС). Разработанная модель позволяет повысить эффективность вычислительного процесса, реализуемого на кластерных ВС.

Ключевые слова: времяпараметризованный параллельный процесс, кластерные вычислительные системы (ВС), методы параллельной обработки данных, декомпозиция, модель управления.

Введение

В современном мире для параллельных вычислений наиболее часто используют кластерные ВС, т.к. они характеризуются относительно невысокой стоимостью, возможностью реинжиниринга и масштабирования оборудования, простотой развертывания и пр. [1, 2, 8].

Общепринятый подход к разработке параллельных алгоритмов задач состоит из следующих основных этапов [1, 2].

1. Декомпозиция задач на подзадачи.
2. Распределение подзадач по процессам.
3. Планирование коммуникаций.
4. Укрупнение.
5. Распределение ресурсов.

На данном этапе развития подхода к синтезу параллельных алгоритмов все вышеперечисленные этапы являются творческими и выполняются разработчиком. Таким образом, эффективность получаемых параллельных алгоритмов напрямую зависит от степени мастерства и профессиональной подготовки разработчика. Более того, при не автоматизированном создании параллельных алгоритмов используется только метод совмещения независимых операций. В литературе [1, 2] отмечается, что человек не способен разработать эффективные параллельные алгоритмы для более чем 6 процессов. При этом количественные оценки показателей эффективности параллельных программ (которые могут, как удовлетворять, так и не удовлетворять выдвигаемым требованиям) разработчик получает только после выполнения всех этапов разработки параллельного алгоритма и запуска параллельной программы на кластерной системе. Выходом из сложившейся ситуации является использование при синтезе параллельных программ для кластерных систем времяпараметризованных моделей параллельных процессов, содержащих в явном виде конкретные оценки показателей эффективности [3,4].

Постановка задачи.

Исходная информация:

- Си – программа решаемой задачи;
- класс параллельной ЭВМ – кластерные вычислительные системы;
- известные методы параллельной обработки – совмещение независимых операций, мультипараллельная смесь алгоритмов, кодово-матричная обработка, конвейерная обработка, декомпозиционная обработка [3-6];
- система требований и ограничений (время решения, ресурс средств).

Требуется разработать обобщенную модель синтеза параллельных времяпараметризованных процессов для кластерных ВС, удовлетворяющих заданным требованиям к показателям эффективности.

Этапы решения задачи

Обобщенная модель синтеза параллельных времяпараметризованных процессов на кластерных ВС представлена на рис. 1.

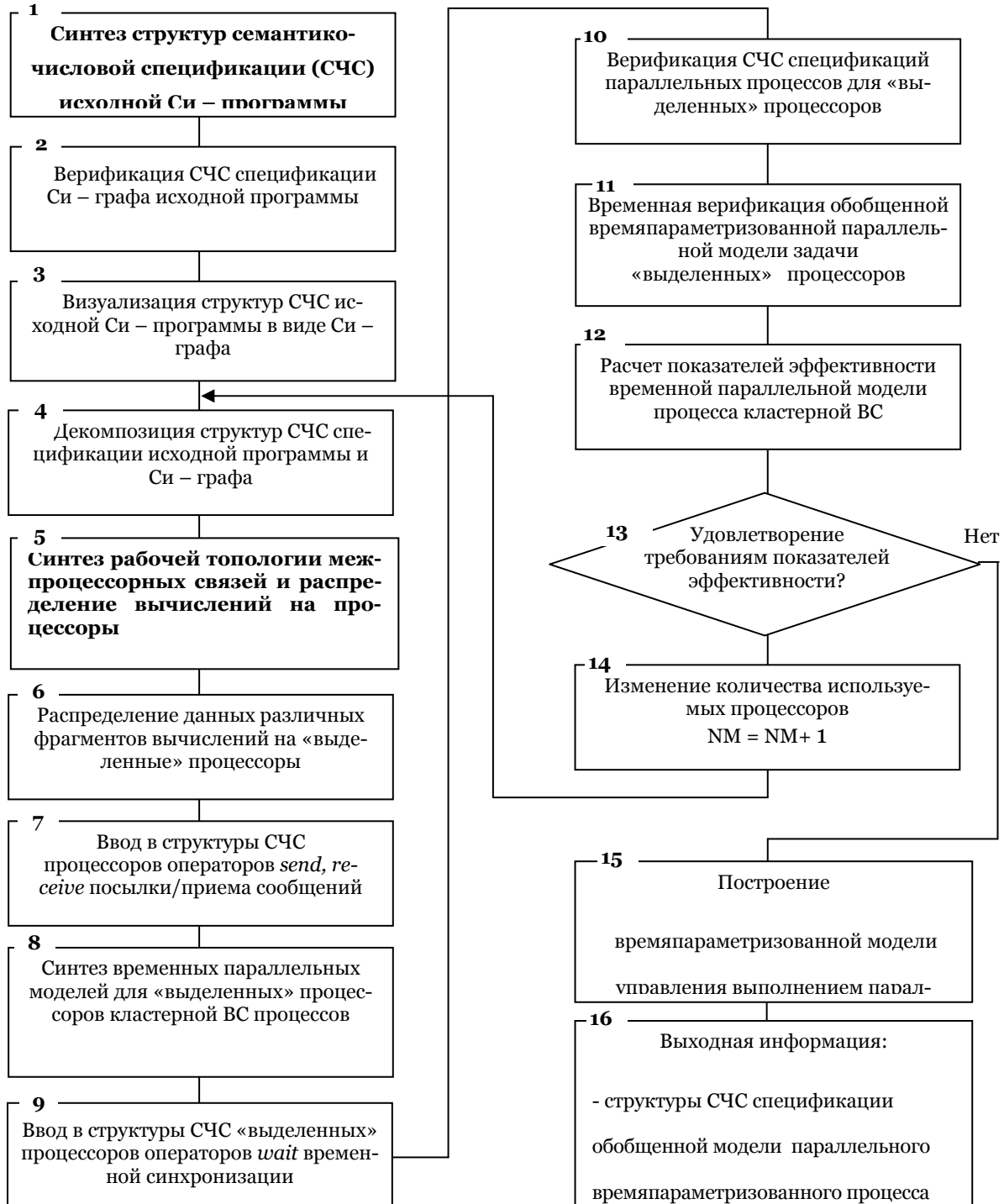


Рис. 1. Обобщенная модель синтеза параллельных времяпараметризованных процессов на кластерных ВС

Содержанием этапа 1 (блоки 1-3, рис. 1) является решение следующих задач:

- синтез для исходной Си – программы структур семантико-числовой спецификации (СЧС) [4,5];

- синтез, исходя из СЧС спецификации Си-программы, соответствующего графического представления в виде Си-графа [4];
- проверка корректности результатов синтеза СЧС спецификации (структур BF и CF) исходной Си – программы и соответствующего Си-графа [4].

Этап 2 (блок 4, рис. 1). На данном этапе выполняется разделение структур СЧС спецификации исходной программы и Си-графа задачи на временные фрагменты для целей их последующей параллельной реализации.

Этап 3 (блок 5, рис. 1) – определение в кластере подмножества процессоров и их коммуникационных связей, выделяемых для реализации временных фрагментов параллельного времяпараметризованного процесса [4].

Этап 4 (блок 6, рис. 1). На данном этапе происходит распределение данных различных временных фрагментов вычислений на «выделенные» процессоры.

Этап 5 (блок 7, рис. 1). Содержанием этапа является определение количества и состава межфрагментных обменов данными и ввод в структуры СЧС процессоров операторов $send, receive$ посылки/приема сообщений.

Содержанием этапа 6 (блок 8, рис. 1) является синтез временных параллельных моделей фрагментов для «выделенных» процессоров с учетом введенных операторов $send, receive$ посылки/приема сообщений [7].

Этап 7 (блок 9, рис. 1). Задачей этапа является ввод операторов $wait$ временной синхронизации в модели времяпараметризованных фрагментов «выделенных» процессоров на основе учета реальных связей между операторами и длительностей выполнения операторов каждого фрагмента.

Содержанием этапа 8 (блоки 10, 11, рис. 1) является проверка корректности синтезированных СЧС спецификаций моделей параллельных процессов для «выделенных» процессоров и временная верификация обобщенной времяпараметризованной параллельной модели задачи [4].

На этапе 9 (блоки 12 – 14, рис. 1) обеспечивается оценка показателей эффективности синтезированной обобщенной времяпараметризованной параллельной модели процесса [4].

Математическое ожидание времени реализации множества P операторов алгоритма

$$T(P) = \sum_{\xi=1}^w p_{\xi} T_{\xi}, \quad (c),$$

где w – число ветвей в алгоритме, p_{ξ} – вероятность реализации ξ -й ветви.

Время реализации ξ -й ветви параллельного алгоритма

$$T_{\xi} = \max_{P_j \in P(\xi)} (t_j^H + t_j), \quad (c),$$

где $P(\xi)$ – множество операторов ξ -й ветви, t_j^H и t_j – момент начала и относительная временная глубина оператора $P_j \in P(\xi)$.

Дисперсия времени реализации T_k ветвей различной длительности параллельного алгоритма

$$D = \sum_{\xi} (T_{\xi} - T(P))^2, \quad (c2), \quad \xi = 1, \dots, w.$$

Среднее быстродействие при реализации параллельных алгоритмов

$$B(P) = \frac{\sum_{\xi=1}^w p_{\xi} \sum_{t^H=1}^{T_{\xi}} H^{\xi}(t^H)}{\sum_{\xi=1}^w p_{\xi} T_{\xi}} \quad (\text{опер/с}),$$

где $H^{\xi}(t^H)$ – количество операторов ξ -й ветви алгоритма, реализация которых начинается в момент времени t^H .

Снижение временных затрат на выполнение алгоритмов за счет перехода к их параллельной реализации

$$DT = \frac{T_{noc}(P)}{T_{пар}(P)} \text{ (раз)},$$

где $T_{noc}(P)$ и $T_{пар}(P)$ – среднее время соответственно последовательной и параллельной реализации алгоритма.

Среднее значение полного показателя загрузки всех компонентов, входящих в состав параллельного устройства

$$S(P) = \sum_{\eta=1}^v S(P_\eta) = \frac{1}{T} \sum_{\eta=1}^v \frac{1}{n_\eta} \sum_{\xi=1}^w (t_\eta^0 \cdot K_{\eta\xi} \cdot p_\xi), \text{ (раз)}.$$

Среднее значение показателя загрузки компонентов каждого типа $\Theta_\eta \in \Theta$

$$S(P_\eta) = \frac{\sum_{\xi=1}^w (t_\eta^0 \cdot K_{\eta\xi} \cdot p_\xi)}{n_\eta \cdot T}, \text{ (раз)},$$

где $P_\eta \subseteq P$ – подмножество операторов $P_j \in P$, имеющих тип Θ_η ,

$$K_{\eta\xi} = \sum_{\delta=1}^{n_\eta} K_{\eta\xi\delta}.$$

Важное прикладное значение имеет задача определения числа NM процессоров, применение которых для параллельной реализации алгоритма обеспечивает достаточно большое снижение временных затрат (либо заданное снижение временных затрат) за счет параллельного выполнения алгоритма, с одной стороны, и возможно более высокое значение коэффициента использования оборудования (либо достижение заданного значения этого коэффициента), с другой. В таких случаях можно в качестве производного показателя использовать аддитивный показатель эффективности распараллеливания

$$R(P) = K_T \frac{DT(NM)}{NM} + K_S S(NM),$$

где K_T и K_S являются весовыми коэффициентами, определяющими «пользовательскую» важность учета в эффективности распараллеливания величины сокращения времени реализации алгоритма ($K_T \leq 1$) и степени загрузки оборудования параллельным алгоритмом ($K_S \leq 1$).

На этапе 10 (блок 15, рис. 1) обеспечивается организация управления взаимодействием «выделенного» ресурса кластера (процессоров и линий передачи данных) при выполнении различных ветвей обобщенной времяпараметризованной параллельной модели процесса кластерной ВС [9].

Выводы.

1. Широкое применение кластерных систем в различных прикладных областях предъявляет высокие требования к эффективности их использования. Известные системы параллельного программирования, основанные, в значительной степени, на субъективном опыте и творчестве специалистов, не могут обеспечить качественное решение этой проблемы.

2. Одним из путей повышения эффективности кластерных ВС является использование времяпараметризованных моделей параллельных процессов.

3. Применение моделей данного класса в сочетании с формализацией всех основных этапов их синтеза обеспечивает потенциальные возможности повышения эффективности кластерных ВС за счет совмещения учета специфики решаемой задачи, архитектурных особенностей ВС и временных характеристик процессов параллельной обработки данных.

Список литературы

1. Воеводин, В.В., Воеводин Вл. В. Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.
2. Немнюгин, С.А. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем. / С.А. Немнюгин, О.Л. Стесик. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 400 с.

3. Поляков, Г.А. Технология проектирования времяпараметризованных мультипараллельных программ как стратегия развития систем параллельного проектирования. / Г.О. Поляков, Е.Г. Толстолужская. // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи – Х.*: Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», 2009. – Вип. 6(40). – С. 166-171.

4. Поляков, Г.А. Синтез и анализ параллельных процессов в адаптивных времяпараметризованных вычислительных системах / Г.А. Поляков, С.И. Шматков, Е.Г. Толстолужская, Д.А. Толстолужский: монография. – Х. : ХНУ имени В.Н. Каразина, 2012. –С. 434 – 575.

5. Поляков, Г.А. Синтез вычислительных подсистем параллельных неперестраиваемых спецпроцессоров с использованием аппарата структур семантико-числовой спецификации/ Г.А. Поляков, В.В. Толстолужская, В.В. Лысых // *Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика.* –2012. – № 13 (132). –Вып. 23/1. –С. 142-150

6. Поляков, Г.А. Методы цифровой времяпараметризованной мультипараллельной обработки данных/ Г.А. Поляков, В.В. Толстолужская, Е.Г. Толстолужская. // *Прикладная математика, управление и информатика: сборник трудов междунар. молодеж. конф., Белгород, 3-5 октября 2012 г.: в 2 т.* – Белгород : ИД «Белгород», 2012. – Т. 2. – С. 511-519.

7. Поляков, Г.А. Разработка фрагментированной временной параллельной модели алгоритма Гаусса на основе формальных полиномов и структур семантико-числовой спецификации/ Г.А. Поляков, К.В. Лысых. // *Прикладная математика, управление и информатика: сборник трудов междунар. молодеж. конф., Белгород, 3-5 октября 2012г.: в 2 т.* – Белгород : ИД «Белгород», 2012. – Т. 2. – С. 469-472.

8. Гергель, В.П. Технологии построения и использования кластерных систем [Электронный ресурс] / Интернет университет информационных технологий ИНТУИТ.Р, 2009. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/department/supercomputing/tbucs/1/> свободный. – Загл. с экрана.

9. Толстолужская, Е.Г., Артюх, Ю.А. Методика синтеза временной модели управления параллельным вычислительным процессом. – *Системы обработки информации. Харьков, 2011. Вип. № 8, 2011.* – с. 248–253.

GENERALIZE MODEL OF PARALLEL TIMEPARAMETERIZED PROCESSES SYNTHESIS FOR CLUSTER COMPUTER SYSTEMS

G.A. POLYAKOV¹

E.G. TOLSTOLUJSKAIA¹

IU.A. ARTIUKH²

¹⁾ *Belgorod National Research University*

²⁾ *V.N. Karazin Kharkiv National University*

e-mail:

tda_ua@pochtamt.ru

ulia_artiuh@mail.ru

The paper presents the main stages of the parallel processes synthesis for cluster time-parameter computational systems (CS). The developed model can improve the efficiency of the computational process, implemented on clustered CS.

Keywords: time-parametr parallel algorithm, cluster computing (CC), the methods of parallel processing, defrag, management model.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 025.4

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОИСК В ИНФОРМАТИКЕ И БИБЛИОТЕКОВЕДЕНИИ

Л.В. ГРЕКОВА

*Белгородский
государственный
институт искусств
и культуры*

*e-mail:
grekova@belkult.ru*

Статья посвящена вопросам становления теории информационного поиска в отечественной информатике и библиотековедении и содержит ретроспективный обзор научных исследований, освещающих проблематику поиска документальных источников. Рассматриваются терминология теории информационного поиска, основы работы информационно-поисковых систем.

Ключевые слова: информационный поиск, информатика, библиотековедение, информационно-поисковые системы, информационно-поисковые языки, лингвистическое обеспечение информационно-поисковых систем.

Вторая половина XX века характеризуется стремительным ростом объемов различных видов информации. Статистика мирового книжного рынка за последние пятьдесят лет показывает, что число ежегодно выпускаемых книг увеличивается на 15–20 тыс. названий. В 1960 г. по данным ЮНЕСКО опубликовано 332 тыс. названий книг, в 1970 г. – 521 тыс., в 1980 г. – 715 тыс., в 1990 г. – 842 тыс., в 2000 г. – 1,25 млн. Это далеко не все выходящие книги, а только те, которые поступают в продажу. Статистические сведения о числе выходящих журналов можно получить из «Международной библиографии периодических изданий»: 13-е изд. библиографии (1969–70) содержит 40 тыс. названий, 15-е изд. (1971–72) – 55 тыс., 17-е изд. (1973–74) – 60 тыс., 19-е изд. (1980) – 62 тыс., 21-е изд. (1982) – 63 тыс., 24-е изд. (1988) – 100 тыс., 30-е изд. (1995) – 120 тыс., 39-е изд. (2001) – 164 тыс. [3].

Показательны цифры, которые приводил А. И. Черный еще в 1975 году: ежегодно публикуется около 3 млн. журнальных статей по естественным наукам и технике, 70–75 тыс. книг, примерно 450 тыс. описаний к патентам и авторским свидетельствам, а также сотни тысяч других научных документов. Если просматривать статьи со скоростью 30 публикаций в час, работая по 40 часов в неделю, то для просмотра, например, статей по химии, которые были опубликованы лишь в 1972 году, потребовалось бы около 5 лет [9, 9].

В условиях «информационного бума» в 50–60 гг. XX века проблема поиска информации выходит за пределы учреждений, которые традиционно накапливали, систематизировали и хранили документы (архивы, библиотеки, издательства и типографии, книготорговые организации), и начинает активно разрабатываться в рамках новой научной дисциплины – *информатики*.

Как точно заметил Р. С. Гиляревский, «информатика, заявившая о себе в середине XX столетия, принесла с собой не только новую и получившую распространение терминологию... Новым, действительно новым, оказался более широкий подход к явлениям и принципам. Понятие информационно-поисковая система объединило многие предметы, которые прежде рассматривались изолированно, например, библиотечные фонды и ката-

логи, различного вида... указатели, справочники энциклопедии, автоматизированные поисковые системы и т.п. Это дало возможность выявить общие принципы их построения, найти общие критерии их эффективности» [4, 11].

В России первое научное издание в области информатики опубликовано в 1965 году. Это монография А. И. Михайлова, А. И. Черного и Р. С. Гиляревского «Основы научной информации», созданная во Всесоюзном институте научной и технической информации (ВИНИТИ). В издании формулируется предмет и метод теории научной информации, дается характеристика различных видов документов как источников научной информации, освещаются методы и формы аналитико-синтетической переработки документов, излагаются основные принципы информационного поиска.

В 60-80 гг. XX века ряд научных исследований в области информационного поиска оформился в следующие издания: Э. С. Бернштейн «Вопросы теории поисковых систем» (1962), Д. Г. Лахути «Вопросы теории поисковых систем» (1963), Ф. У Ланкастер «Информационно-поисковые системы: характеристики, испытания и оценка» (1972), Г. Г. Белоголов, В. И. Богатырев «Автоматизированные информационные системы» (1973), Ю. И. Шемакин «Тезаурус в автоматизированных системах управления и обработки информации» (1974), А. И. Черный «Введение в теорию информационного поиска» (1975), П. И. Никитин «Автоматизированные системы обработки и поиска документальной информации» (1977), Ч. Миндоу «Анализ информационных систем» (1977), Дж. Солтон «Динамические библиотечно-информационные системы» (1979), А. В. Соколов «Информационно-поисковые системы» (1981).

Анализ перечисленных выше изданий позволил определить терминологию теории информационного поиска. Термин «информационный поиск» впервые введён в научный оборот американским математиком Кельвином Муэрсом в 1951 году. Основоположники отечественной информатики определяют *информационный поиск* как последовательность логических операций, конечной целью которых является выявление по заданным признакам всех документов, содержащих требуемую информацию (с последующей выдачей самих документов или их копий), или выдача фактических данных, представляющих собой ответы на заданные вопросы [6, 248].

В ГОСТе 7.73-96 «Поиск и распространение информации. Термины и определения» информационный поиск – это действия, методы и процедуры, позволяющие осуществлять отбор определенной информации из массива данных.

Выделяют два основных вида информационного поиска: документальный и фактографический. *Документальный поиск* – это информационный поиск, цель которого – нахождение в информационном фонде документов, соответствующих полученному запросу. *Фактографический поиск* – информационный поиск, при котором отыскиваемая информация имеет характер конкретных фактических сведений. Например, на запрос «Суда на подводных крыльях, выпускаемые промышленностью СССР», результатом документального поиска будут книги, статьи, информационные материалы, содержащие сведения об этих судах; результатом фактографического поиска будет перечень судов с их техническими характеристиками [8, 12].

Задача информационного поиска сводится к тому, чтобы, не прочитывая текстов документов, по каким-то внешним описательным признакам выбрать из множества такие, которые удовлетворяют информационную потребность и соответствуют информационному запросу. Для этого каждый документ снабжается *поисковым образом документа* (ПОД) – характеристикой, в которой кратко и однозначно выражается основное смысловое содержание документа. В виде такой же краткой и однозначной записи – *поискового предписания* – должен быть сформулирован информационный запрос. Процедура информационного поиска состоит в сопоставлении ПОДов с поисковыми предписаниями и при их формальном совпадении считается, что документ соответствует информационному запросу [6, 250].

В поисковый образ документа включают результаты его аналитико-синтетической переработки. ГОСТ 7.0-99 «Информационно-библиотечная деятельность, библиография. Термины и определения» определяет *аналитико-синтетическую переработку* как процесс преобразования документов в процессе их анализа и извлечения необходимой информации, а также оценка, сопоставление, обобщение и представление информации в

виде, соответствующем запросу и раскрывает виды аналитико-синтетической переработки документов: библиографирование, аннотирование, реферирование, индексирование.

Информационный поиск в документальных массивах производится с использованием *информационно-поисковых систем* (ИПС).

В ГОСТе 7.73-96 «Поиск и распространение информации. Термины и определения» информационно-поисковая система – совокупность справочно-информационного фонда и технических средств информационного поиска в нем. В исследованиях по теории информационного поиска приводятся по сути аналогичные определения ИПС:

– «некий комплекс, охватывающий документы, запросы, формализованные описания этих документов и запросов, механизм, позволяющий сравнивать эти описания, и человека» [5];

– «некоторая совокупность или комплекс связанных друг с другом отдельных частей, предназначенный для выявления в каком-либо множестве элементов информации (документов, сведений и т.д.), которые отвечают на информационный запрос, предъявленный системе» [6];

– «совокупность информационно-поискового языка, правил обработки, поиска и выдачи информации, программы, а также технических средств, с помощью которых осуществляется процесс хранения, поиска и выдачи информационных материалов» [7].

Примерами традиционных информационно-поисковых систем являются библиотеки, архивы, музеи, других хранилища информации. С развитием информационных компьютерных технологий получили широкое распространение автоматизированные информационно-поисковые системы: электронные каталоги различного назначения; электронные справочники и словари; электронные библиотеки; информационно-правовые базы данных; поисковые системы сети Интернет.

В структуре реально действующих ИПС выделяют следующие основные элементы:

– информационно-поисковый массив (т.е. определенное множество документов, снабженных поисковыми образами, среди которых разыскиваются необходимые документы);

– логико-семантический аппарат (т.е. информационно-поисковые языки – один или два, правила индексирования и критерий выдачи);

– технические средства (т.е. устройства, которые необходимы для записи и хранения поисковых образов, для хранения самих документов, а также для осуществления процесса сопоставления поисковых образов документов с поисковыми предписаниями);

– люди, взаимодействующие с системой (т.е. те, кто пользуется данной ИПС и обслуживает ее – осуществляет индексирование документов и информационных запросов, выбирает стратегию поиска, а также выполняет другие интеллектуальные операции, без которых невозможен информационный поиск) [9, 18-19].

А.И. Михайлов, А.И. Черный, Р.С. Гиляревский предлагают рассматривать ИПС в абстрактном виде. В понятие абстрактной ИПС не включаются средства ее технической реализации [6, 250].

ГОСТ 7.73-96 «Поиск и распространение информации. Термины и определения» определяет *информационно-поисковый массив* как упорядоченную совокупность документов, фактов или сведений о них, предназначенную для информационного поиска.

В теории информационного поиска под документом понимается любой записанный на каком-либо материальном носителе осмысленный текст, который обладает определенной логической завершенностью и содержит сведения о его источнике и/или создателе. По этому определению документом является не только книга, статья, описание к авторскому свидетельству или патенту и т.д., но и отдельные фрагменты такого текста – глава, раздел, абзац и т.п. [9]. Различают первичные и вторичные документы.

Первичный документ – это документ, содержащий в зафиксированном на материальном носителе исходную информацию, полученную в процессе исследований, разработок, наблюдений, анализа или других видов познавательной человеческой деятельности, независимо от ее характера или тематики, оформленный в установленном порядке, имеющий в соответствии с действующим законодательством юридическую силу [2].

Содержание и форма первичных документов определяется замыслом автора и чаще всего не может быть унифицирована. Вместе с тем, автоматизация информационных про-

цессов, расширение сферы человеко-машинной коммуникации и вовлечение в процессы обмена информацией все большего числа участников предъявляет свои требования к языковым средствам, используемым для фиксации, передачи, хранения и поиска информации. Усиливается регламентация порядка изложения содержания отдельных типов документов, например, основные требования к оформлению организационно-распорядительных документов изложены в ГОСТе Р 6.30-97 «Унифицированная система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов», отчеты о научных работах оформляются в соответствии с ГОСТом 7.32-2001 «Отчёт о научно-исследовательской работе».

В документах наряду с элементами естественного языка (слова, словосочетания и т.п.) широко используются цифровые и алфавитно-цифровые коды и индексы, которые выступают эквивалентами наименований понятий на естественном языке. Так, например, в экономике, статистике, управлении для унификации информации используются классификаторы технико-экономической и социальной информации.

Первичные документы различаются в зависимости от материального носителя (формы), способов распространения и содержания. При всем многообразии документов, прежде всего, это *издания* – документы, предназначенные для распространения содержащейся в них информации, прошедшие редакционно-издательскую обработку, самостоятельно оформленные, имеющие выходные сведения. Номенклатура изданий зафиксирована в ГОСТе 7.60-2003 «Издания. Основные виды. Термины и определения».

Вторичный документ – формализованный документ, полученный в результате аналитико-синтетической переработки одного или нескольких первичных документов. Примерами вторичных документов являются справочные и энциклопедические издания, рефераты и реферативные издания, библиографические пособия, каталоги и картотеки [2].

Завершая рассмотрение информационно-поискового массива ИПС, подведем некоторый итог. Информационно-поисковый массив ИПС содержит первичные и вторичные документы и разделен на два массива – пассивный и активный. Пассивный массив (первичные документы) образуют сами документы. Активный массив (вторичные документы) содержит поисковые образы документов и адреса хранения этих документов в пассивном массиве. Именно в активном массиве ведется информационный поиск, т.е. сопоставление хранящихся в нем поисковых образов документов с поисковыми предписаниями, поступающими в ИПС.

Аналогичный подход к организации информационных массивов в виде первичных и вторичных документов используется в работе информационно-поисковых систем сети Интернет. Вторичные документы – поисковые образы web-страниц хранятся в базе данных индекса (Index database). Программы сканирования сети (роботы-индексировщики) просматривают web-страницы в сети Интернет, автоматически приписывают им ключевые слова и помещают ключевые слова в базу данных индекса. Обычно роботы используют для отбора ключевых слов следующие источники: гипертекстовые ссылки, заголовки, заглавия, аннотации, списки ключевых слов, полные тексты документов, а также метаданные, указанные с помощью метатегов title, description и keywords.

Информационно-поисковый язык (ИПЯ) – формализованный искусственный язык, предназначенный для индексирования документов, информационных запросов и описания фактов с целью последующего хранения и поиска [13].

В теории информационного поиска ИПЯ по праву отводится определяющая роль, «ибо от эффективности применяемого ИПЯ и логики поиска в решающей степени зависят его результаты» [9].

Становление и развитие ИПЯ относятся к началу 60-х гг. прошлого века. Вопросам структуры, назначения, типологии ИПЯ, практике их использования посвящена обширная Список литературы, опубликованная именно в этот период, вплоть до середины 1980-х годов. Одной из первых отечественных монографий, полностью посвященных проблемам типологии и конструирования искусственных языков, включая ИПЯ, является книга В.А.Московича «Информационные языки» (1971). В ней на основании анализа исследования нескольких сот информационных языков общего и специального назначения впервые в отечественной практике была приведена характеристика основных разновидностей языков, используемых при информационном поиске, дан анализ их особенностей и отли-

чительных черт. Практически одновременно с понятием ИПЯ в публикациях появляется термин «лингвистическое обеспечение» (ЛО).

В России системная разработка лингвистического обеспечения ИПС велась, начиная с 1960-х гг., по нескольким направлениям. В 1965 году было начато проектирование лингвистического обеспечения Государственной автоматизированной системы научно-технической информации (ГАСНТИ). В результате к концу 1980-х гг. в состав ЛО ГАСНТИ входило до 200 тезаурусов и рубрикаторов по всем отраслям народного хозяйства. Кризис 1990-х гг. в системе НТИ России совпал со сменой поколений компьютеров, что в совокупности привело к почти полной утрате достижений того времени. В настоящее время из общесистемных языковых средств ЛО ГАСНТИ поддерживается Государственный рубрикатор научно-технической информации и Универсальная десятичная классификация (УДК).

Параллельно с ГАСНТИ велось создание комплекса языковых средств автоматизированных систем организационно-экономического управления разного уровня, получившего название «Единая система классификации и кодирования технико-экономической информации» (ЕСКК ТЭИ). Научный уровень этих разработок был несколько ниже, чем в ГАСНТИ, зато масштабы работ гораздо шире. В результате была создана система общероссийских классификаторов, число которых к концу 1980-х гг. достигло 35, а их общий объем превысил 3 млн. позиций.

В 1960-1980 гг. в состав лингвистического обеспечения библиотечных систем входили созданные в конце XIX – начале XX века Десятичная классификация Дьюи, УДК, язык библиографического описания, язык предметных рубрик. В 1960-1968 годах опубликована Библиотечно-библиографическая классификация, разрабатываемая с 30-х годов XX века. Появление в российских библиотеках электронных каталогов способствовало возобновлению научных исследований в области ИПЯ. В 1980 годы появляются публикации, посвященные использованию кодовых иерархических классификаций, языка предметных рубрик и дескрипторных ИПЯ в условиях автоматизированного информационного поиска.

В 1990-е гг. в России бурно развивались коммерческие и негосударственные информационные системы. В результате были сделаны первоклассные разработки в области ЛО. Среди них следует отметить поисковые машины с применением морфологического анализа (Яндекс, Рамблер и др.), системы навигации и поиска правовой информации (Консультант Плюс, Гарант, Кодекс и др.), системы оптического распознавания текстов (АВВУ FineReader, OCR CuneiForm), системы распознавания устной речи, системы машинного перевода и др.

В настоящее время наиболее продвинутыми являются средства ЛО коммерческих автоматизированных ИПС. Однако коммерческие компании не занимаются научными исследованиями, которые можно тиражировать в практику. В целом можно констатировать отсутствие в отечественной науке конца XX – начале XXI вв. системных разработок в области развития информационно-поисковых языков [1].

Кроме ИПЯ в логико-семантический аппарат ИПС входят правила индексирования и критерий выдачи.

Под *правилами или методикой индексирования* понимают совокупность приемов и правил образования поисковых образов документов или поисковых предписаний, т. е. приемов и правил перевода с естественного языка на искусственный – информационно-поисковый язык. Основной задачей методики индексирования является обеспечение единообразия подходов к созданию поисковых образов документов.

В целом общие требования к систематизации и предметизации документов установлены ГОСТом 7.59-2003 «Индексирование документов. Общие требования к систематизации и предметизации»; требования к координатному индексированию содержатся в ГОСТе 7.66-92 «Индексирование документов. Общие требования к координатному индексированию»; процесс аннотирования и реферирования регламентируются ГОСТом 7.9-95 «Реферат и аннотация. Общие требования».

Чтобы понять содержание термина «критерий выдачи», необходимо проводить четкое различие между такими понятиями, как «информационная потребность» и «информационный запрос». Информационный запрос – это словесное выражение определенной информационной потребности, которая далеко не всегда бывает правильно осознана и точно сформулирована человеком, испытывающим такую потребность. Всем людям в разной сте-

пени свойственна способность сразу адекватно выражать свои информационные потребности в виде информационного запроса. Поэтому реальная ИПС может обеспечить отыскание лишь таких документов, которые отвечают на информационный запрос в том виде, в каком он сформулирован. Документ, центральный предмет или тема которого формально соответствует информационному запросу, называется *релевантным*. Документ, соответствующий информационной потребности, называется *пертинентным*. Понятия релевантности и пертинентности не эквивалентны: они пересекаются, но не совпадают друг с другом. Как правило, факт пертинентности документа может быть установлен лишь после прочтения полного текста этого документа.

Совокупность признаков, на основании которых определяется релевантность документов по отношению к информационному запросу и принимается решение о выдаче или невыдаче данного документа в ответ на поставленный информационный запрос, называется *критерием выдачи* [9, 116].

Простейшим критерием выдачи является полное совпадение поискового образа документа с поисковым предписанием или полное вхождение последнего в поисковый образ. Однако практический опыт свидетельствует о том, что такой критерий выдачи не обеспечивает достаточной полноты информационного поиска, а иногда и его точности. Поэтому широко применяется критерий выдачи, основанный на частичном совпадении поискового образа документа с поисковым предписанием.

Подведем итогу. Основы современной теории информационного поиска были заложены в результате научных исследований, проведенных в период с конца 1950-х до начала 1980-х гг. в рамках информатики. В этот период публикуются основополагающие труды в этой научной области. Начиная с конца 80-х годов прошлого века, проблема информационного поиска активно разрабатывалась библиотечными специалистами. В результате большинство понятий теории информационного поиска стандартизировано в ГОСТах Системы стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. В последние два десятилетия отдельные вопросы информационного поиска исследуются фрагментарно в рамках кандидатских диссертаций. С сожалением приходится отмечать отсутствие концептуальных научных работ, обобщающих опыт реализации автоматизированных информационно-поисковых систем, в том числе ИПС сети Интернет.

Список литературы

1. Антопольский, А. Б. Лингвистическое обеспечение электронных библиотек [Электронный ресурс] // Российский научно-электронный журнал «Электронные библиотеки». – 2002. – № 2. – Режим доступа: <http://www.elbib.ru>. – Загл. с экрана.
2. Воройский, Ф. С. Информатика. Новый систематизированный толковый словарь-справочник. – 3-е изд., перераб. и доп. – М., 2003.
3. Гиляревский, Р. С. Основы информатики. – М., 2003.
4. Гиляревский, Р. С. К проблеме совместимости ИПЯ различных типов // НТИ. Сер.2. – 1978. – № 1.
5. Ланкастер, Ф. У. Информационно-поисковые системы. – М., 1972.
6. Михайлов, А. И. Основы научной информации / А. И. Михайлов, А. И. Черный, Р. С. Гиляревский. – М., 1965.
7. Никитин, П. И. Автоматизированные системы обработки и поиска документальной информации. – М., 1977.
8. Соколов, А. В. Информационно-поисковые системы. – М., 1981.
9. Черный, А. И. Введение в теорию информационного поиска. – М., 1975.

INFORMATION SEARCH IN COMPUTER SCIENCE AND LIBRARY SCIENCE

L.V. GREKOVA

*Belgorod State
Institute of Arts and Culture*

e-mail:grekova@belkult.ru

The article is devoted to the matters of becoming the theory of information search in domestic computer science and library science and includes retrospective overview of scientific researches which report the problems of documentary sources' search. In the article the terminology of information search theory, work fundamentals of information search systems, are considered.

Keywords: information search, computer science, library science, information search systems, information search languages, linguistic support of information search systems.

НЕЙРОСЕТЕВОЙ БАЗИС СИТУАЦИОННОГО ЦЕНТРА ОПЕРЕЖАЮЩЕГО РЕАГИРОВАНИЯ

**С.П. АЛЁШИН
Е.А.БОРОДИНА**

*Полтавский национальный
технический университет
им. Юрия Кондратюка*

*e-mail:
aleshsp@ukr.net
lena_borodina@ukr.net*

Работа посвящена проблеме разработки теоретических и прикладных основ построения экспертных интеллектуальных систем принятия решений по тенденциям динамики входных факторов и состояний исследуемого процесса. Предложена технология адаптации нейросетевого базиса стандартного пакета технического анализа к принятию решений ситуационным центром опережающего реагирования путем реализации прогноза динамики контролируемых переменных (индикаторов) и оценки ожидаемых рисков. Представлены результаты инструментальной реализации прогнозирования, динамики контролируемых параметров, обоснована продуктивность моделей исследуемых процессов на основе анализа ошибок на обучающем и тестовом входных множествах.

Ключевые слова: опережающее реагирование, прогнозирование, многомерная регрессия, нейроэмулятор, обучающая выборка, матрица потерь, условный риск, модификация синаптического пространства.

Введение

Ситуационный центр опережающего реагирования (СЦОР) — информационная, программная и инструментальная среда, которая позволяет в реальном времени преобразовывать массив входных данных в значения прогнозируемых переменных (индикаторов) и по их совокупности распознавать будущее состояние исследуемого объекта или процесса на различную глубину прогноза. Для принятия конструктивных решений ключевым условием продуктивности СЦОР является возможность построения и отображения, устойчивых причинно-следственных связей между событиями исследуемого процесса в прошлом, настоящем и будущем. Математически эта задача может быть решена построением системы дифференциальных уравнений, описывающих процесс, вблизи некоторой точки, когда принимается допущение линейного соответствия относительно малых приращений зависимых факторов к соответствующим приращениям многомерного множества индикаторов исследуемого процесса. Однако это не всегда возможно по двум причинам:

– чрезмерно большая размерность вектора состояний исследуемого процесса при стремлении к нулю выбранных приращений, что вытекает из требования качества дифференцирования функции и затрудняет инструментальную реализацию;

– линейная и непрерывная связь факторов и состояний исследуемых процессов не всегда очевидна, что ставит под сомнение адекватность принимаемой модели исследования.

Целесообразным, на наш взгляд, выглядит применение нейросетевого базиса для принятия решений не по актуальным состояниям исследуемого процесса, а по тенденциям динамики отдельных элементов вектора индикаторов, описывающих образ этого процесса. Это особенно важно при организации ситуационных центров [1], эффективность которых существенно зависит от способности не только адекватно реагировать на возникающие угрозы и риски, но и своевременно принимать превентивные меры. Это, в свою очередь, порождает необходимость рассмотрения иной парадигмы принятия решений СЦ, базирующейся на реализации решений, опережающих актуальное состояние процесса за счет построения и распознавания образов этих состояний на различную глубину прогноза. Решение задачи в такой трактовке целесообразно находить на основе многомерного регрессионного анализа, на базе современных программных пакетов нейроэмуляторов [2,3]. Именно НС позволяют преодолеть, отмеченные выше ограничения моделирования сложных процессов, за счет продуктивного объединения ретроспективных данных исследуемого процесса по состоявшимся объективным событиям с футурологическими, предсказанными индикаторами ассоциативного образа этого процесса за счет когнитивных обучающих процедур [4].

Постановка задачи

Задача предсказания значений индикаторов исследуемого процесса на различную глубину прогноза может быть успешно решена, если найдена адекватная аналитическая зависимость вектора входных факторов и вектора индикаторов состояния этого процесса.

Выходные переменные (индикаторы) процесса в общем случае связаны с входными факторами (переменными) и имеют следующую функциональную зависимость:

$$Y(t) = G(X(t)), \quad (1)$$

где $Y(t) = y_1(t), y_2(t), \dots, y_\gamma(t)$ – вектор выходных переменных (индикаторов) процесса в момент времени (t) ;

$X(t) = x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)$ – вектор входных переменных (факторов) процесса в момент времени (t) ;

G – символ вектор – функции отображения, $X(t)$ в $Y(t)$, вид которой и является искомым решением данной задачи.

Допустим, что входные факторы представлены совокупностью переменных трех типов, связанных некоторой функцией F :

$$X(t) = F(X(t_0), U(t), Z(t)), \quad (2)$$

где $X(t_0) = x_1(t_0), x_2(t_0), \dots, x_n(t_0)$ – вектор входных переменных (факторов) процесса в начальный момент времени t_0 ;

$Z(t) = z_1(t), z_2(t), \dots, z_k(t)$ – вектор воздействий среды в момент времени (t) ;

$U(t) = u_1(t), u_2(t), \dots, u_m(t)$ – вектор управляющих переменных в момент времени (t) ,

при ограничениях:

$$Z(t) \in A_3(t); \quad U(t) \in A_2(t); \quad X(t) \in A_1(t); \quad t \in [t_0, T]$$

где $X_0, A_1(t), A_2(t), A_3(t)$ – соответственно, начальные значения входных факторов, области допустимых значений переменных состояния, управляющих и наблюдаемых переменных (пространства дисциплинирующих условий на состояния, управление (ресурсы) и наблюдаемые индикаторы).

В любой момент времени искомую зависимость “факторы – состояние”, когда и первые и вторые являются наборами элементов соответствующих векторов, можно представить соотношением:

$$|y^k| = \Phi |x^m|. \quad (3)$$

Для этого случая задача сводится к поиску отображения:

$$\Phi : X \rightarrow Y, X \subset \mathfrak{R}^m, Y \subset \mathfrak{R}^k, \quad (4)$$

где k и m – соответственно, размерность состояний процесса, и размерность вектора входных факторов связывает наборы элементов вектора входных факторов

$\vec{X} = (x_1, \dots, x_m) \in X$ с соответствующими значениями выходного вектора

$\vec{Y} = (y_1, \dots, y_k) \in Y$. Оператор Φ включает в себя все процедуры поиска аналитической (или иной) зависимости двух информационных пространств:

пространства $\vec{X} = (x_1, \dots, x_m) \in X$ и пространства $\vec{Y} = (y_1, \dots, y_k) \in Y$.

В нейросетевом базисе эта процедура опирается на теорему Колмогорова-Арнольда о представлении функции нескольких аргументов через сумму композиций функций одной переменной и ее адаптации к нейросетевому формату Хехт-Нильсена [1]. Тогда связь обозначенных выше пространств входа и выхода исследуемого процесса, можно представить в виде:

$$y(x) = \alpha \sum_{i=1}^H v_i (w_{i1}x_1 + w_{i2}x_2 + \dots + w_{in}x_n + u_i), \quad (5)$$

где H – мощность обучающей выборки;
 α, v – параметры нейросети;
 n – количество нейронов;
 $w_{i1}, w_{i2}, \dots, w_{in}$ – весовые коэффициенты нейронов.

При этом можно утверждать, что существует такой набор чисел H, n, α, v_i, u_i , при которых функция y аппроксимируется рядом (5) на всей области ее определения и может быть реализована с помощью трехслойной нейронной сети с любой наперед заданной погрешностью. При таком подходе решение поставленной задачи сводится к минимизации функции ошибки нейронной сети при ее обучении, например, по методу обратного распространения ошибки [5].

Если ограничиться архитектурой двухслойного персептрона, то задача достижения допустимой ошибки при аппроксимации искомой функциональной зависимости, сводится к модификации синаптического множества выбранной нейронной сети вида:

$$W^{t+1} = W^t - \eta \cdot \text{grad}E(W^t),$$

которая заканчивается, когда функция интегральной невязки значений элементов векторов целевого и текущего состояний исследуемого процесса достигает величины, удовлетворяющей допустимым рискам в исследуемой предметной области (например, как предложено в [5]):

$$\frac{1}{2} \sum_{k=1}^P \sum_{i=1}^M (y_i(\alpha) - y_{iz})^2 \rightarrow h(\mathfrak{R}(t_+)), \tag{6}$$

где $h(\mathfrak{R}(t_+))$ – числовое значение, характеризующее невязку текущего и целевого значений индикаторов исследуемого процесса, вычисленное, исходя из допустимого интегрального риска.

Результатом обучения должен быть выбор таких значений всех весовых коэффициентов сети $w_{ij}^{(1)}$ и $w_{ij}^{(2)}$, которые обеспечивают максимальное совпадение выходного вектора Y^k и целевого вектора ожидаемых значений Y_z^k при предъявлении вектора входных факторов X^k , K – мощность обучающей выборки ($k = 1, 2, \dots, K$).

При фиксированном объеме обучающей выборки обучение сети состоит из процедур, которые подразумевают корректировку весов после обработки всех пар $\{X^k, Y_z^k\}$ в обучающей последовательности с использованием целевой функции (6). Таким образом, множество синаптических весов, организованное файловым протоколом для каждого выбранного момента принятия решения, является выражением вектор – функции G из (1), связывающее переменные (индикаторы) процесса с входными факторами (переменными) соответствующей функциональной зависимостью. Для ситуационного центра это позволяет прогнозировать динамику процесса (или любой из его индикаторов) для организации принятия решений по прогнозируемым значениям, что и является основой опережающего реагирования.

Решение задачи

В первую очередь следует однозначно определить допустимые ошибки обучения предполагаемой модели, что соответствует количественной оценке адекватности синтезируемой нейронной сети, отображающей процесс прогнозирования динамики исследуемого процесса по предсказанию значений элементов вектора его индикаторов такого моделирования.

Обоснуем выбор критерия оценки допустимой величины ошибки обучения. Вид функции ошибки обучения следует искать исходя из принятого условия (6) при постановке задачи. При этом вектора Y^k и Y_z^k следует рассматривать как реализации набора конкретных значений индикаторов текущего и целевого состояний исследуемого процесса с некоторым законом распределения $Y(x)$. Исходя из случайного характера реализаций на выходе нейронной сети при её обучении, целесообразно воспользоваться обоснованием продуктивности применения статистических критериев оценки близости рассеяния значений элементов вектора Y^k и Y_z^k случайных величин [6].

Тогда задача проверки статистической близости двух распределений случайных величин может быть обоснована и сформулирована на основе связи функции невязки в выражении (6) с одним из известных статистических критериев (например, критерия Смирнова).

Известно, что статистика критерия Смирнова измеряет степень различия между двумя функциями распределения, полученными в результате опыта. Проверяется гипотеза о том, что для двух любых выборок извлеченных из одной и той же генеральной совокупности, т.е. описывающих текущие значения индикаторов исследуемого процесса, имеет место равенство [8]

$$Y(x) = F(x) \quad (7)$$

при любом значении аргумента. Невязка двух распределений текущего и целевого состояний определяется через статистику, построенную по выборкам следующим образом [8]:

$$D_m = \sup_x |Y_m(x) - F(x)|, \quad (8)$$

где m – мощность выборки индикаторов текущего состояния;

$Y_m(x)$ – эмпирическая функция распределения этой выборки, которая находится известным способом:

$$Y_m(X) = \frac{1}{mL} \sum_{i=1}^m \sum_{l=1}^L I(X_{il} \geq x_{il}), \quad (9)$$

где $I(X_{il} \geq x_{il}) = \begin{cases} 1, & \text{если } X_{il} \geq x_{il} \\ 0, & \text{если } X_{il} < x_{il} \end{cases}$;

$i = \overline{1, m}$; $l = \overline{1, L}$ – номер управляющего фактора;

L – количество управляющих факторов;

$X = \{X_{il}\}$ – наблюдаемые значения l -го управляющего фактора для i -й выборки.

Функцию распределения целевого состояния определим следующим образом:

$$F_m(X) = \frac{1}{mK} \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^K [I(X_{ik} \geq d_k^{\min}) - I(X_{ik} \leq d_k^{\max})], \quad (10)$$

где d_k^{\min} и d_k^{\max} – границы интервалов допустимых значений индикаторов вектора целевого состояния.

Исходя из теоремы Смирнова [8], получаем аналитическую связь экспериментальных данных с общепринятыми статистическими критериями

$$\forall t > 0: \quad \lim_m P\left(\sqrt{\frac{m}{2}} D_m \leq t\right) = \mathfrak{K}(t), \quad (11)$$

где $\mathfrak{K}(t)$ – значения квантиля Колмогорова при выбранном уровне значимости t .

Представленный критерий согласия Смирнова позволяет проверить, согласуется ли заданная выборка (совокупность индикаторов текущего состояния) с заданным фиксированным распределением (совокупность индикаторов целевого состояния), т.е. насколько они близки. Для практических задач считается что, если статистика

$$\left(\sqrt{\frac{m}{2}} D_m\right) \quad (12)$$

превышает квантиль распределения Колмогорова $\mathfrak{K}(t)$, заданного уровня значимости t , то нулевая гипотеза H_0 (об однородности выборок) отвергается. В противном случае – принимается на уровне t [8].

Таким образом, количественное значение ошибки в выражении (8) через статистику Смирнова (12) и квантиль распределения Колмогорова $\mathfrak{K}(t)$ установленного уровня значимости, имеет детерминированную в данном случае табличную) связь с ошибками первого и второго рода при проверке статистической близости текущего и целевого состояний исследуемого процесса. Это позволяет корректно количественно оценивать допу-

стимые риски, которые в ситуационном центре предварительно оцениваются экспертным путем. Конструктивность подобного подхода выражается в детерминированной связи статистических критериев с экспертными оценками возможных потерь при принятии решений, что позволяет в выражении (10) количественно установить верхнюю границу допустимой ошибки с учетом традиционно принятых в математической статистике ошибок 1-го и 2-го рода. Следовательно, условие окончания итерационного процесса при обучении нейросетевой модели является состоятельным и обеспечивает надежность принимаемых решений.

После обоснования условий окончания обучения нейронной сети второй задачей является непосредственно моделирование динамики индикаторов исследуемого процесса как прогнозирование их ожидаемых значений.

Модели динамики процесса как решение задачи многомерной регрессии

В случае большого количества разнородных данных предстоит построить нейронную сеть для реализации задачи многомерной регрессии. В данном случае получим физическую модель исследуемого процесса, как реализацию функции (10). Если производительность сети и ошибки на обучающем, контрольном и тестовом множествах в допустимых пределах, то модель становится инструментом поддержки принятия решений в оценке исследуемого процесса во времени. В нейросетевом формате процедура построения многомерной регрессии реализуется как модификации синаптического пространства модели в режиме «обучения с учителем» в рамках установленных ограничений. [6]. При этом процедура обучения сети выполняется итерационно по алгоритму обратного распространения ошибки применительно к исходным данным исследуемого процесса в формате задачи:

$$\frac{1}{mn} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m (y_{ij} - d_{ij})^2 \Rightarrow \min, \tag{13}$$

где y_{ij} – вектор индикаторов выходных состояний из исходного множества;

d_{ij} – результат обучения сети на j -выходе, при i -м примере обучающей выборки;

$j = 1, n$ – номер выхода сети;

$i = 1, m$ – номер примера;

m, n – размерность массива примеров и числа выходных элементов сети.

Рассматривая, например, экологическую нагрузку в регионе в качестве исследуемого процесса (рис. 1). Индикаторами процесса целесообразно выбрать количество заболеваний (желудок, органы дыхания, кровь и др.), а предикторами – концентрацию массива вредных соединений (в воздухе, воде, почве и т.д.). Тогда при наличии репрезентативного набора наблюдений (примеров) формируется обучающая выборка для построения и реализации адекватной нейросетевой модели многомерной регрессии [7]. Воспользуемся моделями на базе стандартного пакета нейроэмуляторов Statistica 6.1 [8], проведем обучение и обеспечим допустимую адекватность и надежность результатов.

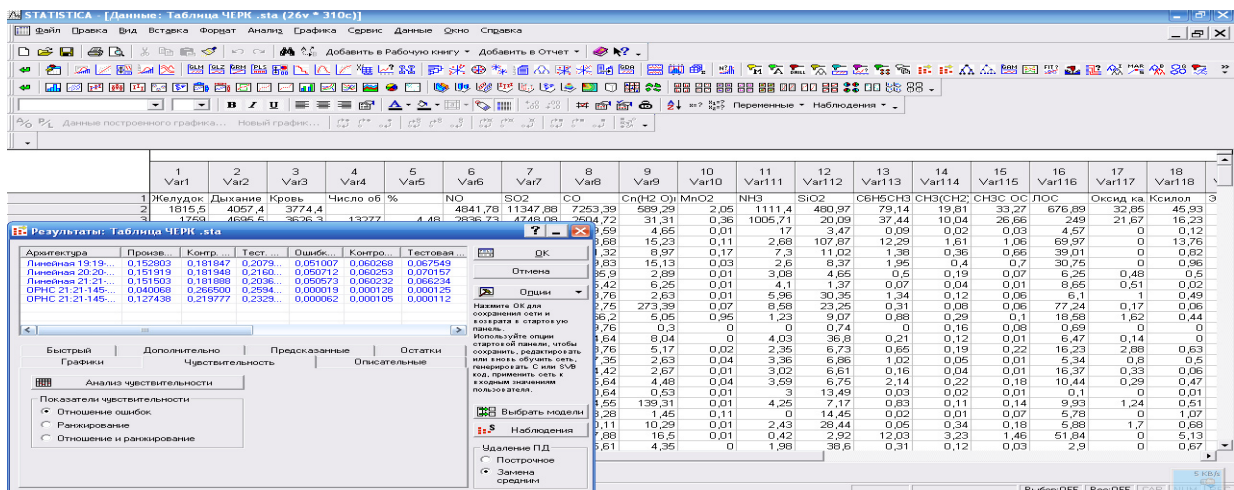


Рис. 1. Профили моделей и фрагмент обучающей выборки

Анализ профилей результатов моделирования позволяет выделить сети с приемлемыми для практики производительностью и ошибками на обучающих, контрольных и тестовых множествах. Это свидетельствует об адекватности математической модели физическому содержанию исследуемого процесса. На данном примере приведен графический результат построения многомерной регрессионной зависимости для ансамбля моделей (рис. 2).

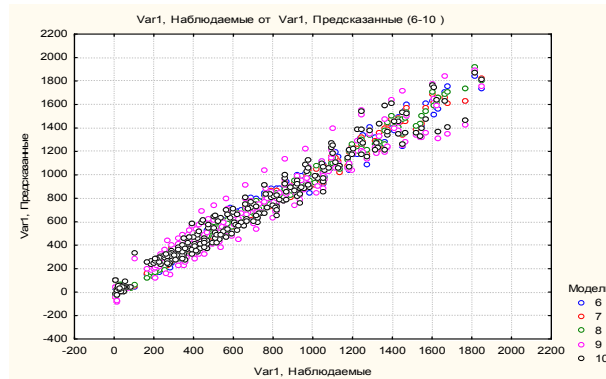


Рис. 2. Характеристика качества многомерной регрессии

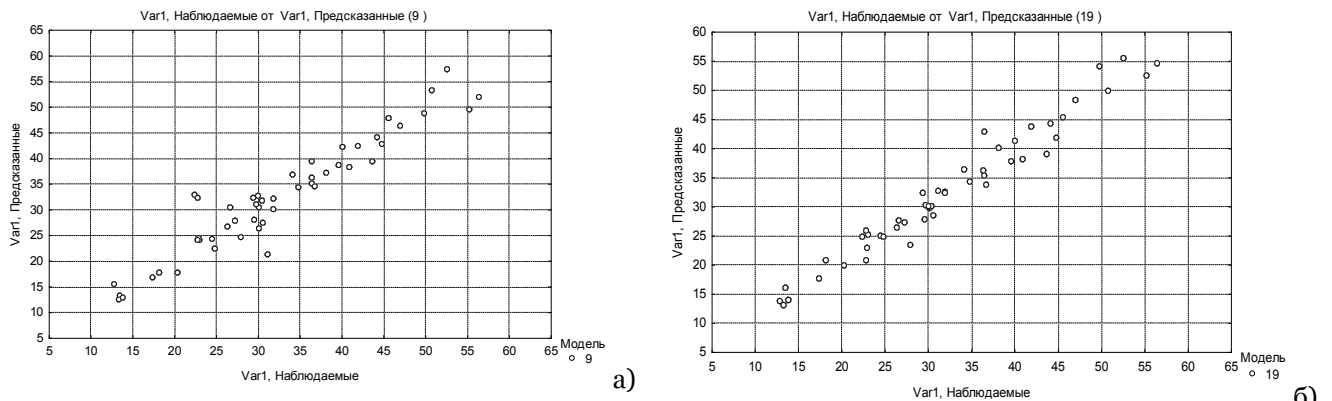


Рис.3. Результаты адаптации моделей прогноза к заданным требованиям:

- а) с вариацией мощности обучающей выборки;
б) с вариацией сложности сети

Найденная регрессионная зависимость устанавливает связь входных факторов и выходных индикаторов системы через массивы синаптических коэффициентов ансамбля обученных нейросетевых моделей (рис. 3).

Сеть распознала структуру обучающего множества и пригодна для использования в прогнозировании значений зависимой переменной. Таким образом, нейросетевые модели исследуемого процесса в автоматизированных СППР продуктивно реализуются в среде эмуляторов стандартного нейропакета, и задача опережающего реагирования состоит в прогнозировании каждого индикатора в отдельности и классификации процесса в целом по их полному множеству при переменной глубине прогноза. При этом вероятность ошибки и соответствующие риски принятия решений зависят от глубины прогноза. Это утверждение требует количественной оценки.

Особенности классификации прогнозируемых состояний в СЦОР

Анализ исследуемых процессов в СЦОР позволяет сделать вывод о неравнозначности ущерба при перепутывании классов в их оценке по предсказанным значениям входных факторов[5]. Наиболее адекватной мерой близости классов прогнозируемых состояний принят риск, который связан с принятием решения о принадлежности распознаваемого прогнозируемого состояния исследуемого процесса к некоторому классу $\Omega_k, k = 1, 2, \dots, m$. Риски ошибочных решений рассчитываются предварительно и помещены в файл исходных данных в виде платежной матрицы $\|C\|$. В принятых обозначениях

после измерения признаков X_0 текущего состояния изучаемого процесса, величина условного риска может быть представлена выражением:

$$R(\omega \in \Omega_g / X_0) = \sum_{i=1}^m C_{lg} P(\Omega_i / X_0) \tag{14}$$

и принимается в случае, если $\sum_{g=1}^m C_{lg} P(\Omega_g / X_0) = \min_l \sum_{g=1}^m C_{lg} P(\Omega_l / X_0)$ по всем состояниям объекта. При этом условная вероятность того, что $\omega \in \Omega_g$ может быть вычислена в соответствии с теоремой гипотез (формула Байеса) [5].

Для исследуемых процессов, исходя из их описания и характеристик, непосредственно применить решающее правило Байеса в задачах принятия оптимального решения, как правило, не удастся, так как плотности распределения признаков в классах и априорные распределения самих классов не известны. На практике, при наличии репрезентативных данных входного массива модели вероятностных распределений факторов и состояний объекта могут быть построены решением задачи аппроксимации многомерных функций и реализованы в нейросетевом формате.

Пусть базовый процесс ССТС характеризуется данными:

- $X = \{x_1, x_2, \dots, x_r\}$ – массив входных данных;
- $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_h\}$ – множество классов;
- $A = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_r\}$ – множество решений;
- $\lambda\{\alpha_i | y_j\}$ – функция потерь (ущерб от решения α_i отнести объект к классу y_j);
- $P(y_j)$ – априорная вероятность принадлежности объекта (процесса) к соответствующему классу;
- $p(x | y_j)$ – условная плотность распределения вектора x в классе y_j ;
- $P(y_j | x)$ – апостериорная вероятность (вероятность установления класса y_j), если признаки соответствуют вектору x .

Эта вероятность вычисляется по формуле Байеса:

$$P(y_j | x) = \frac{p(x | y_j) P(y_j)}{\sum_{j=1}^K p(x | y_j) P(y_j)},$$

где $\sum_{j=1}^K p(x | y_j) P(y_j)$ – композиция всех возможных распределений признаков в классах.

Функция потерь $\lambda\{\alpha_i | y_j\}$ при принятии решения о принадлежности прогнозируемого процесса к некоторому классу при анализе имеет ключевое значение. Это связано с особенностями предметной области исследуемого объекта (принять опасную экологическую загрузку в регионе за допустимую или больного пациента за здорового, классифицировать успешное предприятие как банкрот и т.д.). Функция потерь представляется в виде:

$$\lambda\{\alpha_i | y_j\} = \left\{ \begin{array}{cccc} 0 & \lambda_{12} & \dots & \lambda_{1K} \\ \lambda_{21} & 0 & \dots & \lambda_{2K} \\ \dots & \dots & 0 & \dots \\ \lambda_{K1} & \lambda_{K2} & \dots & 0 \end{array} \right\}, i, j = 1, 2, \dots, K$$

Эта функция позволяет количественно оценить потери от принятия того или иного решения, так как появляется возможность количественно измерить прогнозируемый ущерб и вероятность его возникновения. Совместное их использование возможно в форме оценки условного риска принятого решения (α_i), когда $i \neq j$ (имеет место ложная классификация):

$$R(\alpha_i | x) = \lambda\{\alpha_i | y_j\}P(y_j | x).$$

Анализ всех возможных сочетаний элементов матрицы потерь и соответствующих им вероятностей на основе байесовского правила проверки гипотез позволяет минимизировать ущерб от принятых решений прогнозирования состояний процесса. Очевидно, что лучшими будут решения, которым соответствуют минимальные значения условных рисков при максимальных значениях апостериорных вероятностей:

$$\lambda\{\alpha_i | y_j\} \rightarrow \min ,$$

$$P(y_j | x) \rightarrow \max .$$

При фиксированных значениях элементов матрицы потерь минимизация прогнозируемого ущерба осуществима нахождением такого вектора входных факторов, при котором вероятность ошибки классификации минимальна.

При этом реализуемое правило позволяет достигать теоретически обоснованной оптимальности принятого решения при определении класса исследуемого процесса с количественной оценкой его надежности (доверительной вероятности).

Нейросетевая классификация прогнозируемых состояний процесса с оценкой рисков

Нейронная сеть обучается с таким расчетом, чтобы выходные значения были оценками вероятностей, а матрица потерь рассчитывается предметным специалистом. Тогда нейросетевой модуль пакета технического анализа (например, STATISTICA Neural Networks) можно настроить так, чтобы учитывать матрицу потерь. В пакете SNN в вероятностную нейронную сеть может быть добавлен четвертый слой, содержащий матрицу потерь. Она умножается на вектор оценок, полученный в третьем слое, после чего в качестве ответа берется класс, имеющий наименьшую оценку потерь.

Иногда оценки вероятности используются непосредственно, например, когда решается задача отнесения набора признаков объекта исследования к наиболее вероятному классу. В ряде случаев, как правило, одни ошибки обходятся дороже других (например, при ошибочной диагностике экологической нагрузки в регионе: непринятие мер при опасных концентрациях вредных соединений, или материальные затраты – при их отсутствии). Матрица потерь представляет цены различных ошибок классификации. Она умножается на вектор оцененных вероятностей, в результате получается вектор оценок потерь, и каждое наблюдение приписывается тому классу, у которого будет наименьшая оценка для цены ошибки.

В пакете технического анализа матрицу потерь удобно строить с помощью линейной сети[3], имеющей такое же число элементов во входном и выходном слоях, как у исходной сети в выходном слое.

После того, как матрица потерь построена, ее добавляют к обученной сети, оценивающей вероятности, и в результате получится составная сеть, оценивающая ожидаемый ущерб от принятого решения.

Нейросетевые модели исследуемых процессов в среде Statistica Neural Network

Для распознавания состояния объекта необходимо составить словарь информативных признаков и описать алфавит классов состояний объекта на языке этого словаря, что обеспечивает имеющаяся выборка примеров. Так как каждому классу соответствует свой набор показателей, то процедура классификации объекта сводится к анализу пространства признаков текущего состояния и сравнения результатов анализа с описаниями выбранных классов. В нейросетевом формате задача распознавания классов

текущего состояния исследуемого субъекта решается, например, с использованием дельта – правила [1]. При наличии двух классов состояний формирование обучающего множества упрощается. Применим технологию моделирования в среде нейроэмуляторов по методике [6], что позволяет получить модель (рис. 4).

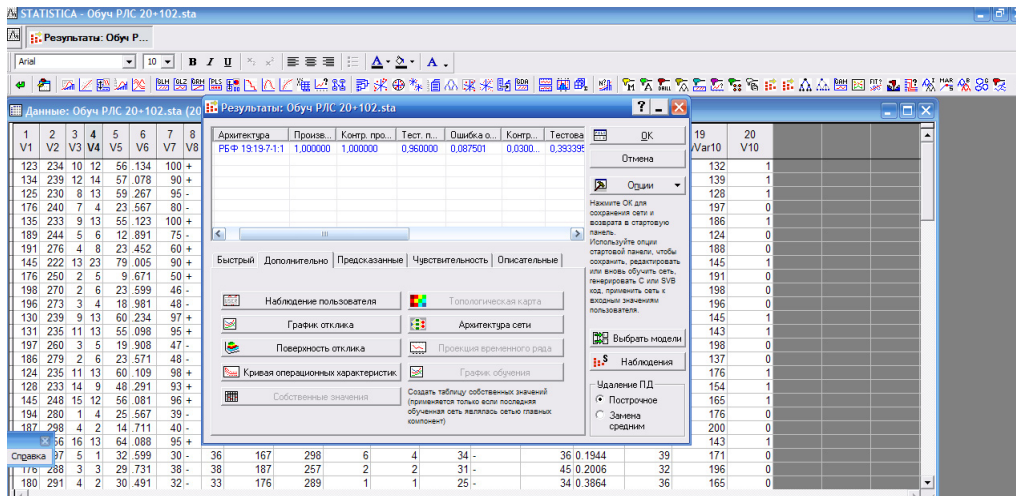


Рис. 4. Профиль модели на фрагменте обучающей выборки

В результате интерактивного диалога получена модель сети, осуществлено её обучение, выбран наиболее производительный вариант из ансамбля моделей. Модели на основе радиально-базовых функций в целом подтверждают вывод о реализуемости базовых функций, но мощность обучающей выборки в приведенных примерах не позволила достичь производительности по условию задачи. Это видно из эксперимента на ансамбле РБФ-сетей (рис. 5).

Более низкая производительность характерна для моделей с большим числом нейронов в скрытом слое, и пользователь должен искать компромисс между ошибками обобщения на тестовом множестве, временем обучения и производительностью сети.

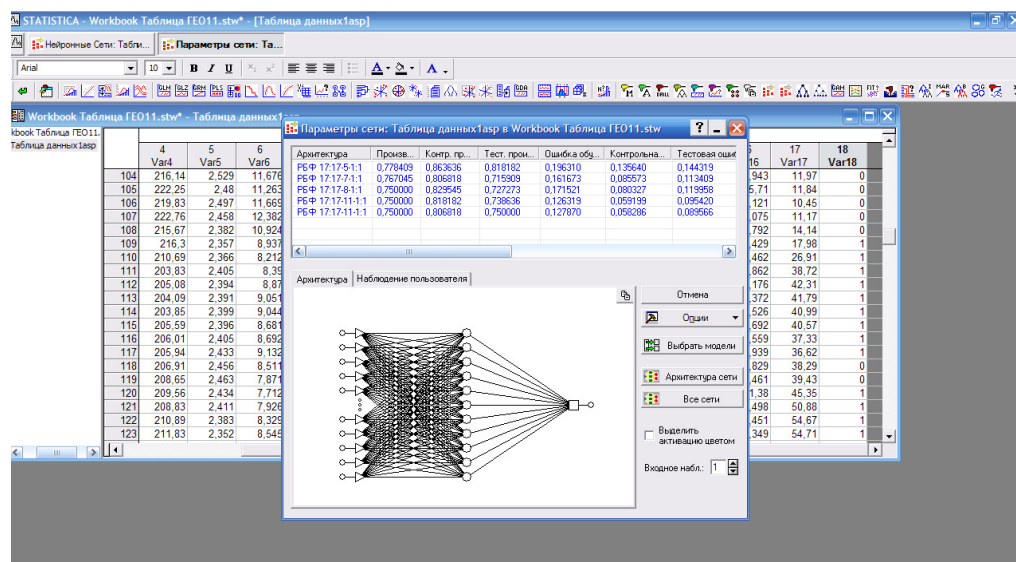


Рис. 5. Профиль моделей на фрагменте выборки для РБФ-сети

Показатели производительности моделей зависят одновременно от мощности обучающей выборки, сложности сети, её типа и архитектуры.

Таким образом, получено теоретическое и практическое подтверждение вывода о возможности построения моделей прогноза исследуемого процесса при сохранении адекватности моделей в заданных границах.

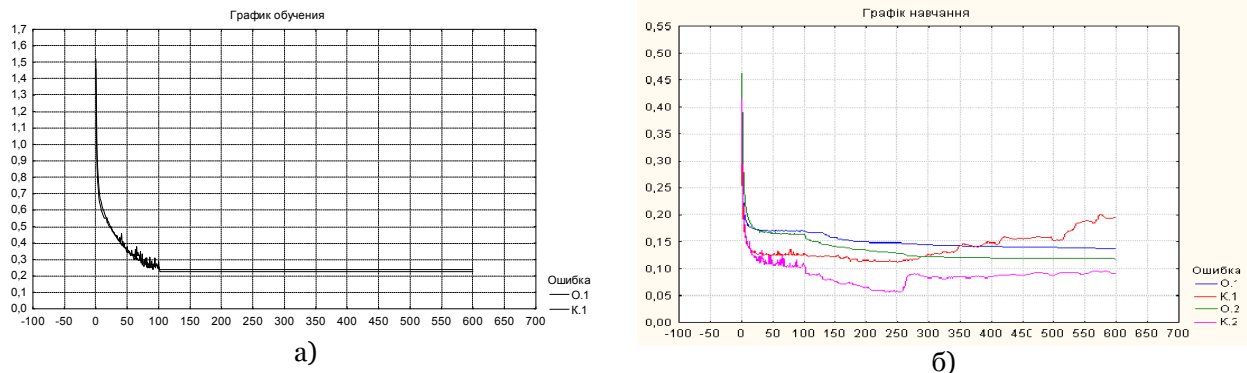


Рис. 6. Результат анализа моделирования для СЦОР:
 а) обучение с коррекцией производительности модели;
 б) быстрое обучение без коррекции

Как видно из графиков, применение представленных технологий сокращения времени адаптации нейросетевых моделей базовых процессов при сохранении их адекватности в допустимых границах, позволило получить устойчивую сходимость итерационного процесса модификации синаптического пространства. Число эпох не превышает нескольких сотен, что в пересчете на общие временные затраты соответствует единицам и десяткам секунд. Конкретные предметные области исследования позволяют эти временные интервалы привести в соответствие с директивным временем принятия решений.

Выводы

1. Нейросетевой базис ситуационного центра опережающего реагирования позволяет автоматизировать принятие решений по тенденциям исследуемого процесса путем реализации прогноза динамики контролируемых переменных (индикаторов) процесса в реальном времени и в пределах допустимых ограничений.
2. Инструментальная реализация прогнозирования динамики контролируемых параметров возможна и целесообразна на базе стандартных нейроэмуляторов существующих и перспективных пакетов интеллектуальной обработки данных.
3. Адекватность, надежность и продуктивность моделей исследуемых процессов установлена на основе анализа ошибок на обучающем и тестовом множествах входных данных и в подавляющем большинстве экспериментов удовлетворяет требованиям практики.

Список литературы

1. Хайкин С. / Нейронные сети: полный курс – [2-е изд.]; пер. с англ. / Хайкин С. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – С. 1104.
2. Горбань А.Н. /Обучение нейронных сетей./ Горбань А.Н. – М.: Изд-во СССР-США СП «ParaGraph», 1990. – С. 160.
3. Боровиков В.П. / STATISTICA NN – Техническое описание/ Боровиков В.П. – М.: Мир, 1999. – С. 239.
4. Алёшин С.П. Ситуационные центры быстрого реагирования: принятие решений в среде нейроэмуляторов / С.П. Алёшин // Системы управления, навигации и связи – 2011. – № 1 (17). – С. 240 – 247.
5. Ляхов А. Л., Алёшин С.П., Бородин Е.А. Нейросетевая модификация текущего пространства признаков к целевому множеству классов. 11- Міжнародна науково-практична конференція «Нейромережеві технології і їх застосування»: Зб. наук. праць / под ред. проф. С. В. Ковалевского. – Краматорск: ДДМА – 2012. – С. 93 – 99.
6. Горбань А.Н., Россиев Д.А. Нейронные сети на персональном компьютере // Новосибирск: Наука, 1996.- 276 с.
7. Терехов В.А., Ефимов Д.В., Тюкин И.Ю. Нейросетевые системы управления: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. школа 2002. – 183 с.
8. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. – М.: Наука, 1983. – 416 с.

THE NEURAL SITUATIONAL CENTER OF THE OUTPACING RESPONSE

S.P. ALESHIN
E.A. BORODINA

*Poltava National Technical Yuri
Kondratyuk University*

e-mail:
aleshsp@ukr.net
lena_borodina@ukr.net

The work is devoted to the development of theoretical and applied bases of construction the expert intelligent systems, decision-making by trends the input factors and the state of researching the process. The proposed technology of the adaptation neural network foundation of the standard package of technical analysis decision-making situational center of the outpacing response by force of by implementing the prediction of the dynamics of the controlled variables (indicators), and estimates of the expected risk. The results of instrumental of the implementation dynamics forecasting controlled parameters, based on productivity models researched of the processes based on the analysis of errors on the training and test input sets.

Keywords: anticipatory responses, forecasting, multivariate regression, neuroemulator, training set, the matrix losses, conditional risk, modification of synaptic space.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ РЕГИОНАЛЬНЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ

В.А. ЛОМАЗОВ¹
В.И. ЛОМАЗОВА²
В.С. НЕХОТИНА³

¹⁾ Белгородская государственная сельскохозяйственная академия

²⁾ Белгородский государственный национальный исследовательский университет

³⁾ Белгородский университет кооперации, экономики и права

e-mail:
vlomazov@yandex.ru

Рассмотрена проблема разработки инструментальных средств (моделей и методов) информационной поддержки оценки социально-экономических проектов, реализуемых органами регионального и муниципального управления. Предложен подход к информационному моделированию состояния проекта на основе детерминированного, статистического и лингвистического описания отдельных показателей. Разработана иерархическая процедура расчета результирующего показателя проекта.

Ключевые слова: региональный социально-экономический проект, информационная модель, оценка.

Постановка проблемы и цель работы

Социально-экономическое развитие регионов, являющееся одной из приоритетных задач государственной социальной политики Российской Федерации, осуществляется, как правило, на основе региональных социально-экономических программ, состоящих из нескольких проектов. Региональные социально-экономические проекты, соответствующие различным сферам (образование, здравоохранение, культура, спорт, трудовая занятость, социальная поддержка населения и т.д.), безусловно, имеют свою специфику, однако наличие общей цели (последовательное повышение уровня жизни населения) и общих условий реализации (региональный уровень) позволяет отнести эти проекты к одному классу.

Проблема оценки социально-экономических проектов, представляющих собой важные инструменты регионального развития, является актуальной не только на начальном этапе выбора наиболее эффективных проектов, но и на последующих этапах корректировки ранее принятых решений на основе мониторинга хода реализации проектов. Учет и анализ большого числа показателей, характеризующих региональные социально-экономические проекты невозможен без применения методов экономико-математического моделирования и современных информационных технологий.

Широко используемые в настоящее время методы оценки проектов ориентированы, в большей степени, на бизнес-проекты (например [1-4]), и не учитывают ряд особенностей социально-экономической сферы, связанных с наличием не только количественных, но и качественных (лингвистических) характеристик проектов, что требует привлечения подходов теории искусственного интеллекта.

Целью исследования является разработка теоретических положений, которые могут быть положены в основу информационного и алгоритмического обеспечения оценки региональных социально-экономических проектов (РСЭП).

Общая схема процедуры оценивания проектов

Оценивание РСЭП в рамках конкурса проектов предлагается осуществлять на основе объективных данных о характеристиках рассматриваемого проекта, трансформированных при помощи специальных оценочных шкал в показатели (измеренные в баллах) и обобщенных с использованием экспертных суждений об относительной значимости частных показателей. Схема оценивания как процедуры определения результирующего показателя РСЭП в результате обработки начальной информации о проекте приведена на рис.1.

Сбор начальной информации о РСЭП осуществляется на основе данных, представленных в заявке организации, реализующей проект, а также на основе независимых источников, в качестве которых могут выступать научные организации и отдельные специалисты, осуществляющие аудит проектов.

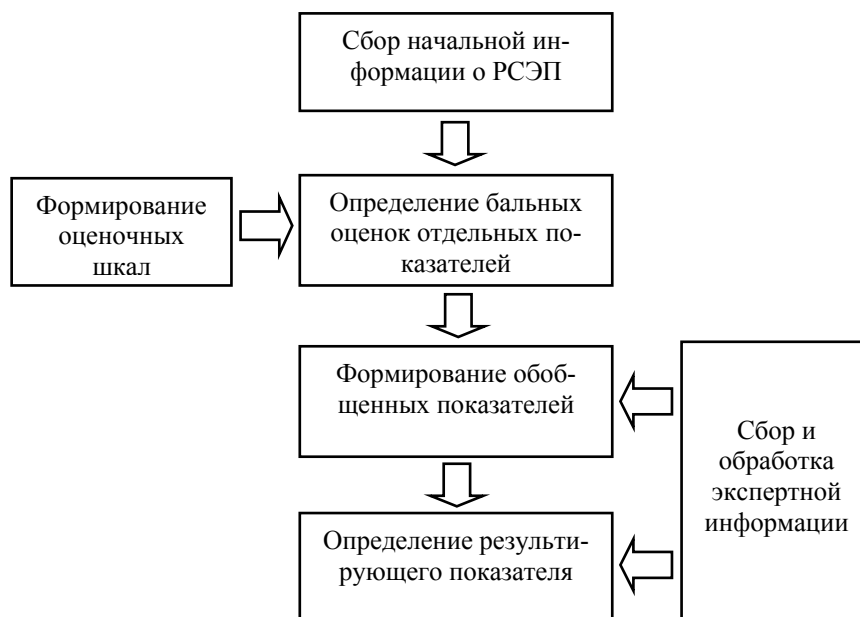


Рис. 1. Общая схема процедуры оценивания региональных социально-экономических проектов

Формирование оценочных шкал и определение балльных оценок отдельных показателей

В рамках начального описания характеристик РСЭП рассмотрим три их типа, соответствующие различным способам учета неопределенности, неизбежной при анализе проектов:

- 1) тип D – детерминированные характеристики, не учитывающие неопределенность свойств проектов;
- 2) тип S – статистические характеристики, отражающие вероятностный характер неопределенности;
- 3) тип L – лингвистические характеристики, имеющие вербальные значения и отражающие нечеткость понятий, используемых при оценке проектов.

Формирование оценочных шкал, позволяющих перейти от значений характеристик проекта к их безразмерным балльным показателям, производится лицами, организующими конкурс проектов, исходя из целей региональных социально-экономических программ.

Способы построения балльных показателей различны для разных типов характеристик РСЭП. Для детерминированных характеристик D переход к дискретным (балльным) значениям $D_x \rightarrow D_b$ осуществляется на основе проверки принадлежности значений характеристики x оценочным интервалам:

$$D_b = j \text{ при } x \in I_j.$$

В частном случае равномерной шкалы преобразования, когда оценочные интервалы являются равными по длине, дискретное балльное значение можно рассчитать по формуле

$$D_b = \left\lceil \frac{n(x - x_{min})}{x_{max} - x_{min}} \right\rceil,$$

где квадратными скобками обозначена операция взятия целой части числа, n – максимальное количество баллов для рассматриваемой характеристики; x , x_{max} и x_{min} – преобразуемое, максимальное значение и минимальное значение характеристики. Величина x_{min} задается требованиями условий конкурса проектов, а соответствует наилучшему из теоретически возможных (как правило, практически нереализуемому) эталонному проекту. При достижении величиной x своего наилучшего (в рассматриваемом случае наибольшего) значения x_{max} ($D_x = x_{max}$) балльное значение этой характеристики D_b также принимает мак-

симально возможное значение n ($D_b = n$). В случае минимального значения этой характеристики ($D_x = x_{\min}$) D_b также принимает минимально возможное значение 0 ($D_b = 0$).

Стохастические свойства РСЭП связаны с влиянием случайных факторов на результаты реализации РСЭП и характеризуются математическим ожиданием $M(x)$ и дисперсией $\sigma^2(x)$. Возможные пределы изменения этих величин: $M_{\min}(x)$, $\sigma^2_{\min}(x)$ и $M_{\max}(x)$, $\sigma^2_{\max}(x)$, как и ранее задаются минимальными требованиями и максимально возможными эталонными значениями. Относительные значимости математического ожидания $M(x)$ и точности $Pr(x)$ (понимаемой как величина, обратная дисперсии $Pr(x) = (\sigma^2(x))^{-1}$) стохастической характеристики S описываются весовыми коэффициентами a_1, a_2 :

$$a_1 + a_2 = 1, \quad a_1, a_2 \geq 0.$$

В общем случае переход от стохастических характеристик S к дискретным (балльным) значениям $S_x \rightarrow S_b$ осуществляется по формуле

$$S_b = j \quad \text{при} \quad (a_1 M(x) + a_2 Pr(x)) \in I_j$$

$$S_b = \left[a_1 \frac{n(M(x) - M_{\min}(x))}{M_{\max}(x) - M_{\min}(x)} + a_2 \frac{n(Pr(x) - Pr_{\min}(x))}{Pr_{\max}(x) - Pr_{\min}(x)} \right]$$

В случае равномерной шкалы преобразования эта формула принимает вид.

Лингвистическое описание отдельных характеристик РСЭП связано со спецификой социальной сферы, где ряд понятий не допускает количественного измерения. В этом случае используется математический аппарат лингвистического анализа [5], в соответствии с которым лингвистическая переменная представляет собой кортеж:

$$L_x = \langle X, G, \theta_b(X), U, M \rangle,$$

в котором X – название лингвистической переменной; G – синтаксическое правило, порождающее названия вербальных (лингвистических) значений лингвистической переменной; $\theta(X)$ – терм-множество (множество вербальных значений, порожденных синтаксическим правилом G); $\theta_b(X)$ – базовое терм-множество (часть терм-множества; остальные термы, порождаемые синтаксическим правилом, строятся из элементов $\theta_b(X)$ с помощью конечного набора лингвистических модификаторов и связок); U – универсум, в котором определены нечеткие множества соответствующие термам лингвистической переменной (нечеткое множество выражает смысл конкретного вербального значения); M – семантическое правило, задающее смысл каждого терма из $\theta(X)$, т.е. $M: \theta(X) \rightarrow Fuzzy(U)$, где $Fuzzy(U)$ – множество всех нечетких подмножеств U . Каждому вербальному значению лингвистической переменной (терму $T \in \theta(X)$) семантическим правилом M ставится в соответствие выражающее его смысловое содержание нечеткое множество $M(T)$.

В дальнейшем будем предполагать, что вербальные значения лингвистической переменной связаны с числовыми (U – отрезок действительной прямой $[x_1, x_2]$), и при этом ограничимся трапециевидными функциями принадлежности. В этом случае нечеткое множество $supp M(T)$ полностью определяется двумя отрезками: носителем нечеткого множества $supp M(T)$ и его ядром $ker M(T)$. Тогда переход от лингвистических характеристик L к дискретным (балльным) значениям $L_x \rightarrow L_b$ осуществляется по формуле

$$L_b = j \quad \text{при} \quad (a_1 Sl(x) + a_2 Sr(x) + a_3 Kl(x) + a_4 Kr(x)) \in I_j,$$

где $Sl(x)$, $Sr(x)$ – левый и правый концы отрезка $supp M(T)$, $Kl(x)$, $Kr(x)$ – левый и правый концы отрезка $ker M(T)$, а a_1, a_2, a_3, a_4 – нормированные неотрицательные весовые коэффициенты ($a_1 + a_2 + a_3 + a_4 = 1$, $a_1, a_2, a_3, a_4 \geq 0$), отражающие относительную важность значений $Sl(x)$, $Sr(x)$, $Kl(x)$, $Kr(x)$ для построения балльной оценки лингвистической характеристики x .

Предложенный подход позволил построить безразмерную дискретную кодировку значений показателей региональных социально-экономических проектов, что необходимо для последующего формирования обобщенных показателей проектов.

Формирование обобщенных и результирующих показателей проектов

Уменьшение числа рассматриваемых параметров РСЭП может быть реализовано за счет объединения взаимосвязанных и устранения дублирующих характеристик проектов (рис. 2).



Рис. 2. Схема процедуры сокращения (группировки) показателей региональных социально-экономических проектов

Основой для сокращения могут являться:

- выявленные статистические (корреляционные) зависимости между значениями характеристик ([1,2]);
- взаимосвязи, определенные при математическом моделировании процессов изменения характеристик ([6-9]);
- экспертные суждения специалистов ([2,5]).

При этом, если на очередном этапе процедуры сокращения при выявлении значительной связи между показателями одного уровня отмечено определенное различие их значений, то целесообразно (не отбрасывая «дублирующие» показатели) объединить эти показатели в один обобщенный показатель (аддитивное взвешенное среднее частных показателей) следующего уровня. Порядок следования этапов сокращения (группировки) показателей РЭСП определяется возрастанием сложности проводимого анализа и увеличением степени привлечения экспертов.

Последующая (также иерархическая) процедура формирования обобщенных показателей проектов основана на сходстве по социальному (экономическому) содержанию и носит стандартный характер (например, [10]). Используемые при этом весовые коэффициенты частных показателей могут быть определены на основе методов экспертного оценивания, например, при помощи шкалы Саати и степенной калибровки функции предпочтений. Различие при формировании промежуточных обобщенных показателей РСЭП и окончательного результирующего показателя состоит в том, что на последнем этапе в качестве экспертов при определении весовых коэффициентов выступают не специалисты в предметных областях проектов, а должностные лица органа региональной власти, организующие конкурс проектов.

Иерархическая процедура оценивания РСЭП является эффективной не только в силу обеспечения возможности учета различных характеристик проектов, но и в плане реализации вычислительного процесса, поскольку позволяет производить параллельные вычисления отдельных показателей.

Использование результатов оценивания проектов

Основными целями оценки региональных социально-экономических проектов являются:

- выбор наиболее подходящего (из множества вариантов) проекта для последующей реализации [1,2];
- принятие решений по корректировке хода выполнения уже реализуемого проекта [10].

В первом случае целесообразно выделить несколько проектов, близких по значению результирующего показателя, или построить множество парето-оптимальных

по обобщенным показателям проектов, оставив окончательный выбор лицам, принимающим решения.

Во втором случае оценочные данные хода реализации проекта представляют собой только часть необходимой для принятия решения информации. Вторую часть необходимой информации составляют данные о возможных схемах корректировки. Разработка формализованного представления сочетания этих данных и процедур их обработки представляет собой отдельную задачу, заслуживающую специального рассмотрения.

Список литературы

1. Лапыгин, Ю.Н. Управление проектами: от планирования до оценки эффективности/ Ю.Н. Лапыгин. – М.: Омега-Л, 2008. – 252 с.
2. Хелдман, К. Профессиональное управление проектами. – М.: «Бином», 2012. – 517 с.
3. Ломазов, В.А. Система поддержки принятия решений на основе нечетких показателей оценки инвестиционных рисков ИТ-проектов/В.А. Ломазов, В.С. Нехотина// Информационные системы и технологии. – 2011, № 5. – С.166-170.
4. Ломазов, В.А. Информационное моделирование и компьютерная селекция проектов в горнодобывающей отрасли /В.А. Ломазов, Д.С. Трубакин// Научные ведомости БелГУ. Сер. История, Политология, Экономика, Информатика. – 2011. – №1 (96). – Вып.17/1. – С.158-162.
5. Системный анализ и принятие решений: словарь-справочник/ Под ред. В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. – М.: Высш.шк., 2004. – 616 с.
6. Ломазова В.И. Формализация выбора математических моделей связанных полей при автоматизации исследований/ В.И. Ломазова, В.А. Ломазов //Информационные системы и технологии. – 2010. – № 3. – С. 79-85.
7. Жилияков, Е.Г. Селекция аддитивных функциональных моделей сложных систем/ Е.Г. Жилияков, В.И. Ломазова, В.А. Ломазов //Информационные системы и технологии. 2010. – № 6. – С. 66-70.
8. Жилияков, Е.Г. Компьютерная кластеризация совокупности аддитивных математических моделей взаимосвязанных процессов/ Е.Г. Жилияков, В.И. Ломазова, В.А. Ломазов //Вопросы радиоэлектроники. – 2011. – № 1. – С. 115-119.
9. Ломазова В.И. Информационное описание математических моделей взаимосвязанных процессов в сложных системах// Научные ведомости БелГУ. Сер. История, Политология, Экономика, Информатика. – 2011. – №1 (96). – Вып.17/1. – С.201-208.
10. Ломазов, В. А. Решение задачи экономичного многокритериального выбора на основе метода анализа иерархий/ В. А. Ломазов, Я. Е. Прокушев //Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: История. Политология. Экономика. Информатика. – 2010. – №. 7(78). – Вып.14/1. – С. 128-131.
11. Акупиян О.С. Модели и методы мониторинга реализации региональных социально-экономических проектов / О.С. Акупиян, В.А. Ломазов., Д.А. Петросов// Современные проблемы науки и образования. 2012. № 3. С. 270-270.

INFORMATION MODELS AND METHODS FOR MULTICRITERIA EVALUATING THE REGIONAL SOCIO-ECONOMIC PROJECTS

V.A. LOMAZOV¹
V.I. LOMAZOVA²
V.S. NEHOTINA³

¹⁾ *Belgorod State Agricultural Academy*

²⁾ *Belgorod National Research University*

³⁾ *Belgorod University of Cooperation, Economics and Law*

e-mail: vlomazov@yandex.ru

The problem of the development of tools (models and methods) information support to assess the socio-economic projects implemented by the regional authorities and municipal government is considered. An approach to information modeling based on deterministic monitoring, statistical and fuzzy descriptions of individual indicators is suggested.

We propose the hierarchical procedure for calculation of the result project estimation.

Keywords: regional socio-economic project, information model, evaluation.



ОБ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА ПРИ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Д.Б. ДЕСЯТОВ
А.В. ДУШКИН
В.С. ЗАРУБИН
В.П. ИРХИН
В.И. НОВОСЕЛЬЦЕВ
Ю.В. ЩЕРБАКОВА

В работе дается обоснование способа оценки эффективности работы системы безопасности объекта на основе одного из ее показателей – вероятности защиты объекта от несанкционированных действий нарушителей.

Ключевые слова: система безопасности, нарушитель, эффективность.

*Воронежский институт
Федеральной службы испол-
нения наказаний России*

*e-mail:
a_dushkin@mail.ru*

В настоящее время актуально стоит вопрос оценки эффективности работы системы безопасности (СБ) объектов. Под СБ будем понимать совокупность правовых норм, организационных мер и инженерно-технических решений, направленных на защиту жизненно-важных интересов и ресурсов охраняемого объекта от угроз, источниками которых являются злоумышленные (несанкционированные) воздействия физических лиц – нарушителей (террористов, преступников, экстремистов и др.) [1].

Для оценки эффективности работы СБ объектов целесообразно построить информационную модель безопасности объекта при возникновении на нем чрезвычайной ситуации и рассмотреть на ней вероятностно-временные соотношения.

На сегодняшний день используются различные показатели эффективности СБ, одним из которых является вероятность защиты объекта D_{ci} – комплексный показатель того, что силы группы оперативного реагирования (ГОР) пресекут несанкционированные действия нарушителей на объекте до момента окончания несанкционированной акции.

Показатель D_{ci} является функцией нескольких переменных и может быть определен как произведение вероятностей выполнения своей задачи каждой из составляющих СБ согласно следующему упрощенному выражению:

$$P_{zo} = P_{обн} \cdot P_{прд} \cdot P_{бртс} \cdot P_{сргор} \cdot P_{би}, \tag{1}$$

где $P_{обн}$ – вероятность своевременного обнаружения вторжения нарушителей системой охранной сигнализации;

$P_{прд}$ – вероятность достоверной передачи сигнала тревоги силам ГОР;

$P_{бртс}$ – вероятность безотказной работы технических средств;

$P_{сргор}$ – вероятность своевременного развертывания ГОР в точке перехвата после получения сигнала тревоги;

$P_{би}$ – вероятность благоприятного исхода при столкновении ГОР с нарушителями.

Как следует из выражения (1), количественная оценка эффективности СБ представляет собой довольно сложную задачу и требует комплексного подхода.

Если допустить, что силы ГОР при столкновении с нарушителем всегда побеждают (а это можно достичь организационными мерами, зная угрозы и модель нарушителей), т.е. принять $D_{iè} = 1$, задачу можно несколько упростить. В результате получаем другой показатель эффективности – вероятность перехвата нарушителей силами ГОР $P_{пер}$:

$$P_{пер} = P_{обн} \cdot P_{прд} \cdot P_{бртс} \cdot P_{сргор}. \tag{2}$$

Такая оценка основана на сравнении времени действий нарушителя и сил ГОР с учетом характеристик составных частей комплекса инженерно-технических средств охраны (ИТСО).

По мнению авторов, показатель $P_{пер}$ является достаточно объективной количественной оценкой эффективности СБ, поскольку позволяет решить задачу выбора оптимальной структуры СБ и ее основной составной части – комплекса ИТСО.

Учитывая, что современный уровень надежности технических средств комплекса ИТСО и достоверности передачи информации системой оперативной связи достаточно высок, значение составляющих $P_{прд}$ и $P_{бртс}$ на ранней стадии проектирования СБ с достаточной для практики точностью можно принять равными 1. Тогда выражение (2) значительно упрощается и принимает вид:

$$P_{пер} \approx P_{обн} \cdot P_{сргор}. \quad (3)$$

Не смотря на кажущуюся простоту выражения (3), определить численное значение показателя $P_{пер}$ непросто. Сложность заключается в том, что обе его составляющие $P_{обн}$ и $P_{сргор}$ носят вероятностный характер и в свою очередь зависят от ряда факторов.

$P_{обн}$ зависит от характеристик и количества средств обнаружения несанкционированного проникновения и их размещения на территории объекта, $P_{сргор}$ зависит от тактики сил ГОР, количества, мест установки и характеристик инженерных средств охраны (ИСО) на маршруте движения нарушителя.

Оценку вероятности своевременного развертывания сил ГОР в точке перехвата $P_{сргор}$ осуществим на примере условного объекта. Допустим, что для достижения предмета защиты нарушитель должен преодолеть три рубежа пассивной защиты (ИСО₁, ИСО₂, ИСО₃) и участок территории объекта, на которых произойдет задержка продвижения нарушителя во времени. Временная диаграмма последовательности действий нарушителей на объекте показана на рис. 1а, где t_{i_0} – начало вторжения; t_{i_1} – момент преодоления ИСО₁; t_{i_2} – момент прибытия к ИСО₂; t_{i_3} – момент преодоления ИСО₂; t_{i_4} – момент прибытия к ИСО₃; t_{i_5} – момент преодоления ИСО₃; t_{i_6} – момент исполнения акции.

Общее время задержки продвижения нарушителей на объекте

$$T_{зно} = \sum_{i=1}^k T_{зн_i}. \quad (4)$$

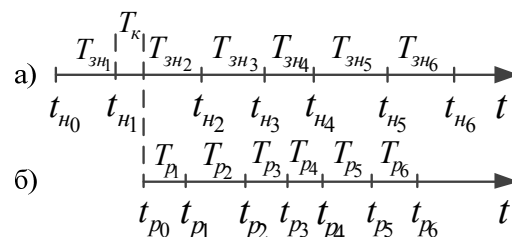


Рис. 1. Временные диаграммы движения нарушителей и ГОР на объекте

За первым ИСО установлено средство обнаружения СО₁, которое регистрирует момент пересечения зоны обнаружения нарушителем. Если обнаружение произошло, на пульте охраны появляется сигнал тревоги. С этого момента начинается развертывание сил ГОР. Временная диаграмма последовательности развертывания сил ГОР представлена на рис. 1б, где t_{p_0} – момент срабатывания СО; t_{p_1} – оценка сигнала тревоги; t_{p_2} – передача сигнала ГОР; t_{p_3} – сборы ГОР по тревоге; t_{p_4} – движение к точке перехвата; t_{p_5} – начало нейтрализации нарушителя. Общее время развертывания сил ГОР:

$$T_{po} = \sum_{i=1}^m T_{p_i}. \quad (5)$$

Для определения $P_{ср}$ необходимо сравнить $T_{до}$ и T_{ci} , но для сравнения необходимо брать не общее время нахождения нарушителей на объекте T_{cio} , а интервал от момента обнаружения (точка k) до момента исполнения акции, т.е.

$$T_{знк} = \sum_{i=k}^n T_{зн_i} \text{ или } T_{знк} = \sum_{i=1}^n T_{зн_i} - \sum_{i=1}^k T_{зн_i}. \tag{6}$$

Очевидно, что для перехвата нарушителей должно выполняться условие

$$T_{знк} \geq T_{ро} \text{ или } \Delta T = T_{знк} - T_{ро} \geq 0, \tag{7}$$

где ΔT – разница между временем задержки нарушителей на объекте и временем развертывания сил ГОР.

Соответственно вероятность своевременного развертывания сил ГОР в точке перехвата:

$$P_{сргор} = P(T_{знк} > T_{ро}) \text{ или } P_{сргор} = P(\Delta T > 0). \tag{8}$$

На временных диаграммах $T_{зн_i}$ и $T_{р_i}$ взяты как постоянные детерминированные величины. Однако в действительности все составляющие этих диаграмм величины случайные, так как при выполнении каждой операции и нарушителями, и охраной будут возникать факторы, произвольным образом ускоряющие или замедляющие процесс выполнения операции. Таким образом, $T_{зн_i}$ и $T_{р_i}$ необходимо выражать: математическим ожиданием (средним значением) $T_{мзн_i}$ и $T_{мр_i}$, среднеквадратическим отклонением $\sigma_{зн_i}$ и $\sigma_{р_i}$ и законом распределения случайной величины. В соответствии с правилами проведения математических операций со случайными величинами

$$T_{мзн} = \sum_{i=k}^n T_{мзн_i} \text{ и } \sigma_{зн} = \sqrt{\sum_{i=k}^n \sigma_{зн_i}^2}, \tag{9}$$

$$T_{мро} = \sum_{i=1}^m T_{мр_i} \text{ и } \sigma_{ро} = \sqrt{\sum_{i=1}^m \sigma_{р_i}^2}, \tag{10}$$

где $T_{мзн}$ – математическое ожидание времени нахождения нарушителей на объекте после их обнаружения;

$T_{мро}$ – математическое ожидание времени развертывания сил ГОР;

$\sigma_{зн}$ и $\sigma_{ро}$ – суммарные средне-квадратические отклонения соответственно $T_{мзн}$ и $T_{мро}$.

Соотношение между $T_{мзн}$ и $T_{мро}$ может получиться любым. На рис. 2 специально изображен случай, когда $T_{мзн} > T_{мро}$, т.е. если оценивать ситуацию по средним значениям $T_{мзн}$ и $T_{мро}$, то силы ГОР осуществляют перехват нарушителей. Но, как следует из рисунка (заштрихованный участок), могут возникать случаи, когда $T_{мзн} < T_{мро}$, т.е. перехват не состоится.

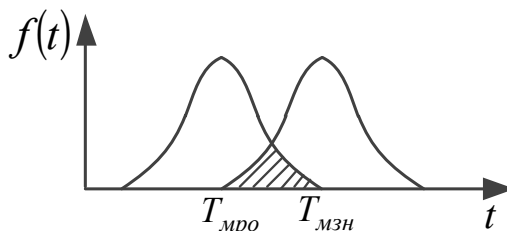


Рис. 2. Представление $T_{мзн}$ и $T_{мро}$ в форме случайных величин

Математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение для ΔT определяются как

$$\Delta T_m = T_{мзн} - T_{мро} \text{ и } \sigma_{\Delta} = \sqrt{\sigma_{зн}^2 + \sigma_{ро}^2}. \quad (11)$$

Следует отметить, что в действительности ΔT может занимать любое положение относительно начала координат, но для конкретной СБ это положение будет тоже конкретным. Исходя из (8), $P_{сргор} = P(\Delta T > 0)$. Следовательно, необходимо найти вероятность попадания ΔT на этот участок.

Для этого произведем замены символов ΔT на X , ΔT_m на m , $f(\Delta T)$ на $f(X)$ и σ_{Δ} на σ . Вероятность попадания случайной величины X , подчиненной нормальному закону с математическим ожиданием m и среднее квадратическим отклонением σ , на участках от α до β производится следующим образом. Используется общая формула

$$P(\alpha < X < \beta) = F(\beta) - F(\alpha), \quad (12)$$

где $F(X)$ – функция распределения величины X .

При нормальном законе распределения

$$F(X) = \int_{-\infty}^x f(x) dx = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}} dx, \quad (13)$$

В интеграле производим замену переменной

$$\frac{x-m}{\sigma} = t, \quad (14)$$

где t – условный символ, а не время.

Тогда формула приводится к виду

$$F(X) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{x-m}{\sigma}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt. \quad (15)$$

Интеграл не выражается через элементарные функции, но его можно вычислить через специальную функцию, выражающую определенный интеграл от выражения $e^{-\frac{t^2}{2}}$ (интеграл вероятностей), для которого составлены таблицы. Существует много разновидностей таких функций, но мы воспользуемся функцией вида

$$\Phi^*(X) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt. \quad (16)$$

Она представляет собой функцию распределения для нормально распределенной случайной величины с параметрами $m=0$, $\sigma=1$ (нормальная функция распределения). Для этой функции составлены таблицы [2-4]. Выразим $F(X)$ с параметрами m и σ через нормальную функцию распределения $\hat{O}^*(X)$.

Очевидно

$$F(X) = \hat{O}^*\left(\frac{x-m}{\sigma}\right). \quad (17)$$

Вероятность попадания случайной величины X на участок от α до β

$$P(\alpha < X < \beta) = \hat{O}^*\left(\frac{\beta-m}{\sigma}\right) - \hat{O}^*\left(\frac{\alpha-m}{\sigma}\right). \quad (18)$$

Как и всякая функция распределения, функция $\hat{O}^*(X)$ обладает следующими свойствами: $\hat{O}^*(-\infty) = 0$, $\hat{O}^*(+\infty) = 1$, $\hat{O}^*(X)$ – неубывающая функция, $\hat{O}^*(-X) = 1 - \hat{O}^*(X)$.

Теперь вернемся к условию $P_{сргор} = P(\Delta T > 0)$, то есть необходимо определить вероятность того, что случайная величина ΔT попадет на весь участок правее нуля. Следовательно, $\alpha = 0$, а $\beta \rightarrow \infty$. Тогда

$$\hat{O}^*\left(\frac{\beta - m}{\sigma}\right) \rightarrow \hat{O}^*(+\infty) = 1$$

и

$$P_{сргор} = 1 - \Phi^*\left(\frac{-\Delta T_{мзн} \Sigma}{\sigma_{зн} \Sigma}\right). \tag{19}$$

Пользуясь формулой (19) и соответствующими таблицами [2, 3], можно определить численное значение $P_{сргор}$.

Теперь мысленно будем помещать начало координат в характерные точки, указанные в табл. 1.

Табл. 1 позволяет ориентировочно определить ожидаемый уровень $P_{сргор}$ уже на этапе нахождения ΔT и σ_{Δ} .

Таблица 1

Начало координат	-3σ	-2σ	-σ	0	σ
$\Delta T_{\text{взн}} \Sigma$	> 0	> 0	> 0	0	< 0
$P_{сргор}$	0,997	0,98	0,84	0,5	0,16

Значения 2σ и 3σ не указаны в таблице, т.к. значения $P_{сргор}$ в этих случаях не удовлетворительны для любой СФЗ.

Учитывая, что $\hat{O}^*(-X) = 1 - \hat{O}^*(X)$, формула (19) преобразуется в

$$P_{сргор} = \Phi^*\left(\frac{\Delta T_{мзн} \Sigma}{\sigma_{зн} \Sigma}\right). \tag{20}$$

Расчет по этой формуле целесообразно вести только для положительных значений $\Delta T_{мзн} \Sigma$, учитывая, что значение $P_{сргор} < 0,5$ не считается удовлетворительным для любой СБ [5].

Таким образом, в работе дано описание информационной модели безопасности объекта при возникновении на нем чрезвычайной ситуации и рассмотрены вероятностно-временные соотношения.

Список литературы

1. Душкин А.В. Методическое обеспечение системы выявления несанкционированных воздействий на информационные телекоммуникационные системы специального назначения в условиях ограничения временного ресурса. Монография. – Воронеж: ВАИУ, 2010. – 192 с.
2. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. – М.: Наука, 1988. – 480 с.
3. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учеб. пособие для студ. вузов. – М.: Высшая школа, 2003. – 405 с.
4. Воронов Е.В., Ланкин О.В., Сумин В.И. Системно-комплексный подход к формированию методологических основ интеллектуальной защиты информации от несанкционированного доступа // Вестник ВГТУ. 2011. №8. С. 174-177.
5. Жилияков Е.Г. Параллельные вычисления приближенных решений интегральных уравнений Фредгольма первого рода / Е.Г. Жилияков, А.И. Скандаков, Ю.А. Калашникова, О.Н. Иванов // Научные ведомости БелГУ. – 2012. – №1. – С. 144-150.

ON INFORMATION SECURITY MODEL OBJECT AT TAMPERING

D.B. DESYATOV
A.V. DUSHKIN
V.S. ZARUBIN
V.P. IRKHIN
V.I. NOVOSELTSEV
YU.V. SHCHERBAKOVA

*Voronezh Institute
of the Russian Federal
Penitentiary*

*e-mail:
a_dushkin@mail.ru*

We justify the method for evaluating the effectiveness of the security system of the object based on one of its parameters – the probability of asset protection from unauthorized cheaters.

Keywords: security system, the offender, the effectiveness.

МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ДИНАМИКИ ПРОЦЕССА ФЛЕГМАТИЗАЦИИ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Д.Б. ДЕСЯТОВ
А.Н. ЛУКИН
О.Е. РАБОТКИНА
Е.Г. СПИРИДОНОВ
С.Н. ТРОСТЯНСКИЙ
В.И. ФЕДЯНИН

*Воронежский институт
 Федеральной службы
 исполнения наказаний
 России*

*e-mail:
 a_dushkin@mail.ru*

Существует подход описания процесса флегматизации резервуара с остатками горючей жидкости дифференциальными уравнениями баланса массы для углеводородов, флегматизатора и кислорода. Эти уравнения будут представлять систему дифференциальных уравнений материального баланса процесса флегматизации резервуара с остатками углеводородных жидкостей. Предположим, что процесс флегматизации, представляет собой процесс, в котором при подаче инертного газа с расходом q происходит интенсивное перемешивание паров нефтепродукта, кислорода и инертного газа, и выброс парогазовоздушной смеси из объема резервуара. Процесс перемешивания паровоздушной смеси и газа преобладает над процессом вытеснения. Подача инертного газа происходит достаточно интенсивно, упругость паров нефтепродукта большая, что обуславливает постоянный поток массы в направлении, перпендикулярном площади испарения.

Ключевые слова: флегматизация, материальный баланс, многокомпонентные углеводороды, резервуар.

Существует подход описания процесса флегматизации резервуара с остатками горючей жидкости дифференциальными уравнениями баланса массы для углеводородов, флегматизатора и кислорода. Эти уравнения будут представлять систему дифференциальных уравнений материального баланса процесса флегматизации резервуара с остатками углеводородных жидкостей:

$$\begin{cases} Vd\varphi_n + q\varphi_n\tau = Wd\tau \\ Vd\varphi_\phi + q\varphi_\phi d\tau = q\varphi_\phi^n d\tau \\ 0,21(1 - \varphi_n - \varphi_\phi) = \varphi_i \end{cases} \quad (1)$$

Предположим, что процесс флегматизации, описанный данной системой (1), представляет собой процесс, в котором при подаче инертного газа с расходом q происходит интенсивное перемешивание паров нефтепродукта, кислорода и инертного газа и выброс парогазовоздушной смеси из объема резервуара. Процесс перемешивания паровоздушной смеси и газа преобладает над процессом вытеснения. Подача инертного газа происходит достаточно интенсивно, упругость паров нефтепродукта большая, что обуславливает постоянный поток массы в направлении, перпендикулярном площади испарения.

Решение уравнения материального баланса для паров углеводорода.

Продифференцируем уравнение (2) материального баланса для углеводородов по $d\tau$ и преобразуем:

$$Vd\varphi_i + q\varphi_i\tau = Wd\tau, \quad (2)$$

где V – объем резервуара; φ_n – концентрация нефтепродукта; τ – время; W – интенсивность испарения.

$$V \frac{d\varphi_n}{d\tau} + q\varphi_n = W, \quad (3)$$

$$\frac{d\varphi_n}{d\tau} + \frac{q\varphi_n}{V} = \frac{W}{V}, \quad (4)$$

$$\frac{d\varphi_n}{d\tau} = \frac{W}{V} - \frac{q\varphi_n}{V}, \quad (5)$$

$$\frac{d\varphi_n}{d\tau} = \frac{1}{V}(W - q\varphi_n). \quad (6)$$

Решение уравнений материального баланса для флегматизатора и кислорода.

Преобразуем уравнение материального баланса для газообразного флегматизатора:

$$Vd\varphi_{\phi} + q\varphi_{\phi}d\tau = q\varphi_{\phi}^n d\tau, \quad (7)$$

где φ_{ϕ} – текущее значение концентрации флегматизатора; φ_{ϕ}^n – концентрация флегматизатора на притоке.

$$\frac{Vd\varphi_{\phi}}{d\tau} + q\varphi_{\phi} = q\varphi_{\phi}^n \quad (8)$$

$$\frac{d\varphi_{\phi}}{d\tau} + \frac{q\varphi_{\phi}}{V} = \frac{q\varphi_{\phi}^n}{V} \quad (9)$$

$$\frac{d\varphi_{\phi}}{d\tau} = \frac{1}{V}(q\varphi_{\phi}^n - q\varphi_{\phi}) \quad (10)$$

$$\frac{d\varphi_{\phi}}{d\tau} = \frac{q}{V}(\varphi_{\phi}^n - \varphi_{\phi}) \quad (11)$$

Тогда уравнение материального баланса по кислороду примет вид:

$$\varphi_{\phi} = 0,21(\varphi_{\phi}^n - \varphi_i - \varphi_{\phi}). \quad (12)$$

Решение уравнений материального баланса для многокомпонентных углеводородов.

Для многокомпонентных углеводородов (бензин, дизельное топливо, керосин, нефть) согласно исследованиям, проведенным В.П. Назаровым, интенсивность испарения W величина не постоянная, она изменяется согласно:

$$W = W_0 \cdot e^{-at} d\tau.$$

Интенсивность испарения W уменьшается вследствие того, что многокомпонентный нефтепродукт сначала теряет наиболее быстро движущиеся молекулы, вследствие чего средняя кинетическая энергия оставшихся молекул уменьшается и понижается температура жидкости, что тормозит процесс массообмена [2].

Характерной для многокомпонентных нефтепродуктов особенностью процесса испарения является появление новой тормозящей силы, которая обуславливается изменением свойств нефтепродуктов.

Следовательно, для многокомпонентных углеводородов можно составить следующую систему дифференциальных уравнений материального баланса:

$$\begin{cases} \frac{d\varphi_n}{d\tau} = \frac{1}{V} \cdot (W_0 e^{-at} - q\varphi_n) \\ \frac{d\varphi_{\phi}}{d\tau} = \frac{q}{V} \cdot (\varphi_{\phi}^n - \varphi_{\phi}) \\ \varphi_{\kappa} = 0,21 \cdot (\varphi_{\phi}^n - \varphi_n - \varphi_{\phi}) \end{cases} \quad (13)$$

При наличии в резервуаре остатков индивидуальной жидкости, свойства которой не изменяются при ее частичном испарении, выполняется следующее условие: $W = W_0$, т.е. при условии постоянства интенсивности испарения. Следовательно, можно записать преобразованную систему дифференциальных уравнений для однокомпонентных жидкостей [3-4]:

$$\begin{cases} \frac{d\varphi_n}{d\tau} = \frac{1}{V} \cdot (W_0 - q\varphi_n) \\ \frac{d\varphi_{\phi}}{d\tau} = \frac{q}{V} \cdot (\varphi_{\phi}^n - \varphi_{\phi}) \\ \varphi_{\kappa} = 0,21 \cdot (\varphi_{\phi}^n - \varphi_n - \varphi_{\phi}) \end{cases} \quad (14)$$

Вводим обозначения:

$$\frac{W_0}{V} = a; \quad \frac{q}{V} = b; \quad \varphi_n = y; \quad \varphi_{\phi} = x; \quad \tau = t - \text{время}; \quad \varphi_{\phi}^n = y^*; \quad \varphi_{\kappa} = z;$$

δ_0 – начальное значение φ_i при $t = 0$; y_0 – начальное значение φ_{ϕ} при $t = 0$.

Система уравнений (13) принимает вид:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = a \cdot e^{-at} - b \cdot x \\ \frac{dy}{dt} = b(y^* - y) \\ z = 0,21(y^* - x - y) \end{cases} \quad (15)$$

Интегрируем уравнение (15).

Решение ищем в виде $x = e^{-at} \cdot \vartheta$. Тогда:

$$\frac{dx}{dt} = -a \cdot e^{-at} \cdot \vartheta + e^{-at} \cdot \frac{d\vartheta}{dt} \quad (16)$$

Подставляя (16) в (15), получим:

$$-a \cdot e^{-at} \cdot \vartheta + e^{-at} \cdot \frac{d\vartheta}{dt} = a \cdot e^{-at} - b \cdot e^{-at} \cdot \vartheta \quad (17)$$

После сокращения на e^{-at} найдем:

$$-a \cdot \vartheta + \frac{d\vartheta}{dt} = a - b \cdot \vartheta \quad (18)$$

или

$$\frac{d\vartheta}{dt} = a - (b-a) \cdot \vartheta \quad (19)$$

После разделения переменных:

$$\frac{d\vartheta}{a - (b-a) \cdot \vartheta} = dt \quad (20)$$

Интегрирование:

$$\int_{\vartheta_0}^{\vartheta} \frac{d\vartheta}{a - (b-a) \cdot \vartheta} = \int_0^t dt, \quad (21)$$

$$\ln \frac{a - (b-a) \cdot \vartheta}{a - (b-a) \cdot \vartheta_0} = -(b-a) \cdot t \quad (22)$$

Отсюда после преобразований:

$$\vartheta = \frac{a}{b-a} - \left(\frac{a}{b-a} - \vartheta_0 \right) \cdot e^{-(b-a)t} \quad (23)$$

При $x = e^{-at} \cdot \vartheta$; $t = 0$; $x = x_0$; $\vartheta = \vartheta_0$ $x_0 = e^{-a \cdot 0} \cdot \vartheta_0 = 1 \cdot \vartheta_0$

После подстановки $\vartheta_0 = x_0$ и преобразований окончательно находим:

$$x = \left(x_0 - \frac{a}{b-a} \right) \cdot e^{-bt} + \frac{a}{b-a} \cdot e^{-at} \quad (24)$$

Или в исходных обозначениях:

$$\varphi_n = \left(\varphi_n^0 - \frac{W_0/V}{q/V - a} \right) \cdot e^{\frac{q}{v}\tau} + \frac{W_0/V}{q/V - a} \cdot e^{-a\tau} \quad (25)$$

Это можно записать так:

$$\varphi_n = \left(\varphi_n^0 - \frac{W_0}{q - a \cdot V} \right) \cdot e^{\frac{q}{v}\tau} + \frac{W_0}{q - a \cdot V} \cdot e^{-a\tau}, \quad (26)$$

где φ_i^0 - начальное значение φ_i при $\tau = 0$.

Интегрируем уравнение (26):

$$\frac{dy}{dt} = b \cdot (y^* - y) \quad (27)$$

Разделяем переменные:

$$\int_{y_0}^y \frac{dy}{y^* - y} = \int_0^t b \cdot dt \quad (28)$$

$$\lambda n \frac{y^* - y}{y^* - y_0} = -b \cdot t. \quad (29)$$

Отсюда:

$$y = y^* - (y^* - y_0) \cdot e^{-bt}. \quad (30)$$

Или в исходных обозначениях:

$$\varphi_\phi = \varphi_\phi^n - (\varphi_\phi^n - \varphi_\phi^0) \cdot e^{-\frac{q}{V}\tau}, \quad (31)$$

где φ_ϕ^i – начальное значение φ_ϕ при $\tau = 0$.

Значение φ_ε находим из формулы (12) в исходных обозначениях:

$$\varphi_\kappa = 0,21(\varphi_\phi^n - \varphi_n - \varphi_\phi). \quad (32)$$

Подставляем в (32) φ_n из формулы (25) и φ_ϕ из формулы (31); получаем решение второй системы при $a = 0$:

$$\varphi_n = \left(\varphi_n^0 - \frac{W_0}{q - 0 \cdot V} \right) \cdot e^{-\frac{q}{V}\tau} + \frac{W_0}{q - 0 \cdot V} \cdot e^{-a\tau}, \quad (33)$$

$$\varphi_n = \left(\varphi_n^0 - \frac{W_0}{q} \right) \cdot e^{-\frac{q}{V}\tau} + \frac{W_0}{q} \cdot 1, \quad (34)$$

т.к. при $a = 0$ $e^{-\frac{q}{V}\tau} = 1$.

В результате решения данных систем дифференциальных уравнений была получена теоретическая модель процесса флегматизации.

Расчет интенсивности испарения нефтепродукта.

Для вычисления интенсивности испарения W , входящей в полученные уравнения, используется критериальное уравнение:

$$W_0 = 150 \cdot \rho \cdot \nu \cdot F_{исп} \cdot \left(\frac{F_{ок}}{V_{св}} \right) \cdot Re^{0,8} \cdot Pr_{д} \cdot \pi g \cdot \mu^{0,8} \cdot \theta \cdot \left(\frac{h}{d} \right)^{0,8}, \quad (35)$$

где ρ – плотность инертного газа; ν – кинематическая вязкость инертного газа; $F_{исп}$ – площадь испарения нефтепродукта; $F_{ок}$ – площадь ограждающих конструкций; $V_{св}$ – свободный объем резервуара; Re – аналог числа Рейнольдса; $Pr_{д}$ – число Прандтля; πg – давление насыщенных паров; μ – относительная молекулярная масса; θ – температурный фактор; h – длина резервуара; d – диаметр резервуара.

$$Re = \frac{A}{3600 \cdot V}, \quad (36)$$

где A – коэффициент турбулентного обмена, равный:

$$A = \frac{0,25 \cdot q}{(2 \cdot V_{он} \cdot F_{np}^2)^{0,33}} \cdot \left(\frac{V_{он}}{F_{ок}} \right)^{1,33}, \quad (37)$$

где q – расход инертного газа; F_{np} – площадь приточного отверстия; $V_{он}$ – объем газового пространства резервуара.

$$Pr_{д} = \frac{\nu}{D_0} \left(\frac{273}{T_z} \right)^2, \quad (38)$$

где D_0 – коэффициент диффузии; T_z – температура газа.

$$\pi g = 0,57 \cdot \exp[0,034(T_{ин} - T_{нк})], \quad (39)$$

где $T_{ин}$ – температура нефтепродукта; $T_{нк}$ – температура начала кипения.

$$\mu = 1,55 + 0,0207(T_{нк} - 293), \quad (40)$$

$$\theta = 1,67 + \frac{T_z}{93,6}. \quad (41)$$

Для многокомпонентного нефтепродукта коэффициент, характеризующий скорость изменения интенсивности испарения α в процессе флегматизации, принимался:

$$\alpha = 0,00173 \cdot (T_{кк} - T_{нк}) \cdot \frac{W_0 m_T}{m_0}, \quad (42)$$

где $T_{кк}$ и $T_{нк}$ – соответственно температуры конца и начала кипения нефтепродукта; W_o – интенсивность испарения; m_T – остаток нефтепродукта при определении фракционного состава; m_o – масса нефтепродукта до начала продувки.

В случае однокомпонентного нефтепродукта $\alpha = 0$.

Также использовалась формула:

$$W_{ин} = F_u P_s M (0,734 + 1,637\omega) \cdot 10^{-9}, \quad (43)$$

где $W_{ин}$ – интенсивность испарения; M – молекулярная масса; ω – подвижность среды над зеркалом испарения; P_s – давление насыщенных паров; F_u – площадь испарения.

И формула:

$$W_u = 10^{-6} \cdot \sqrt{M} \cdot \eta \cdot P_s \cdot F_{зп}, \quad (44)$$

где W_u – интенсивность испарения; M – молекулярная масса; η – подвижность среды над зеркалом испарения; P_s – давление насыщенных паров; $F_{зп}$ – площадь испарения.

Для вычисления P_s в формулах (43) и (44) использовалось уравнение Антуана:

$$\lg P_s = A - \frac{B}{C_A + t_n}, \quad (45)$$

где A, B, C_A – константы уравнения Антуана; t_n – температура жидкости.

Также использовалась эмпирическая формула:

$$P_s = \frac{\exp[6,908 + 0,0433 \cdot (t_n - 0,924 \cdot t_B + 2,055)]}{1047 + 7,48 \cdot t_B}, \quad (46)$$

где t_B – температура вспышки нефтепродукта, °C.

Анализ модели процесса флегматизации, составленной по уравнениям материального баланса.

Адекватность представленной теоретической модели процесса флегматизации проверялась сопоставлением полученной теоретической функции $\varphi_{н/н} = f(\tau)$ с результатами экспериментальных измерений по критерию Вилкоксона. Можно сделать вывод, что данная модель адекватна практическим результатам с доверительной вероятностью, равной 0,95.

Недостатком рассмотренной модели процесса флегматизации топливного резервуара является возможность ее применения при условии опорожненности резервуара.

Кроме того, с помощью данной модели возможно определить лишь среднее значение окислителя, содержащегося в резервуаре.

При обеспечении взрывобезопасности топливозаправщиков способом флегматизации в мирное и военное время необходимо знать процентное содержание кислорода в каждой точке свободного пространства резервуара. Это позволит проводить продувку цистерны топливозаправщика до достижения уровня МВСК лишь в локальных участках проведения сварочных работ. Такой подход позволяет существенно сократить сроки продувки резервуара и количество подаваемого инертного газа. Кроме того, при достижении уровня МВСК в точках возможного термического воздействия на резервуар его взрывобезопасность будет обеспечена при любом значении концентрации паров топлива. Это в свою очередь позволяет проводить продувку резервуара без предварительного слива взрывоопасных жидкостей, что является особенно актуальным при выполнении процесса флегматизации емкостей автомобилей подразделений силовых ведомств для хранения и транспортирования топлива в процессе ведения контртеррористических операций.

Проведенные теоретические исследования кинетики процесса наполнения свободного пространства горизонтального топливного резервуара инертным газом, свойств инертных газов и способов продувки ими резервуаров позволяют рассматривать процесс флегматизации как совокупность процессов диффузии и конвективного переноса. В зависимости от физических свойств инертного газа и интенсивности его поступления в резервуар в процессе флегматизации преобладает либо процесс перемешивания, либо процесс вытеснения.

Результатом исследования процесса замещения свободного пространства горизонтального топливного резервуара инертным газом является разработка функциональной схемы математического моделирования процесса флегматизации. Верхняя часть схемы включает исследование вопроса поступления газообразного азота и диоксида углерода в

свободный объем резервуара при различных значениях расхода инертного газа и уровня топлива в резервуаре. Нижняя часть включает аналитическое моделирование процесса флегматизации для случаев преобладающего вытеснения и смешивания. В качестве центрального элемента схемы выступает непосредственно расчет времени процесса флегматизации, объединяющий своей методикой все представленные аспекты.

Список литературы

1. Гришаев М. Е. Спиридонов Е. Г. Обеспечение взрывобезопасности топливозаправщиков способом флегматизации // Современ. методы подгот. специал. и совершенств. систем наземн. обеспеч. авиации: Матер. межвуз. научно-практ. конф. – Воронеж: ВВВАИУ, 2005. – Ч. 2. – С. 299-303.
2. Спиридонов Е. Г. Гришаев М. Е., Уравнение процесса флегматизации свободного пространства горизонтального резервуара для хранения и транспортирования нефтепродуктов // Совершенствование наземного обеспечения авиации и современные аспекты РЭБ в тренажерах и тренажных системах: сб. материалов 5 всероссийской научно-практ. конф. – Воронеж: ВВВАИУ, 2006. – С. 35-37.
3. Жилияков Е.Г. Параллельные вычисления приближенных решений интегральных уравнений Фредгольма первого рода / Е.Г. Жилияков, А.И. Скандаков, Ю.А. Калашникова, О.Н. Иванов // Научные ведомости БелГУ. – 2012. – №1. – С. 144-150.
4. Воронов Е.В., Ланкин О.В., Сумин В.И. Системно-комплексный подход к формированию методологических основ интеллектуальной защиты информации от несанкционированного доступа // Вестник ВГТУ. – 2011. – №8. – С. 174-177.

MODEL OF THE INFORMATION SYSTEM ANALYSIS DYNAMIC PROCESS TO REDUCE DESENSITIZATION FIREFIGHTING OIL

D.B. DESYATOV
A.N. LUKIN
O.YE. RABOTKINA
YE.G. SPIRIDONOV
S.N. TROSTYANSKIY
V.I. FEDYANIN

*Voronezh Institute
of the Russian Federal
Penitentiary*

*e-mail:
a_dushkin@mail.ru*

There is a description of the desensitization approach the tank with the remains of a combustible liquid differential equations of mass balance for hydrocarbons, and oxygen phlegmatizer. These equations represent a system of differential equations of material balance reservoir desensitization process with the remnants of hydrocarbon liquids. Suppose that the process of desensitization, is a process in which the feeding of inert gas at a flow rate q is an intensive mixing of oil vapor, oxygen and an inert gas, and release parogazovozdushnoy mixture of tank volume. The mixing process of steam-air mixture and gas dominates over the process of repression. Inert gas is quite intensive, large petroleum vapor, which causes a constant mass flow in the direction perpendicular to the evaporation area.

Keywords: desensitization, material balance, multicomponent hydrocarbon reservoir.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ДИАГНОСТИЧЕСКИ-ЛЕЧЕБНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

**А.И. ПОВОРОЗНИЮК
О.А. ПОВОРОЗНИЮК
М.В. БУРЦЕВ**

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина

*e-mail:
perederiy@mail.ru
thur@insart.com*

Представлены результаты применения информационных технологий при разработке компьютерных систем поддержки принятия решений при проведении диагностически-лечебных мероприятий на следующих этапах преобразования информации: формирование множества диагностических признаков, включая анализ биосигналов и медицинских изображений; синтез моделей объектов диагностики и решающих правил на этих моделях; формирование комплекса лекарственных препаратов при многокритериальной оценке его компонент.

Ключевые слова: компьютерная система, диагностический признак, биосигнал, медицинское изображение, модель, объект диагностики, решающее правило, лекарственный препарат.

Постановка проблемы и анализ литературы

Комплекс диагностически-лечебных мероприятий состоит из двух взаимосвязанных этапов: диагностики заболеваний и лечения выявленных патологий, причем после диагностики и назначения лечебных процедур необходим мониторинг текущего состояния пациента с целью оценки эффективности процесса лечения и, при необходимости, его коррекции. Для лечения того или иного заболевания необходимо оказание определенных воздействий на организм. Для подавляющего множества патологий в различных областях медицины данные воздействия выполняются медикаментозным путем. На каждом из отмеченных этапов врач как лицо принимающее решение (ЛПР) вырабатывает управленческое решение в условиях дефицита исходных данных и существенной априорной неопределенности, основываясь на своей квалификации, опыте и интуиции. При этом принятие неправильного решения как на этапе диагностики, так и на этапе лечения может иметь катастрофические последствия для здоровья пациента.

В настоящее время наблюдается переход от традиционных медицинских информационно-поисковых систем к интеллектуальным компьютерным системам поддержки принятия решений в медицине (ИКСППМ) с развитым математическим аппаратом и элементами экспертных систем. Разработчики ИКСППМ отмечают следующие актуальные оптимизационные задачи, которые требуют первоочередного решения [1, 6]:

- выделения диагностически-значимых структурных элементов на фоне артефактов и помех (структурная идентификация) при анализе биологических сигналов и медицинских изображений;
- формализация, оценка информативности и формирование минимально необходимого множества информативных признаков;
- синтез решающего правила (РП), согласно которому выполняется процесс диагностики пациентов.

При наличии широкого спектра компьютерных диагностических систем в разных предметных областях медицины [6], информатизация этапа формирования комплекса лекарственных препаратов (КЛП) ограничивается медицинскими справочниками фармацевта, в том числе в виде информационно-поисковых систем [5], которые представляют врачу структурированный список (классы, подклассы и т.д.) лекарственных препаратов (ЛП) и текстовое описание их свойств.

Диагностика заболеваний рассматривается как задача классификации состояния пациента при анализе вектора диагностических признаков X_i , причем развернутый диагноз i -го пациента D_i может включать несколько заболеваний.

При таком подходе минимизируется риск неправильной постановки диагноза без учета этапа лечебных мероприятий, поэтому актуальной является задача минимизации риска неправильных медицинских мероприятий (врачебной ошибки) при комплексной оценке всех этапов лечебно-диагностического процесса.

Цель работы

Целью работы является формализации этапов преобразования информации и обоснования информационных технологий реализации отмеченных этапов на основе их комплексной оценки с целью повышения эффективности проведения диагностически-лечебных мероприятий и минимизации риска врачебных ошибок.

Формализация и информационные технологии реализации этапов преобразования информации

Учитывая отмеченные выше оптимизационные задачи при построении ИКСППМ, разнородность диагностических признаков, итерационную процедуру постановки диагноза и необходимость учета экспертных оценок при формировании диагностического вывода в [6], формализованы следующие этапы преобразования информации в ИКСППМ:

– структурная идентификация биологических квазипериодических сигналов (БКС), которые отражают циклические процессы в организме – электрокардиограмма (ЭКГ), реограмма (РГ) и др. $F1: x(t) \rightarrow X$ и медицинских изображений внутренних органов (МИ) – томограмма, рентгенограмма, УЗИ $F2: x(j,k) \rightarrow X$;

– формализация описания разнородных диагностических признаков и синтез иерархических структур диагностируемых состояний $F3: D \rightarrow S_D$ и диагностических признаков $F4: X \rightarrow S_z$;

– синтез диагностических РП при взаимодействии S_D и S_z $F5: X_i \rightarrow D_i$ (здесь и далее индекс i означает значение показателя у i -го пациента);

– рекомендации по выбору оптимальной методики лечения, которые в случае медикаментозного лечения формализуются как задача формирования КЛП (вектор Y_i) $F6: D_i \rightarrow Y_i$. Таким образом при медикаментозном лечении каждому диагнозу D_i ставится в соответствие множество необходимых фармакологических действий ($\Phi Д$) f_{D_i} . Фармакологическое действие — это влияние активных компонент лекарственных препаратов на отдельные органы человека и организм в целом. С каждым диагнозом может быть связано некоторое число необходимых $\Phi Д$, и для некоторых диагнозов эти множества необходимых $\Phi Д$ могут пересекаться. На основании f_{D_i} формируется КЛП Y_i с учетом непереносимости i -го пациента к отдельным препаратам, несовместимости препаратов, многокритериального сравнения препаратов-аналогов [7], поэтому F6 состоит из этапов

$F6_1: D_i \rightarrow f_{D_i}$ и $F6_2: f_{D_i} \rightarrow Y_i$.

На каждом из отмеченных этапов решается локальная оптимизационная задача, для которой используется свой набор исходных данных, свой критерий оптимальности и алгоритм оптимизационной процедуры.

В результате преобразований F1 и F2 выполняется сегментация сигнала $x(t)$ или двумерного изображения $x(j,k)$ с целью выделения информативных структурных элементов, параметры которых являются диагностическими признаками (компонентами X). Этап выделения информативных структурных элементов БКС является наиболее ответственным и трудоемким этапом их обработки, так как ошибки структурной идентификации (пропуск структурного элемента или ложная идентификация) приводят к грубым ошибкам вычисления диагностических показателей и ошибкам компьютерного диагноза (если не предусмотрены специальные средства выявления указанного типа ошибок, в частности, отказ от обработки «подозрительного» периода или подтверждение человека-оператора правильности структурной идентификации).

Сложность идентификации состоит в том, что амплитудные и временные характеристики структурных элементов содержат информацию о работе диагностируемых подсистем организма и подвержены вариабельности в широком диапазоне, кроме того, эти сигналы могут содержать артефакты (резкое изменение некоторых характеристик в отдельных периодах) и снимаются на фоне помех. Традиционные методы обработки БКС во временной области (контурный анализ) являются по сути эвристическими, с трудом адаптируются к другим типам сигналов и не удовлетворяют возрастающим требованиям к качеству структурной идентификации.

На этапе выделения информативных структурных элементов БКС строится модель эталона каждого типа структурного элемента на основе методологии и вычислительных процедур неточечного преобразования Хока фрагмента БКС из временной области $x(t)$ в пространство параметров $Y(P)$ [6].

При сканировании сигнала с апертурой эталона сравнение текущего фрагмента БКС с эталоном выполняется в пространстве $Y(P)$ с учетом априорной информации о структуре БКС (применение адаптивной временной маски). Адаптация метода на этапе анализа медицинских изображений (преобразование F_2) заключается в построении двумерного эталона при использовании пространственной развертки.

Синтез S_D – бинарного дерева решений – выполняется процедурой иерархической кластеризации множества диагностируемых состояний D по критерию минимума ошибки кластеризации в пространстве признаков X (преобразование F_3). Как следствие, в ходе такого процесса образуется бинарное дерево, корнем которого является полное множество диагнозов $\{D_i\}_n$ в заданной предметной области, в ветвях располагаются кластеры диагнозов, близко расположенных друг к другу, а листьями – отдельные диагнозы. Процесс диагностики – движение по дереву решений, в каждой k -й вершине которого выполняется дифференциальная диагностика состояний D_q и D_l путем вычисления решающего правила (РП) и принятие решения в пользу D_q или D_l . Возникающие при этом риски неправильного принятия решения на этапе диагностики (α – ложная тревога и β – пропуск цели) определяются расположением эллипсоидов рассеивания объектов обучающей выборки в признаковом пространстве без учета их влияния на этап выбора необходимых фармакологических действий и последующего назначения терапевтического комплекса.

Для минимизации риска неправильных медицинских мероприятий, которые возникают вследствие ошибочной диагностики, необходимо найти зависимость между ошибкой диагностики (D_q вместо D_l) и последствий от ошибки при назначении КЛП (Y_q вместо Y_l). Так как КЛП должен обеспечить множество необходимых фармакологических действий $Y_q \rightarrow f_{D_q}$, а $Y_l \rightarrow f_{D_l}$, то риск в конечном итоге определяется расхождением компонентов множеств f_{D_q} и f_{D_l} , и для его минимизации выполняется переход от традиционного пространства признаков X в пространство фармакологических действий F .

Для заданной предметной области, характеризующейся n -диагнозами можно сформировать перечень ФД размерностью g и, как следствие, можно построить g -мерное пространство. Так как ФД $f_m \in F$ являются бинарными величинами (0 – отсутствует, 1 – присутствует), то каждое диагностируемое состояние D_i располагается в i -й вершине единичного гиперкуба размерности g .

Для кластеризации диагностируемых состояний $\{D_i\}_n$ в пространстве F выбирается метрика в виде взвешенного расстояния Хемминга:

$$r(D_i, D_j) = \sum_{k=1}^g \omega_{ij} |f_{ki} - f_{kj}|, \quad (1)$$

где $f_{ki}, f_{kj} \in \{0,1\}$, g – размерность пространства фармакологических действий, ω_{ij} – экспертные оценки негативных последствий отдельных компонент f_m .

Таким образом, рассматривая диагнозы $\{D_i\}_n$ в пространстве F , строится полностью связанный граф, вершинами которого являются диагностируемые состояния D_i , а весами дуг являются расстояния между диагнозами $r(D_i, D_j)$, полученные по (1). Применение иерархической кластеризации по критерию минимума суммарной связи (минимальный разрез) в пространстве F для синтеза дерева решений S_D обеспечивает минимум риска принятия решений при комплексной оценке лечебно-диагностических мероприятий.

Синтез S_z выполняется в результате преобразования F_4 , которое состоит из этапов: $F_{4_1} : X \rightarrow S_x, F_{4_2} : S_x \rightarrow S_y, F_{4_3} : S_y \rightarrow S_z$.

Преобразование F_{4_1} удовлетворяет критериям минимума корреляционной связи, и для его реализации в [6] предложена процедура иерархической кластеризации, основанная на представлении задачи кластеризации в виде потоковой модели. При этом ис-

ходные признаки представляются вершинами полносвязного графа, а дугам такого графа приписываются некоторые численные данные (k_{ij} – коэффициент парной корреляции, хотя возможно применение других статистических мер связи). Тогда задача иерархической кластеризации вершин сводится к последовательной процедуре поиска минимального разреза графа в потоковой задаче с ограничениями, для решения которой предлагается адаптация алгоритма «дефекта» [8]. В потоковых задачах с ограничениями каждая дуга V_{ij} характеризуется следующими параметрами: f_{ij} – поток по дуге; L_{ij} – нижняя пропускная способность дуги; U_{ij} – верхняя пропускная способность дуги; C_{ij} – стоимость прохождения единицы потока по дуге.

Для рассматриваемой задачи кластеризации диагностических признаков $L_{ij} = 0$, $U_{ij} = k_{ij}$. Значение C_{ij} при отсутствии априорной информации принимается равным 1 для всех дуг, а при ее наличии устанавливаются с помощью экспертных оценок, т.е. $C_{ij} = E_{ij}$, $E_{ij} < 1$ для тех вершин, которые соответствуют признакам, входящим в симптомокомплекс одного заболевания. Значения потоков f_{ij} определяются после завершения работы алгоритма «дефекта», для которого необходимо задать начальную и конечную вершины (исток s и сток t).

Задание s и t выполняется на основе оценочной кластеризации вершин по методу корреляционных плеяд, при котором исходное множество вершин N распадается на два непересекающихся подмножества N_s и N_t , после чего в каждом из них определяется наиболее

связанная с остальными вершина ($s \in N_s$ и $t \in N_t$), удовлетворяющая условию
$$N_i = \max_i \sum_j C_{ij},$$
 причем $s = N_i \forall V_{ij} \in N_s$ и $t = N_i \forall V_{ij} \in N_t$. После определения потоков на всех дугах определяется минимальный разрез графа R , для которого справедливы соотношения

$$\begin{aligned} f_{ij} &= U_{ij} \quad \forall V_{ij} \in (N_s, N_t), \\ f_{ij} &= 0 \quad \forall V_{ij} \in (N_t, N_s). \end{aligned} \quad (2)$$

Минимальный разрез разделяет все вершины графа на два непересекающихся множества (N_s , включающее начальную вершину s и N_t , включающее конечную вершину t) таким образом, что потоки насыщают все прямые дуги разреза и нулевые на всех обратных дугах разреза (2). В результате иерархической кластеризации синтезируется иерархическая структура S_x , на нижнем уровне иерархии которой могут быть как отдельные диагностические признаки (если они информативны и независимы), так и кластеры коррелированных признаков, а также схема объединения кластеров на остальных уровнях.

Преобразование $F4_2$ обеспечивает максимум информативности признакового пространства при ограниченной обучающей выборке, выполняется по критерию минимума интегральной неопределенности ϵ_k , которая включает ϵ_Δ – неопределенность квантования числовых признаков и ϵ_σ – неопределенность, обусловленную ограниченностью обучающей выборки. ϵ_k возникает при разбивке динамического диапазона изменения значений числового признака Δ на m неравномерных диагностически-значимых интервалов Δ_k и построении соответствующих гистограмм. В [6] получено выражение оценки ϵ_k и итерационная процедура формирования Δ_k , при которой минимизируется ϵ_k .

Целью преобразования $F4_3$ является согласование топологий S_z и S_D для реализации диагностического РП и обеспечения оптимального плана обследования конкретного пациента. При этом каждой паре элементов S_D , имеющей общего родителя, ставится в соответствие один элемент структуры S_z . Элементы структуры S_z формируются из элементов структуры S_y с учетом их информационной полноты:

$$k_{\text{ин}}(x_j, D) = I_D(x_j) / H(D),$$

где $I_D(x_j)$ – информативность признака x_j относительно состояний D ; $H(D)$ – энтропия D , и диагностической ценности:

$$k_{\text{дн}}(x_j, D) = k_{\text{ин}}(x_j, D) / r_i(x_j),$$

где $r_i(x_j)$ – суммарная оценка сложности измерения признака x_j .

Для реализации комбинированного РП (преобразование $F5$) в работе реализуется метод синтеза уточняющего диагноза [6], который является модификацией метода по-

следовательного анализа (метода Вальда) и основан на анализе взаимодействия иерархических структур диагностических признаков S_z и диагностируемых состояний S_D . На каждом i -м этапе последовательного анализа при дифференциальной диагностике между двумя диагнозами D_q и D_l вычисляется отношение правдоподобия

$$\Theta = \prod_i \frac{E_{ikq} P(x_{ik} / D_q)}{E_{ikl} P(x_{ik} / D_l)}, \quad (3)$$

которое сравнивается с порогами

$$\Theta > A, \quad \Theta < B, \quad (4)$$

где A и B – верхняя и нижняя границы неопределенности, необходимые для принятия решения.

При выполнении одного из условий (4) принимается решение о диагнозе D_q или D_l соответственно и выполняется переход на более низкий уровень иерархии диагнозов с целью уточнения диагноза. При невыполнении обеих неравенств (4) добавляется следующий $i + 1$ признак, и процедура повторяется. Для реализации комбинированного решающего правила в выражении (3) учитывается неопределенность оценок условных вероятностей, кроме того, условные вероятности взвешиваются системой экспертных оценок о структуре симптомокомплексов E_{ikq} и E_{ikl} , методика расчетов которых приводится в [3, 6].

Как отмечалось ранее, преобразование $F6$ состоит из этапов $F6_1 : D_i \rightarrow f_{D_i}$ и $F6_2 : f_{D_i} \rightarrow Y_i$. В результате $F6_1$ формируется множество необходимых фармакологических действий f_{D_i} , которые направлены как на подавление причин заболеваний (антивирусные, антибактериальные и др. действия), так и на подавление симптомов (жаропонижающие, нормализация давления, сердечного ритма и т.д.).

Преобразование $F6_2$ решает задачу формирования КЛП (вектор Y_i) с учетом f_{D_i} и индивидуальных особенностей i -го пациента. В формализованном виде указанная задача является задачей формирования множества лекарственных препаратов (ЛП) $Y_i = \{y_1, \dots, y_n\}$, которые обеспечивают процесс выздоровления i -го пациента (переход из состояния D_i в состояние D_0 – практически здоров) при оптимизации интегрального критерия качества процесса реабилитации $Q = \min(t, C, \alpha, \beta)$, где t – время процесса реабилитации; C – стоимость процесса реабилитации; α, β – риски негативных последствий применения ЛП во время процесса лечения и в послереабилитационный период.

На основании f_{D_i} формируется множество применяемых ЛП в заданной области медицины $Y_0 = \{y_1, \dots, y_n\}$. Так как каждый лекарственный препарат y_i характеризуется вектором фармакологических действий $F_{yi} = \{f_1, \dots, f_{m_i}\}$, то в Y_0 включаются все препараты y_k , для которых $F_{yi} \in F_D$. Фармакологическое действие обеспечивается одним или несколькими активными веществами (в данном случае имеем препараты комплексного действия), причем на основе одного активного вещества может производиться целый класс препаратов. Таким образом, Y_0 содержит препараты-аналоги, компоненты F_{yi} которых совпадают, поэтому каждый препарат описывается вектором характеристик $S_{yi} = \{s_1, \dots, s_r\}$ (эффективность, риск побочных действий, цена, бренд производителя, доступность в аптечной сети). Каждая компонента S_{yi} используется в качестве локального критерия при многокритериальном сравнении препаратов-аналогов.

Формируются однородные группы пациентов Ω_j , каждая из которых описывается вектором характеристик A_j (возраст, пол, анамнез, социальный статус и т.д.), причем для тех препаратов-аналогов, F_{yi} которых совпадают, формируются матрицы парных сравнений (МПС) на основе экспертных оценок относительно локальных критериев s_r . Для каждой группы пациентов Ω_j строится МПС локальных критериев с целью вычисления глобального критерия q_k препарата y_k с использованием МАИ.

Анализируемый i -й пациент характеризуется развернутым диагнозом D_i (основное заболевание, нозологическая форма, стадия, дополнительные заболевания) и множеством необходимых терапевтических воздействий F_{D_i} соответственно. Далее формируется множество возможных препаратов $Y_i \subset Y_0$, фармакологические действия которых F_{y_k}

соответствуют F_{Di} . Вектор характеристик A_i пациента определяет его принадлежность к j -й группе $A_i \in \Omega_j$, после чего элементы множества Y_1 проверяются на их совместимость друг с другом, на наличие в аптечной сети данного региона, а также совместимость с данным классом Ω_j (по возрастной группе, полу, анамнезу), и формируется множество допустимых препаратов $Y_2 \subset Y_1$.

Взаимодействие отдельных ЛП y_k и y_l характеризуется показателем V_{kl} ($V_{kl} = 0$ – ЛП y_k и y_l не взаимодействуют; $V_{kl} > 0$ – ЛП y_k и y_l усиливают действия друг друга; $V_{kl} < 0$ – ЛП y_k и y_l ослабляют действия друг друга, а в предельном случае $V_{kl} = -1$ – их совместное применение недопустимо). Кроме того, у каждого i -го пациента может наблюдаться непереносимость к отдельным ЛП. При формировании КЛП необходимо сформировать подмножество $Y_i = \{y_1, \dots, y_{n_i}\}$, при выполнении условия $\forall k, l V_{kl} \geq 0, k, l = \overline{1, N}$, где N – общее число допустимых ЛП Y_2 , совместное терапевтическое действие которых $F_{y_1} \cup \dots \cup F_{y_i} \cup \dots \cup F_{y_{n_i}}$ покрывает множество необходимых терапевтических действий для пациента F_{Di} . Вариантов такого покрытия может быть много, но надо обеспечить такое покрытие, которое минимизирует критерий качества Q .

Так как преобразование F_{b_2} служит для формирования множества решений, то для его реализации используется модифицированная дискретная искусственная нейронная сеть (ИНС) адаптивной резонансной теории – ART-1, у которой к базовой архитектуре ART-1 добавлен слой регистрирующих нейронов с целью получения нескольких решений.

Для i -го пациента единичными компонентами входного вектора ИНС являются те, которые соответствуют элементам подмножества F_{Di} , а в выходном слое незаторможенными остаются нейроны, элементы которого соответствуют элементам множества Y_2 . Результатом работы ИНС является подмножество Y_3 (терапевтический комплекс) $M_3 \subset M_2$ рекомендованных препаратов i -му пациенту с указанием их весовых коэффициентов и ограничений на текущий момент времени. Врач принимает окончательное решение, что иницирует в системе процесс обучения ИНС с учителем и коррекцию весов связей регистрирующих нейронов.

Разработаны алгоритмы начальной настройки весов базовой архитектуры ИНС, а также алгоритм настройки весов связей регистрирующего слоя, которые соответствуют глобальным приоритетам q_k препаратов-аналогов y_k , алгоритмы обучения и учета статистики управленческих решений.

Программная реализация системы

Успешность реализации информационной системы во многом зависит от выбора целевой платформы разработки, а также правильно спроектированной архитектуры. В [4] обоснован выбор Java [9] в качестве основной платформы: обеспечивается возможность развертывания системы в различных аппаратно-программных средах, непроприетарный характер платформы, наличие множества открытых библиотек, поддерживаемых сообществом разработчиков.

При проектировании системы необходимо изначально заложить архитектурные принципы, которые в будущем обеспечат масштабируемость, гибкость, а также простоту сопровождения системы. Для обеспечения данных качеств в настоящее время широко применяются шаблоны проектирования [2].

Обычно шаблон не является законченным образцом, который может быть прямо преобразован в код; это лишь пример решения задачи, который можно использовать в различных ситуациях. Объектно-ориентированные шаблоны показывают отношения и взаимодействия между классами или объектами без определения того, какие конечные классы или объекты приложения будут использоваться. Главная польза каждого отдельного шаблона состоит в том, что он описывает решение целого класса абстрактных проблем. Также тот факт, что каждый шаблон имеет свое имя, облегчает дискуссию об абстрактных структурах данных между разработчиками, так как они могут ссылаться на известные шаблоны. Таким образом, за счёт шаблонов производится унификация терминологии, названий модулей и элементов проекта.

В структуре разрабатываемой ИКСППМ можно выделить три основных модуля (рис. 1): модуль взаимодействия с пользователем, базу данных, включающую в себя базу знаний, и модуль построения знаний.

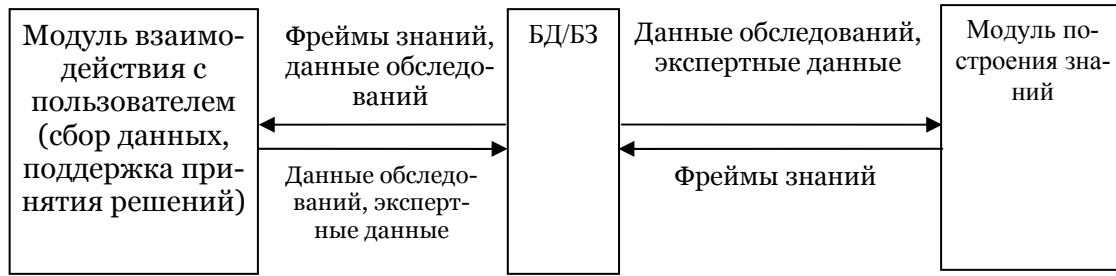


Рис. 1. Структурная схема ИКСППМ

Модуль взаимодействия с пользователем представлен графическим интерфейсом пользователя и позволяет осуществлять сбор данных обследований, административных данных, а также данных, предоставляемых экспертами, которые используются при формировании знаний системы.

Для хранения данных и фреймов знаний системы используется реляционная база данных (БД).

Модуль построения знаний отвечает за формирование фреймов знаний, представленных иерархическими структурами S_D и S_z , параметрами комбинированного РП, множествами необходимых фармакологических f_{D_i} , описаниями ЛП ($F_{y_i} = \{f_1, \dots, f_{m_i}\}$, $S_{y_i} = \{s_1, \dots, s_r\}$, МПС относительно локальных критериев s_r и глобальные приоритеты q_k , веса ИНС).

При проектировании системы необходимо четко разграничить уровни данных, логики и представления разрабатываемой системы. Подобное разделение соответствует шаблону модель-представление-контроллер (MVC pattern) в архитектурном плане. Архитектура разрабатываемой системы представлена на рис. 2.

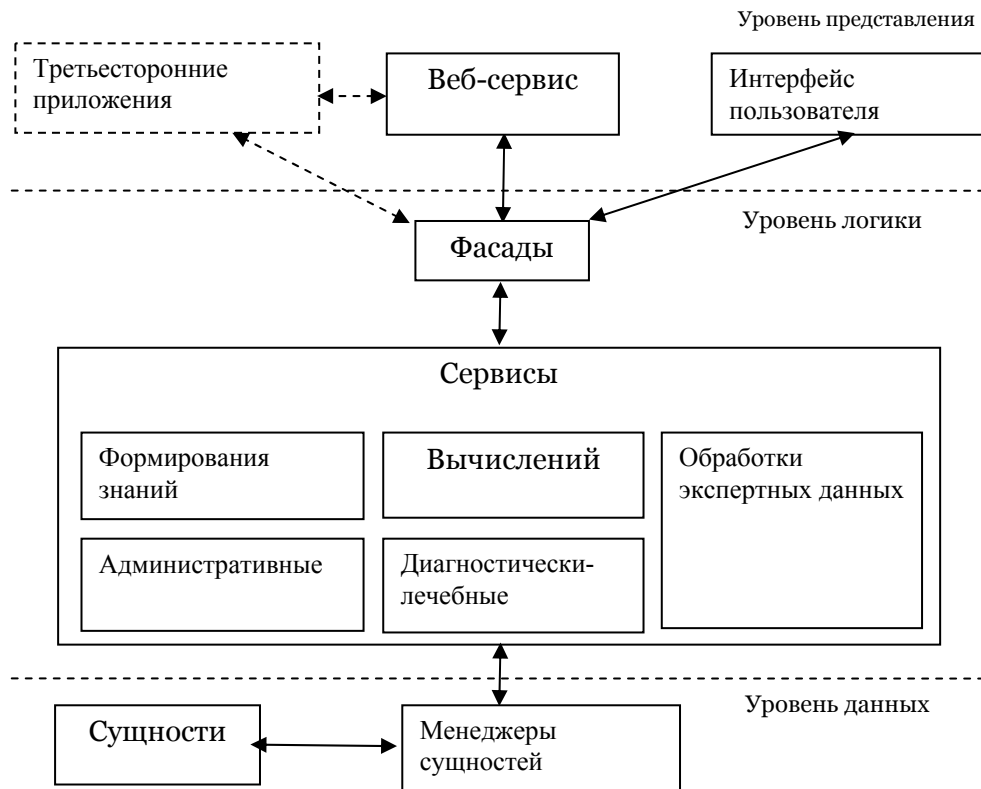


Рис. 2. Архитектура ИКСППМ

На уровне данных выделяются сущности (entities), необходимые для решения задач диагностики и формирования КЛП (как административные, так и сущности, описывающие признаки, диагнозы, препараты и т.д.). Сущности содержат в себе исключительно данные. Менеджеры сущностей представляют собой реализацию шаблона объекта доступа к данным (DAO pattern) и предоставляют возможность выполнения CRUD-операций над имеющимися данными: осуществляют выборку, изменение, добавление и удаление экземпляров сущностей. Менеджеры сущностей взаимодействуют с уровнем логики приложения, при этом сами бизнес-логики не содержат; являются единственным источником данных для всех сервисов системы.

Связь данных БД и сущностей приложения осуществляется при помощи механизма объектно-реляционного связывания (ORM). Для этого предполагается использование библиотеки Hibernate, которая позволяет описать связи полей сущностей с колонками таблиц БД (с помощью аннотаций, либо XML-описания), при этом исчезает необходимость в написании большого объема JDBC-кода для получения данных из БД.

Уровень логики включает в себя сервисы системы, содержащие всю бизнес-логику приложения. Административные сервисы отвечают за обработку данных о пациентах, сотрудниках, ведение соответствующей медицинской документации. Сервисы вычислений предоставляют доступ к различным алгоритмам реализации этапов преобразования информации в ИКСППМ. Сервисы формирования знаний являются реализацией шаблона строитель (Builder pattern). Осуществляют построение фреймов знаний системы, структура которых рассмотрена выше. Сервисы обработки экспертных данных осуществляют обработку данных, предоставленных экспертами (функции принадлежности, описание структуры симптомокомплексов, МПС препаратов-аналогов и др.) и подготавливают метаданные для работы сервисов формирования знаний. Диагностические сервисы, используя знания системы, осуществляют поддержку принятия решений: на основании входных данных о результатах обследования предлагается некоторое множество диагнозов, соответствующих состоянию диагностируемого и перечень ЛП.

Фасады (Facade pattern) обеспечивают представление ядра системы во вне (API для интерфейса пользователя и третьесторонних приложений), скрывая от внешнего мира всю внутреннюю реализацию и структуру системы. Каждый из фасадов является оберткой для одного, либо нескольких сервисов, при этом может содержать дополнительную логику (например, валидацию входных данных).

Уровень представления включает графический интерфейс пользователя (GUI) и веб-сервис. GUI является самостоятельным приложением, реализованным в соответствии с требованиями шаблона MVC. GUI использует API ядра системы, предоставляемые фасадами.

Взаимодействие с третьесторонними приложениями может осуществляться как непосредственно через фасады (в том случае если третьестороннее приложение является Java-приложением, то возможен прямой вызов методов фасадов, используя механизм RMI), так и через веб-сервис.

Веб-сервис является оберткой для всех фасадов системы, предоставляет возможность общаться с ядром системы с помощью обмена SOAP-сообщениями.

Развертывание системы. Простейший вариант представляет собой развертывание всех структурных элементов на одном сервере. Такой подход позволяет сэкономить на затратах, связанных с приобретением аппаратных ресурсов, но не предполагает высокой нагрузки на систему. Является оптимальным для небольших организаций.

Для обеспечения более высокой производительности и обслуживания крупных организаций необходимо выполнить размещение модулей системы на различных серверах (GUI, БД/БЗ, модуль построения знаний). Если же желаемая производительность не достигнута, то необходимо выполнить кластеризацию отдельных модулей, несущих наибольшую нагрузку, а также конфигурирование балансировщика нагрузки (loadbalancer).

При развертывании системы возможен отказ от приобретения физических серверов и выполнение развертывания в облаке (Amazon EC2, Jelastic), если позволяет бюджет организации.

Выводы

Разработаны методы построения нового класса ИКСППМ на основе формализации этапов проведения диагностически-лечебных мероприятий при их комплексной оценке,

синтеза моделей объектов исследования отмеченных этапов и решающих правил на этих моделях. Разработанные информационные технологии позволяют повысить достоверность и обоснованность решений ЛПР и могут адаптироваться к различным предметным областям медицины.

Список литературы

1. Ахутин В.М. Оценка качества формализованных медицинских документов [Текст] / В.М. Ахутин, В.В. Шаповалов, М.О. Иоффе // Медицинская техника. М.: 2002. № 2. С. 27 – 31.
2. Бек К. Шаблоны реализации корпоративных приложений / пер. с англ. [Текст] / К. Бек. – М.: ООО “И.Д. Вильямс”, 2008. – 176 с.
3. Бурцев М.В. Синтез комбинированного решающего правила в задаче медицинской диагностики [Текст] / М.В. Бурцев, А.И. Поворознюк // Весник Национального технического университета “ХПИ”. – Харьков: НТУ “ХПИ”. – 2009. – №43. – С. 27 – 33.
4. Бурцев М.В. Программная реализация комбинированного решающего правила для задач медицинской диагностики [Текст] / М.В. Бурцев, А.И. Поворознюк // Весник Национального технического университета “ХПИ”. – Харьков: НТУ “ХПИ”. – 2010. – №21. – С. 11–16.
5. Компендиум 2007 – лекарственные препараты / под ред. В.Н. Коваленко, А.П. Викторова. [Электронный ресурс] <http://www.compendium.com.ua>.
6. Поворознюк А.И. Системы поддержки принятия решений в медицинской диагностике. Синтез структурированных моделей и решающих правил [Текст] / А.И. Поворознюк – Saarbrücken Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2011. – 314 с.
7. Поворознюк О.А. Біотехнічна система призначення лікарських препаратів в дерматології. [Текст] Автореферат дис. на здоб. вч. ступ. к. т. н.: спец. 05.11.17 "Біологічні та медичні прилади і системи" / О.А. Поворознюк. – Харків, 2010. – 21 с.
8. Филлипс Д. Методы анализа сетей / пер. с англ. [Текст] / Д. Филлипс, А. Гарсиа-Диас. – М: Мир, 1984. – 648 с.
9. Эккель Б. Философия Java. – 4-е изд. / пер. с англ. [Текст] / Б. Эккель. – СПб.: Питер, 2009. – 640 с.

INFORMATION TECHNOLOGY OF SUPPORT DECISION MAKING WHEN UNDERTAKING DIAGNOSTIC-MEDICAL ACTION

A.I. POVOROZNYUK
O.A. POVOROZNYUK
M.V. BURTSEV

*National technical university
 «Kharkov polytechnic institute»,
 Ukraine*

*e-mail:
 perederiy@mail.ru
 thur@insart.com*

The Presented results of the using information technology at development computer decision support system making when undertaking diagnostic-medical action on the following stage of the transformation to information: shaping ensemble diagnostic sign, including analysis biosignals and medical scenes; the syntheses of the models object diagnosticses and solving rules on these model; shaping the complex medicinal preparation at multicriterial to estimation his component.

Keywords: computer system, diagnostic sign, biosignal, medical scene, model, object of the diagnostics, solving rule, medicinal preparation.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА РАЦИОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ В ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЕ КРИТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ РИСКА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

**В.С. ЗАРУБИН
Р.В. КУЗЬМЕНКО
О.Е. РАБОТКИНА
В.С. СТАРОДУБЦЕВ
С.Н. ТРОСТЯНСКИЙ
В.И. ФЕДЯНИН**

*Voronezh Institute
of the Russian Federal
Penitentiary*

*e-mail:
a_dushkin@mail.ru*

В работе дано обоснование метода повышения безопасности информационно-управляющих систем критического применения на основе рационального комплексирования разнородных признаков несанкционированных воздействий. Его применение позволяет оптимизировать работу системы выявления несанкционированных воздействий в условиях ограничения временного ресурса на решение задач защиты и достигнуть требуемой своевременности реагирования на воздействия с учетом необходимости безусловного выполнения информационно-управляющей системой основных задач по целевому назначению и, соответственно, снижению риска возникновения и развития чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: безопасность, информационно-управляющая система, информационное пространство, несанкционированное воздействие, признак.

Современная жизнь невозможна без электронных средств информатизации общества, частью которых являются информационно-управляющие системы критического применения (ИУС КП). Они представляют собой взаимосвязанные между собой информационные и телекоммуникационные средства сбора, обработки и передачи информации, предназначенные для обеспечения определенных технологических циклов по формированию баз данных и управлению различными технологическими процессами (например, автоматизированные системы управления атомными электростанциями, вредными производствами и т.д.). При этом нарушение последовательности операций технологических циклов, выход некоторых параметров за допустимые пределы на установленном интервале времени приводит к нарушению функционирования ИУС КП, и, соответственно, нанесению им определенного ущерба, что повышает риск возникновения и развития чрезвычайных ситуаций.

Существующие меры защиты, как правило, используют большое количество средств обнаружения несанкционированных воздействий (НСВ) и реагирования на воздействия угроз. Но огромная часть информации о характеристиках воздействий и происходящих процессах зачастую дублируется или просто отсутствует, что не дает возможности определения этапа и характера воздействия и, как следствие, степени его опасности, а это, в свою очередь, приводит к неадекватному реагированию системы защиты информации (ПСЗИ). Кроме того, современные средства защиты, как правило, разрабатываются для сетей общего пользования и не учитывают особенностей работы ИУС КП, выполняющих определенные технологические циклы и не приемлющих в ряде случаев стандартных универсальных решений ПСЗИ.

Вышесказанное определило необходимость решения задачи рациональной фильтрации разнородных признаков НСВ в рамках оптимизации процесса выявления НСВ с учетом необходимости безусловного выполнения ИУС КП основных задач по целевому назначению. В ходе ее решения дано обоснование метода рационального комплексирования разнородных признаков несанкционированных воздействий на ИУС КП, отличающегося от известных введением в пространство основных признаков НСВ дополнительных значимых признаков, специфичных для определенных ИУС КП, и дополнительных математических соотношений с целью оптимизации работы системы выявления НСВ в условиях ограничения временного ресурса и достижения требуемой своевременности реагирования на воздействия.

Формирование информационного пространства признаков НСВ на ИУС КП реализуется путем покрытия информационного пространства данных основных средств регистрации признаков воздействий информационным пространством дополнительных дан-

ных. Это связано с недостатком в пространстве основных данных мониторинга некоторых элементов, специфичных для отдельных типов воздействий, отсутствие которых может привести к низкой эффективности процесса выявления (неправильному определению вида НСВ, оценке степени его опасности и т.д.). С методической точки зрения данную процедуру можно рассматривать как процедуру дополнения одного информационного пространства другим [1], что позволяет сформулировать утверждение о ее формальном представлении.

Утверждение 1. Процесс формирования информационного пространства данных основных средств регистрации признаков НСВ информационным пространством дополнительных данных с точки зрения формальной логики можно рассматривать как процедуру дополнения одного множества информационных элементов другим.

Для формального представления положений утверждения введем следующие обозначения: I^o – общее информационное пространство данных признаков НСВ; I^M – информационное пространство данных основных средств регистрации признаков НСВ; $I^{\partial on}$ – информационное пространство дополнительных данных.

С учетом введенных обозначений формальное представление утверждения имеет следующий вид:

$$\text{при } I^o = I^M \cup I^{\partial on} \text{ справедливо } I^M = \bar{I}^{\partial on}.$$

Доказательство. Рассмотрим детально механизм информационного покрытия. Для однозначного определения корреляции основных и дополнительных данных мониторинга информационного пространства осуществим разбиение пространств I^M и $I^{\partial on}$ на M и N непересекающихся подпространств (фрагментов) соответственно. При этом в пространстве I^M формируется M фрагментов базовых информативных признаков, а в пространстве $I^{\partial on}$ – N фрагментов значимых информативных признаков, обеспечивающих соответствующие базовые признаки. Тогда можно записать следующее соотношение:

$$I^M = (i_1^M, i_2^M, \dots, i_M^M), \tag{1}$$

где i_m^M – m -й ($m=1, 2, \dots, M$) базовый информационный признак информационного пространства данных основных средств регистрации признаков НСВ;

$$I^{\partial on} = (i_1^{\partial on}, i_2^{\partial on}, \dots, i_N^{\partial on}), \tag{2}$$

где $i_n^{\partial on}$ – n -й ($n=1, 2, \dots, N$) значимый информационный признак информационного пространства данных дополнительных средств регистрации признаков НСВ.

Общее информационное пространство данных признаков НСВ на ИУС КП формируется на основе информационного пространства данных основных средств регистрации признаков НСВ I^M и информационного пространства дополнительных данных $I^{\partial on}$, то есть имеет место соотношение

$$I^o = (i_1^M \cup i_{11}^{\partial on} \cup i_{12}^{\partial on} \dots \cup i_{1K_1}^{\partial on}, \dots, i_M^M \cup i_{11}^{\partial on} \cup i_{12}^{\partial on} \dots \cup i_{MK_M}^{\partial on}), \tag{3}$$

где K_m – число значимых признаков пространства $I^{\partial on}$, дополняющих отсутствующую часть смыслового содержания базового признака i_m^M пространства $I^{\partial on}$.

Характеристику $\sum_{m=1}^M K_m = N$ процесса покрытия одного информационного пространства другим будем называть степенью или глубиной покрытия. При этом, (3) примет вид

$$I^o = (i_1^M \cup \bar{i}_1^M, \dots, i_M^M \cup \bar{i}_M^M), \tag{4}$$

где $\bar{i}^M = (i_1^M \cup i_2^M \dots \cup i_{K_M}^M)$.

Тогда для $I^{\partial on} = (i_1^{\partial on}, i_2^{\partial on}, \dots, i_N^{\partial on})$ и $\bar{I}^M = (\bar{i}_1^M, \bar{i}_2^M, \dots, \bar{i}_M^M)$ справедливо

$$I^{\partial on} = \bar{I}^M. \tag{5}$$

Утверждение доказано.

Процедура информационного покрытия при управлении процессом выявления признаков НСВ на ИУС КП позволяет рассматривать обеспечение информативных признаков информационного пространства данных основных средств регистрации признаков НСВ информационным пространством дополнительных данных как процесс резервирования общего информационного пространства данных признаков воздействий. Наиболее полной характеристикой процесса покрытия информационного пространства данных основных средств регистрации признаков атак информационным пространством дополнительных данных является вероятность обеспечения дополнительным содержанием базовых информативных признаков.

Следующий момент, который необходимо рассмотреть, это зависимость времени выявления НСВ на ИУС КП от глубины покрытия. Необходимо заметить, что корреляция в данном контексте отличается от общепринятого понимания [2] и носит смысловой характер. Она заключается в определении в дополнительных данных только значимых информативных признаков, которые соответствуют базовым признакам данных основных средств регистрации признаков НСВ. Таким образом, можно оптимизировать время выявления по критерию минимальное время/необходимое качество. Для достижения этой цели сформулируем следующее утверждение.

Утверждение 2. При покрытии информационного пространства данных основных средств регистрации признаков НСВ I^M информационным пространством дополнительных данных I^{don} существует локальный интервал малого изменения функции времени реализации процесса выявления НСВ $\tau^o(N)$ от глубины покрытия N .

Введем следующие обозначения: $\tau^o(N)$ – время реализации процесса выявления НСВ как функция глубины покрытия информационного пространства данных основных средств регистрации признаков НСВ дополнительными данными; P^{yu} – вероятность устранения информационной избыточности дополнительных данных, характеризующая степень корреляции данных мониторинга основных средств регистрации признаков НСВ и дополнительных данных за счет информационного покрытия.

Формальное представление утверждения имеет вид:

при $I^o = I^M \cup I^{\text{don}} \exists$ локальный интервал малого изменения $\tau^o(N)$.

Доказательство. На рис. 1 изображена формализованная схема рассматриваемого процесса.

Формирование общего информационного пространства данных признаков НСВ (состояние S^o) осуществляется путем дополнения пространства базовых признаков данных основных средств регистрации признаков НСВ (состояние S^M) значимыми информационными признаками дополнительных данных (состояние S^{don}) с соответствующими вероятностными характеристиками по устранению информационной избыточности P^{yu} и обеспечению дополнительным содержанием информационного пространства данных основных средств регистрации признаков НСВ P^{ob} .

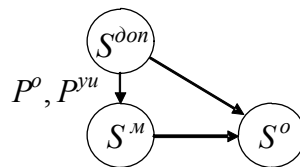


Рис. 1. Формализованная схема процесса выявления НСВ на ИУС КП

Пусть τ^M – временная характеристика состояния S^M , а τ^{don} – временная характеристика состояния S^{don} . Тогда, учитывая характеристики P^{ob} и P^{yu} , а также соотношение состояний S^{don} и S^M , временную характеристику состояния S^o , правомерно

$$\tau^o = \tau^M + (1 - P^{ob} \cdot P^{yu}) \cdot \tau^{\text{don}}. \quad (6)$$

Уровень резерва общего информационного пространства данных признаков НСВ на ИС I^i запишем в виде

$$R^\phi = \frac{d^{\text{дон}}}{d^M} = \frac{\tau^{\text{дон}}}{\tau^M}. \tag{7}$$

Тогда выражение (6) можно представить как

$$\tau^o = \tau^M \cdot \left(1 + (1 - P^{ob} \cdot P^{yu}) \cdot R^\phi\right). \tag{8}$$

Вероятность P^{yu} , характеризующую степень корреляции данных основных средств регистрации признаков НСВ и дополнительных данных за счет информационного покрытия, можно представить в виде

$$P^{yu} = 1 - \prod_{n=1}^N (1 - P_m^{yu}), \tag{9}$$

где $P_m^{yu} = \frac{\theta_{K_m}^{\text{доп. зн}}}{\theta_{K_m}^{\text{доп. зн}} + \theta_{K_m}^{\text{доп. нзн}}}$ – вероятность устранения информационной избыточности дополнительных данных одного базового информативного признака данных основных средств регистрации признаков НСВ; $\theta_{K_m}^{\text{доп. зн}}$, $\theta_{K_m}^{\text{доп. нзн}}$ – объемы полных подпространств $i_{mk}^{\text{доп. зн}}$, $i_{mk}^{\text{доп. нзн}}$, вычисляемых как [3]:

$$\theta = \sigma \cdot \log_2 \Sigma, \tag{10}$$

где σ – количество уникальных (неповторяющихся) сигнатур подпространств $i_{mk}^{\text{доп. зн}}$, $i_{mk}^{\text{доп. нзн}}$; Σ – общее число сигнатур подпространств $i_{mk}^{\text{доп. зн}}$, $i_{mk}^{\text{доп. нзн}}$.

Тогда при равномерном разбиении пространства $I^{\text{дон}}$ на фрагменты имеем

$$P^{yu} = 1 - (1 - P_m^{yu})^N. \tag{11}$$

Учитывая изложенное, а также положение о поведении вероятности обеспечения дополнительным содержанием базовых информативных признаков пространства данных основных средств регистрации признаков НСВ P^{ob} , выражение (8) можно представить в виде зависимости времени τ^i от глубины покрытия N :

$$\begin{aligned} \tau^o(N) &= \tau^M \cdot \left(1 + \left(1 - \left(1 - \left(1 - P_m^{ob}\right)^M\right) \cdot \left(1 - \left(1 - P_m^{yu}\right)^N\right)\right) \cdot R^\phi\right) = \\ &= \tau^M \cdot \left(1 + \left(1 - \left(1 - \left(1 - \frac{\theta_{K_m}^{\text{доп}}}{\theta_{K_m}^M + \theta_{K_m}^{\text{доп}}}\right)^M\right) \cdot \left(1 - \left(1 - \frac{\theta_{K_m}^{\text{доп. зн}}}{\theta_{K_m}^{\text{доп. зн}} + \theta_{K_m}^{\text{доп. нзн}}}\right)^N\right)\right) \cdot \frac{N \cdot \theta^{\text{дон}}}{M \cdot \theta^M}\right). \end{aligned} \tag{12}$$

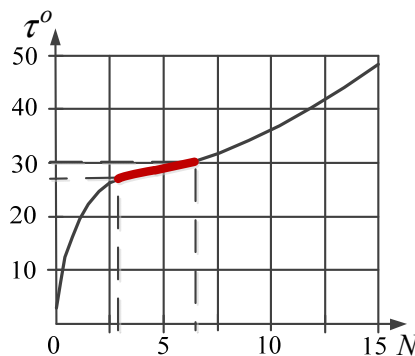


Рис. 2. Зависимость времени реализации процесса выявления НСВ τ^i от глубины покрытия N

После дифференцирования и проведения необходимых преобразований получается трансцендентное уравнение, решаемое известными численными методами [4, 5]. При этом, исходя из условий

$$0 < P^{ob} < 1 \quad \text{и} \quad 0 < P^{yu} < 1, \tag{13}$$

корень уравнения не может быть равным нулю или отрицательным.

Из этого следует, что локальный интервал малого изменения зависимости времени реализации процесса выявления НСВ как функции глубины покрытия информационного пространства данных основных средств регистрации признаков НСВ дополнительными данными существует (рис. 2), что свидетельствует о возможности оптимизации процесса выявления за счет учета только действительно значимых дополнительных данных.

В соответствии с принципами оптимизации управления процессом выявления НСВ на ИУСКП возникает необходимость оптимального распределения резерва дополнительных средств мониторинга информационного пространства. Целевую функцию в данной задаче определяют потребности в резервировании, а функцию ограничения – возможности по его внесению. Сформулируем и докажем соответствующее утверждение.

Утверждение 3. Необходимость использования в процессе распознавания наряду с данными основных средств регистрации признаков НСВ дополнительных данных зависит от частоты их использования.

Доказательство. Введем следующие обозначения: $\bar{\tau}_m^o$ – среднее время реализации m -го процесса выявления ($m = 1, 2, \dots, M$); $\bar{\tau}_m^{don}$ – время обработки дополнительных данных; a_m – число реализаций m -го процесса выявления на интервале $[t_n, t_k]$; t_n – время начала наблюдения; t_k – время окончания наблюдения.

Суммарное время реализации типового процесса выявления на рассматриваемом интервале $[t_n, t_k]$

$$\tau_k^{\Sigma o} = \sum_{[t_n, t_k]} \bar{\tau}_m^o = a_m \cdot \bar{\tau}_m^o. \tag{14}$$

Тогда суммарное время обработки дополнительных данных

$$\tau_k^{\Sigma don} = \sum_{[t_n, t_k]} \bar{\tau}_m^{don} = a_m \cdot \bar{\tau}_m^{don}. \tag{15}$$

При условии, что $t_k - t_n \gg \tau_k^{\Sigma o}$ предположим, что случайное распределение процессов выявления $\bar{\tau}_m^o$ на временном интервале $\tau_k^{\Sigma o}$ (рис. 3) удовлетворяет следующим условиям [1, 2]:

- вероятность реализации процесса выявления зависит только от длины временного интервала $\tau_k^{\Sigma o}$ и не зависит от его положения на временной оси, из чего следует, что процессы выявления проводятся с одинаковой средней плотностью $\bar{p}_k^{\Sigma o}$;

- отдельные процессы выявления признаков НСВ распределяются на временной оси независимо друг от друга.

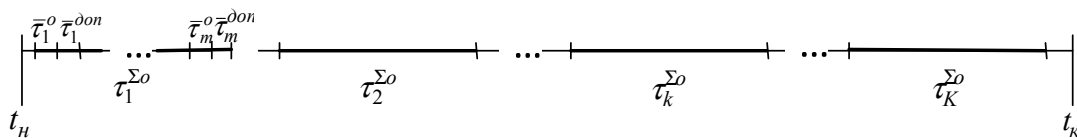


Рис. 3. Временные соотношения в типовом процессе выявления НСВ на ИС

Это позволяет вероятность того, что за время $\tau_k^{\Sigma o}$ m -й процесс выявления проявится в k временных интервалах $\tau_k^{\Sigma o}$ считать распределенным по закону Пуассона:

$$P_k^o = \frac{\bar{p}_k^{\Sigma o} \cdot \tau_m^{\Sigma o}}{k!} \cdot e^{-\bar{p}_k^{\Sigma o} \cdot \tau_m^{\Sigma o}}, \tag{16}$$

а вероятность проявления хотя бы в одном $\tau_k^{\Sigma o}$ – по экспоненциальному закону:

$$P_m^o = 1 - e^{-\bar{p}_k^{\Sigma o} \cdot \tau_m^{\Sigma o}}. \tag{17}$$

Тогда для любой пары значений $\tau_i^{\Sigma o}$ и $\tau_j^{\Sigma o}$ справедливо условие:

$$\text{если } \tau_i^{\Sigma o} > \tau_j^{\Sigma o}, \text{ то } P_i^o > P_j^o. \tag{18}$$

Из этого следует, что для i -го процесса выявления должна быть обеспечена вероятность P_i^{ob} обеспечения дополнительными данными соответствующего базового информативного признака пространства I^M не ниже ее уровня P_j^{ob} , необходимого для обеспечения j -го процесса выявления, то есть

$$\text{для } P_i^o > P_j^o \text{ необходимо } P_i^{ob} > P_j^{ob}. \quad (19)$$

При этом вероятность P_m^{ob} обеспечения дополнительными данными базового информативного признака пространства I^M , соответствующего m -му процессу выявления определяется согласно выражению

$$P_m^{ob} = \frac{\theta_{K_m}^{don}}{\theta_m^M + \theta_{K_m}^{don}}, \quad (20)$$

в котором θ_m^M – объем информационного пространства базового признака i_m^M ; $\theta_{K_m}^{don}$ – объем информационного пространства соответствующих значимых признаков $\bar{i}_m^M = i_1^{don} \cup i_2^{don} \dots \cup i_{K_m}^{don}$.

Учитывая вышеизложенное, а также условия (18), (19) и выражение (20), справедливо соотношение: для $\tau_i^{\Sigma o} > \tau_j^{\Sigma o}$, необходимо обеспечить $K_i > K_j$, что и требовалось доказать. Кроме того, увеличению значения резерва дополнительных данных любого из M базовых информационных признаков данных основных средств регистрации признаков НСВ соответствует снижение значения своевременности реагирования на воздействия, свидетельствующее об ограниченности возможностей резервирования дополнительных данных [6].

Таким образом, в работе дано обоснование метода повышения безопасности ИУС КП на основе рационального комплексирования разнородных признаков несанкционированных воздействий. Он основан на том положении, что при покрытии информационного пространства данных основных средств регистрации признаков НСВ информационным пространством дополнительных данных существует локальный экстремум или интервал малого изменения функции времени реализации процесса выявления признаков НСВ от глубины покрытия. Это свидетельствует о возможности оптимизации процесса выявления за счет учета только действительно значимых дополнительных признаков НСВ. Использование данного метода позволяет оптимизировать работу системы выявления НСВ в условиях ограничения временного ресурса на решение задач защиты и дает возможность достижения требуемой своевременности реагирования на воздействия с учетом необходимости безусловного выполнения ИУС КП основных задач по целевому назначению и, соответственно, снижению риска возникновения и развития чрезвычайных ситуаций.

Список литературы

1. Голощапова В.А., Жилияков Е.Г., Черноморец А.А. Об эффективности метода оптимальной фильтрации изображений. // Научные ведомости БелГУ. – 2009. – №15. – С. 200-206.
2. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. – М.: Наука, 1988. – 480 с.
3. Воронов Е.В., Ланкин О.В., Сумин В.И. Системно-комплексный подход к формированию методологических основ интеллектуальной защиты информации от несанкционированного доступа // Вестник ВГУ. – 2011. – №8. – С. 174-177.
4. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: Учебное пособие для студентов вузов. – М.: Высшая школа, 2003. – 405 с.
5. Бахвалов И.В., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2000. – 624 с.
6. Душкин А.В. О потребностях и возможностях функционального резервирования дополнительных средств мониторинга информационного пространства информационно-телекоммуникационной системы // Системы управления и информационные технологии. – 2006. – №4.1. – С. 144-145.

APPLICATION OF MANAGEMENT INTEGRATION OF IN THE INFORMATION-CONTROL SYSTEMS OF CRITICAL APPLICATION TO REDUCE THE RISK OF ACCIDENTAL

**V.S. ZARUBIN
R.V. KUZMENKO
O.E. RABOTKINA
V.S. STARODUBTSEV
S.N. TROSTYANSKIY
V.I. FEDYANIN**

*Voronezh Institute
of the Russian Federal
Penitentiary*

*e-mail:
a_dushkin@mail.ru*

In this paper the feasibility of the method enhance the security of management information systems of critical applications based on aggregation of heterogeneous rational recognition of magnitude tampering. Its application allows em-optimize the system for unauthorized-tion effects in a limited time resources to meet the challenges of protection and achieve the desired impact on the timeliness with the need to perform an unconditional tion information and control system bases-tion problems for the intended purpose and therefore , risk reduction and the development of an emergency.

Keywords: security, management information system, information space, unauthorized access, onirovannoe impact feature.

ПОКАЗАТЕЛИ СЕМАНТИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВЫХ СИСТЕМ

С.Е. САВОТЧЕНКО¹
Е.А. ПРОСКУРИНА²

¹⁾ *Белгородский институт повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов*

²⁾ *Белгородский государственный институт искусств и культуры*

e-mail:
savotchenko@hotmail.ru
lenok_altx10@mail.ru

Статья посвящена вопросам развития лингвистического обеспечения информационно-поисковых систем. В работе даны определения основных показателей семантических связей. Приведены результаты исследований корреляции и динамической устойчивости таких показателей на примере наиболее популярных поисковых систем.

Ключевые слова: информационный поиск, информационно-поисковые системы, информационно-поисковые языки, лингвистическое обеспечение информационно-поисковых систем, парадигматические отношения.

Введение

Интернет располагает огромным количеством баз данных (БД) по различным отраслям науки и техники, которые помогают получать человеку необходимые знания. Поиск в таких БД осуществляется при помощи информационно-поисковых систем (ИПС), в структуру которых входит лингвистическое, программно-техническое и информационное обеспечение. Особое внимание следует уделять исследованиям, касающимся лингвистического обеспечения ИПС, потому что именно его средства позволяют находить более полную и достоверную информацию, отвечающую требованиям пользователей [1,2].

Перед пользователями в ходе работы с ИПС, как правило, возникают проблемы полноты и точности информационного поиска. Одним из средств «борьбы» за точность и pertinентность информационного поиска является систематизация публикаций. Кроме того, повышению полноты и точности поиска способствует технология построения запросов, основанная на соответствующей систематизации предметных областей. Установление парадигматических отношений между лексическими единицами (ЛЕ) как раз позволяет систематизировать понятия.

В связи с этим возникает необходимость количественного анализа качества информационного поиска, осуществляемого по реализуемым в ИПС поисковым алгоритмам и методам, а также построения математических моделей для оценки эффективности информационного поиска. В первую очередь для этого следует определить количественные показатели, характеризующие качество поиска с различных сторон.

1. Отражение семантических связей в поисковых запросах и характеризующие их количественные показатели

Для сравнительного анализа механизмов информационно-поисковых языков (ИПЯ) в различных ИПС целесообразно использовать количественные показатели, характеризующие результаты выполнения запросов, отражающих основные смысловые связи, такие как: отношения иерархии – вышестоящее родовое, вышестоящее целое, нижестоящее видовое, нижестоящее часть; отношения тождества – учет синонимов; отношения ассоциации. В качестве запросов тогда предлагается составить специальными образом последовательность лексических единиц, все члены которой будут связаны четкими парадигматическими отношениями: $Q_{m(i)}$, где $i=0=(д)$, $i=1=(с)$, $i=2=(вр)$, $i=3=(вц)$, $i=4=(нч)$, $i=5=(нв)$, $i=6=(а)$, (д) – заглавный дескриптор, называемый запросом базового уровня, (с) – ЛЕ, которая является синонимом к (д), (вр) – ЛЕ, которая является вышестоящим родовым к (д), (вц) – ЛЕ, которая является вышестоящим целым к (д), (нч) – ЛЕ, которая является нижестоящим частичным к (д), (нв) – ЛЕ, которая является нижестоящим видовым к (д), (а) – ЛЕ, которая является ассоциацией к (д) [3].

Каждому подмножеству запросов $Q_{m(i)}$ ставится в соответствие подмножество документов $P_{m(i)}(S_i)$, выдаваемое в конкретной ИПС S_i . Мощность $N(P_{m(i)}(S_i))$ подмножества $P_{m(i)}(S_i)$ является случайной величиной, реализация которой представляет собой количе-

ство релевантных документов $A_i(Q_m, S_i)$, выдаваемых на i -ую ЛЕ последовательности запросов Q_m в ИПС S_i .

Характеристики семантических связей в ИПС представляют собой показатели, определяемые выражениями $J_{ij}(Q_m, S_i) = N(P_{m(i)}, S_i) / N(Q_m, S_i)$, которые являются случайными величинами. Реализации таких показателей семантических связей вычисляются по формулам $J_{ij}(Q_m, S_i) = A_i(Q_m, S_i) / A_j(Q_m, S_i)$.

При моделировании информационно-поисковой механизм можно трактовать как отображение φ , которое ставит в соответствие подмножеству $Q_{m(i)}$ подмножество $P_{m(i)}$: $\varphi: Q_{m(i)} \rightarrow P_{m(i)}$. Согласно рассматриваемой нами концепции учета семантических связей в простой форме поиска алгоритм поиска должен быть оптимизирован так, чтобы отображение φ удовлетворяло следующим свойствам: $N(\varphi(Q_{m(д)})) < N(\varphi(Q_{m(вр)}))$; $N(\varphi(Q_{m(д)})) < N(\varphi(Q_{m(вц)}))$; $N(\varphi(Q_{m(д)})) > N(\varphi(Q_{m(нч)}))$; $N(\varphi(Q_{m(д)})) > N(\varphi(Q_{m(нв)}))$; $N(\varphi(Q_{m(д)})) \sim N(\varphi(Q_{m(с)}))$; $N(\varphi(Q_{m(д)})) \sim N(\varphi(Q_{m(а)}))$.

Если члены последовательности Q_m рассматривать с точки зрения теории нечетких множеств [4, 5], то вполне очевидными являются следующие отношения (знаки включения могут быть нестрогими, знаком « \sim » здесь будем обозначать семантическую эквивалентность нечетких множеств): $Q_{m(д)} \subset Q_{m(вц)}$; $Q_{m(д)} \subset Q_{m(вр)}$; $Q_{m(д)} \supset Q_{m(нч)}$; $Q_{m(д)} \supset Q_{m(нв)}$; $Q_{m(д)} \sim Q_{m(с)}$; $Q_{m(д)} \sim Q_{m(а)}$. Основным выдвигаемым в данной работе предположением является то, что из определенных таким образом отношений между членами последовательности Q_m должны вытекать следующие соотношения для реализаций: $A_0(Q_m, S_i) < A_2(Q_m, S_i)$; $A_0(Q_m, S_i) < A_3(Q_m, S_i)$; $A_0(Q_m, S_i) > A_4(Q_m, S_i)$; $A_0(Q_m, S_i) > A_5(Q_m, S_i)$; $A_0(Q_m, S_i) \sim A_1(Q_m, S_i)$; $A_0(Q_m, S_i) \sim A_6(Q_m, S_i)$ (для числовых величин знак « \sim » здесь обозначает близость их значений). Отсюда очевидным образом следуют свойства реализаций основных показателей семантических связей: $J_{20} > 1$; $J_{30} > 1$; $J_{40} < 1$; $J_{50} < 1$; $J_{10} \sim 1$; $J_{60} \sim 1$; $J_{16} \sim 1$.

Для практического применения указанных свойств можно сформулировать следующее правило: если хотя бы одно из указанных неравенств для реализаций показателей семантических связей J_{ij} не выполняется, то нет оснований предполагать, что в обследованных ИПС реализованы алгоритмы, автоматически учитывающие парадигматические отношения между лексическими единицами (терминами) запросов в полном объеме при простой форме поиска. Однако обратное утверждение нельзя сформулировать в категорической форме. Можно лишь утверждать, что если все указанные неравенства для реализаций J_{ij} выполняются, то это не означает наличия в подсистеме поиска ИС алгоритмов, автоматически учитывающих семантические связи в полном объеме при простом поиске.

2. Корреляции показателей семантических связей на примере исследования открытых информационно-поисковых систем

Для проведения исследований была выделена следующая группа показателей $\{J_{10}, J_{20}, J_{30}, J_{40}, J_{50}, J_{60}, J_{23}, J_{45}\}$. Используемые последовательности запросов Q_m , члены которой составлены на основе информационно-поискового тезауруса (ГОСТ 7.25-2001), приведены в табл. 1.

Таблица 1

Последовательности запросов

Вид	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5
д	музей	линейная алгебра	языкознание	библиотека	обучение
с	галерея	алгебра Банаха	лингвистика	книгохранилище	воспитание
вр	учреждение культуры	математическая наука	гуманитарные науки	учреждение культуры	педагогический процесс
вц	музейное дело	высшая алгебра	филология	центральная библиотечная система	образование
нч	экспонат	линейное уравнение	семантика	школьная библиотека	заочное обучение
нв	музей-заповедник	матричная алгебра	психолингвистика	книжный фонд	лекционное занятие
а	искусство	определитель	алфавит	библиотекарь	ученик



Были выбраны десять наиболее популярных русскоязычных ИПС, для которых обозначения и адреса приведены в табл. 2, а также даты обращений к ним.

Таблица 2

Сайты информационно-поисковых систем

Обозначение ИПС	Адрес ИПС	Дата ввода запроса
S_1	nigma.ru	15.03.12
S_2	qip.ru	15.03.12
S_3	mail.ru	15.03.12
S_4	bing.com	15.03.12
S_5	ngs.ru	15.03.12
S_6	yandex.ru	27.03.12
S_7	google.ru	27.03.12
S_8	rambler.ru	27.03.12
S_9	aport.ru	27.03.12
S_{10}	ru.yahoo.com	27.03.12

Методика проведения исследований следующая. В строке поиска ИПС S_1 (по адресу из табл. 2) вводится первая ЛЕ последовательности Q_1 (вид отношения – (д) из табл. 1). Количество выданных по этому запросу документов есть величина $A_1(Q_{1(d)}, S_1)$. Затем в этой же ИПС вводится второй член последовательности Q_1 (вид отношения – (с) из табл. 1). Количество выданных по этому запросу документов есть величина $A_2(Q_{1(c)}, S_1)$. И так далее для всех членов последовательностей всех запросов по табл. 1 во всех ИПС из табл. 2, в результате чего получается необходимый набор реализаций $A_i(Q_m, S_i)$. Затем с помощью этих величин вычисляются реализации показатели семантических связей. Для иллюстрации ниже в табл. 3 приведены реализации J_{ij} для последовательности запросов Q_2 из табл. 1.

Таблица 3

Q_m	J_{ij}	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_8	S_9
Q_2	J_{10}	0,011	0,011	0,149	0,012	0,010	0,008	0,040	0,011	0,010	0,022
	J_{20}	20,526	20,00	14,92	7,547	20,50	19,50	13,092	19,00	20,00	7,721
	J_{30}	2,158	2,500	1,179	2,161	2,000	2,000	3,211	2,500	2,000	2,403
	J_{40}	1,684	2,000	0,463	1,904	1,500	1,500	0,287	2,000	1,500	1,890
	J_{50}	0,632	1,000	0,313	0,087	0,500	0,500	2,513	1,000	0,500	0,084
	J_{60}	1,737	2,000	44,77	1,331	1,500	1,500	26,447	2,000	1,500	1,244
	J_{23}	9,512	8,000	12,65	3,492	10,25	9,750	4,078	7,600	10,000	3,213
	J_{45}	2,667	2,000	1,476	21,85	3,000	3,000	0,114	2,000	3,000	22,47

Для количественного анализа связей между механизмами ИПЯ рассматриваемых ИПС были определены наиболее схожие показатели. Результаты предварительного анализа показали, что для дальнейшего исследования идентичности следует отобрать группу ИПС: $S_1=\{nigma.ru\}$, $S_2=\{qip.ru\}$, $S_5=\{ngs.ru\}$, $S_6=\{yandex.ru\}$, $S_8=\{rambler.ru\}$, $S_9=\{aport.ru\}$.

Согласно методу корреляционного анализа связей семантических особенностей поисковых механизмов автоматизированных информационных, были рассчитаны коэффициенты парных корреляции $r(Q_m, S_i, S_j)$. Из вычисленных таким образом коэффициентов корреляции были составлены корреляционные матрицы [5]. Для примера ниже приведена корреляционная матрица для последовательности запросов Q_2 в выделенном подмножестве шести ИПС $\{S_1, S_2, S_5, S_6, S_8, S_9\}$, рассчитанная по данным табл. 3:

$$r(Q_2, S_i, S_j) = \begin{pmatrix} 1 & & & & & \\ 0,99639 & 1 & & & & \\ 0,99898 & 0,99159 & 1 & & & \\ 0,99896 & 0,99155 & 0,99997 & 1 & & \\ 0,99612 & 0,99997 & 0,99118 & 0,99119 & 1 & \\ 0,99898 & 0,99157 & 0,99999 & 0,99999 & 0,99119 & 1 \end{pmatrix}$$

Видно, что коэффициенты парных корреляций очень близки к единице. Аналогичным образом выглядят остальные корреляционные матрицы, в которых коэффициенты парных корреляций все примерно равны 0,99, что свидетельствует об очень высокой степени корреляции, то есть тесноты связи между механизмами ИПЯ выбранных пар ИПС. Для таких очень близких к единице значений (0,99) нет необходимости анализировать статистическую значимость всех коэффициентов корреляции.

Для сравнения пар ИПС можно использовать парный критерий Стьюдента [6]. В качестве примера приведем результаты сравнения по этому критерию ИПС S_1 и S_5 для последовательности запросов Q_2 . Для этих ИПС экспериментальных данных из таблицы 3 наблюдаемое значение парного критерия Стьюдента $T(Q_2, S_1, S_5)=0,355$. Критическая точка двусторонней области распределения Стьюдента для пятипроцентного уровня значимости: $t_{0,05}(7)=2,365$. Видно, что выполняется неравенство $T(Q_2, S_1, S_5)=0,355 < 2,365 = t_{0,05}(7)$. Это означает, что результаты наблюдений для ИПС S_1 и S_5 различаются незначимо. Аналогичным образом была проверена значимость различия остальных всевозможных пар ИПС выбранной группы.

Наличие тесной связи, то есть гипотезу об аналогичности механизмов ИПЯ выбранной группы ИПС, можно подтвердить методом однофакторного дисперсионного анализа [5]. В качестве факторных групп выступают наборы значений восьми индексов $\{J_{10}, J_{20}, J_{30}, J_{40}, J_{50}, J_{60}, J_{23}, J_{45}\}$ для каждого запроса в выделенном подмножестве шести ИПС $\{S_1, S_2, S_5, S_6, S_8, S_9\}$. Поэтому количество групп $p=6$, а число уровней фактора $q=8$, тогда числа степеней свободы распределения Фишера-Снедекора $k_1=p-1=5$, $k_2=p \cdot (q-1)=42$.

Для показателей соответствующих столбцов $\{S_1, S_2, S_5, S_6, S_8, S_9\}$ были вычислены групповые средние $\langle J(Q_m, S_i) \rangle$ по каждой ИПС для каждой последовательности запросов, общие средние $\langle J_{\text{общ}}(Q_m) \rangle$ для каждой фиксированной последовательности запросов из табл. 1, факторные и остаточные дисперсии; наблюдаемые значения критерия Фишера-Снедекора. Результаты вычисления групповых и общих средних приведены в табл. 3.

Таблица 3

Групповые $\langle J(Q_m, S_i) \rangle$ и общие средние $\langle J_{\text{общ}}(Q_m) \rangle$

$\langle J(Q_m, S_i) \rangle$	S_1	S_2	S_5	S_6	S_8	S_9	$\langle J_{\text{общ}}(Q_m) \rangle$
Q_1	0,9562	0,9163	0,9085	0,9153	0,8920	0,8987	0,9102
Q_2	4,8658	4,6889	4,9075	4,4196	4,5138	4,8138	4,7516
Q_3	2,6802	2,7300	2,7534	2,7534	2,7300	2,7296	2,7211
Q_4	2,8997	2,7128	3,1482	3,2136	2,6155	2,6696	2,8765
Q_5	1,4871	1,1398	1,8167	1,8256	1,1424	1,7912	1,5334

Результаты вычисления факторных и остаточных сумм и дисперсий, а также наблюдаемых значений критерия Фишера-Снедекора приведены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты однофакторного дисперсионного анализа

	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5
$s_{\text{факт}}^2$	0,001048	0,164326	0,016912	0,521108	0,867311
$s_{\text{ост}}^2$	0,634645	45,72453	6,761433	30,41392	11,81401
$F_{\text{набл}}$	0,001651	0,003594	0,002501	0,017134	0,073414

Для указанных значений степеней свободы и уровня значимости $\alpha=0,05$ критическая точка распределения Фишера-Снедекора $F_{0,05}(5; 42)=2,43769$. Из последней строки табл. 4 видно, что для всех запросов выполняется неравенство $F_{\text{набл}} < F_{\alpha}(k_1; k_2)$, поэтому различие между механизмами ИПЯ выбранной группы ИПС признается незначимым, то есть случайным на заданном пятипроцентном уровне значимости.

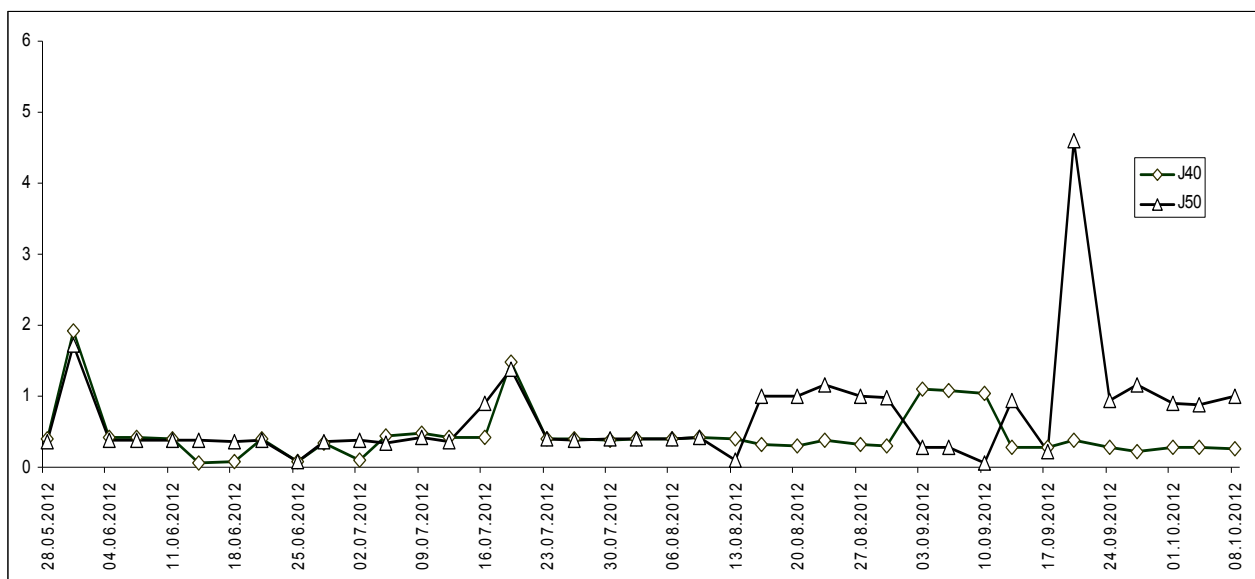
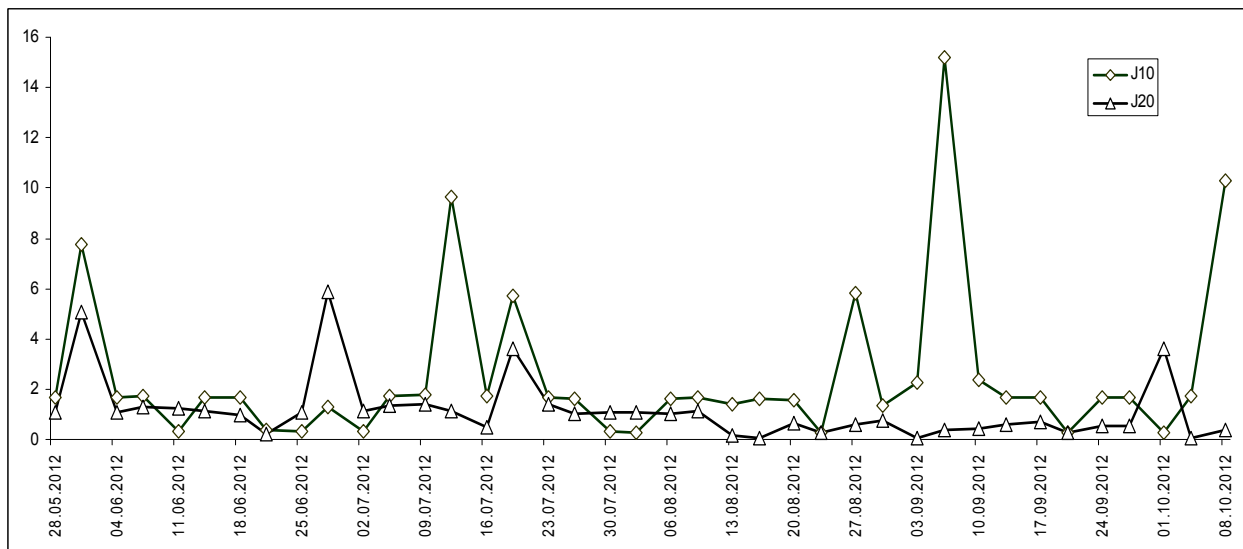
На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что все механизмы ИПЯ рассматриваемой группы ИПС $\{S_1, S_2, S_5, S_6, S_8, S_9\}$ являются идентичными.

3. Устойчивость показателей семантических связей

В связи с быстрым накоплением информации, появлением новых знаний, следует произвести анализ результатов поиска в ИПС в течение времени. Для анализа устойчивости с течением времени результатов информационного поиска целесообразно использовать количественные показатели, характеризующие выполнение последовательности запросов. В проведенных компьютерных экспериментах была использована последовательность запроса Q_3 (табл. 1), а в качестве ИПС S был выбран наиболее полярный поисковик Google.

Поскольку в различные моменты времени результаты информационного поиска по одному и тому же запросу могут отличаться, а результат выполнения запроса заранее предсказать нельзя, то величины $A_i=A_i(t)$ и $J_{ij}=J_{ij}(t)$ следует рассматривать как случайные процессы. В результате проведения одного и того же запроса в различные моменты времени можно получить реализацию соответствующего случайного процесса. Для анализа будем использовать группу показателей $\{J_{10}, J_{20}, J_{30}, J_{40}, J_{50}, J_{60}, J_{23}, J_{45}, J_{16}\}$.

Методика проведения исследований следующая. В строке поиска ИПС $S=\{Google\}$ вводится первая ЛЕ последовательности $Q_{(n)}$. Количество выданных по этому запросу документов есть величина $A_1(t_1)$. Затем в этой же ИПС вводится второй член последовательности $Q_{(c)}$. Количество выданных по этому запросу документов есть величина $A_2(t_1)$. И так далее для всех членов последовательности Q , в результате чего получается необходимый набор объемов $A_i(t_1)$. Затем с помощью этих величин вычисляются реализации $J_{ij}=J_{ij}(t_1)$.



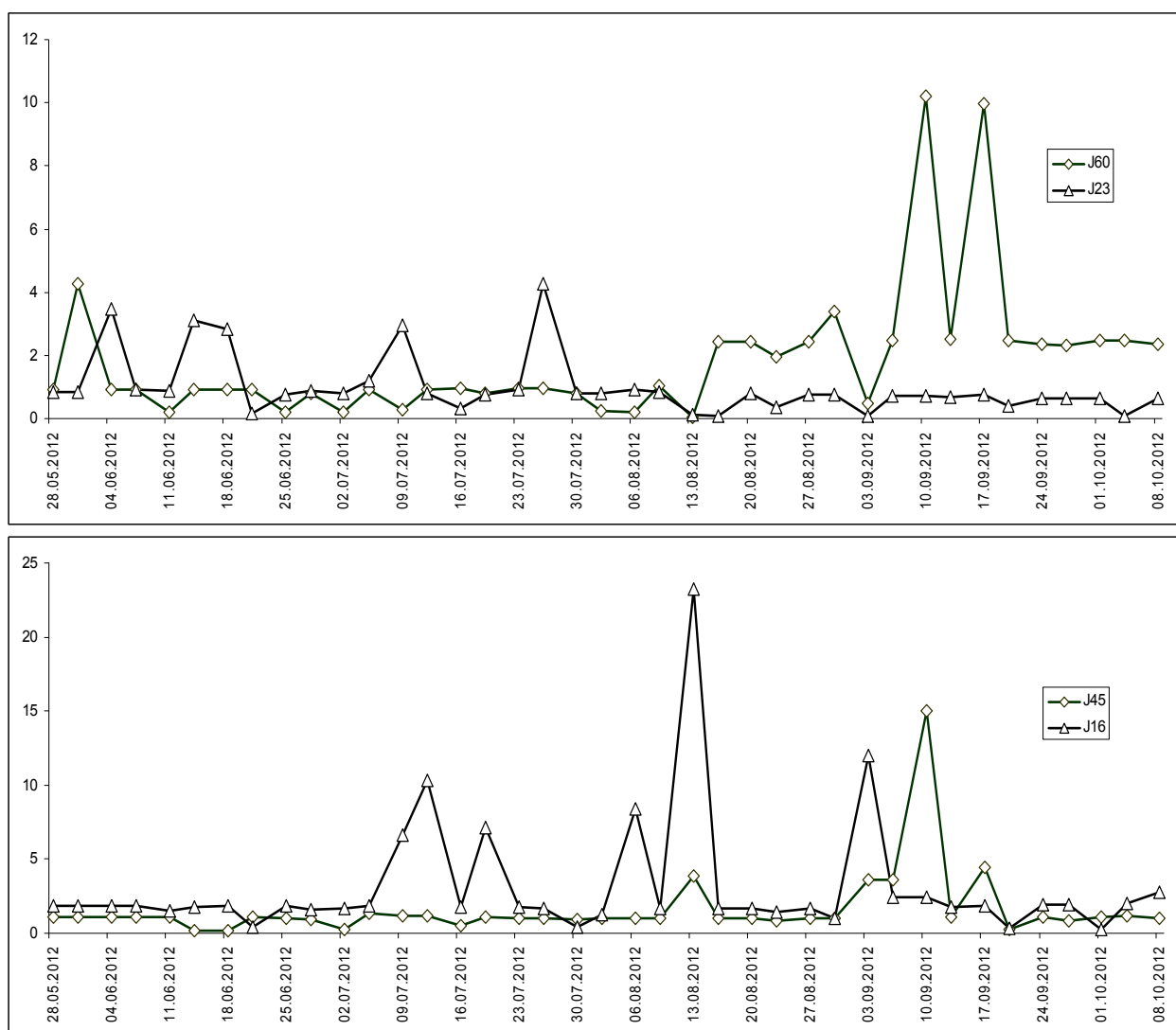


Рис. 1. Графики реализаций показателей семантических связей

Далее вся процедура повторяется через определенные интервалы времени. Изменения проводились с частотой два раза в неделю в период с 28.05.12 по 08.10.12. В результате получен целый набор значений для различных моментов времени $J_{ij}(t_1)$, $J_{ij}(t_2)$,... $J_{ij}(t_n)$, которые представляют собой реализации соответствующих случайных процессов. На рис. 1 представлены графики полученных реализаций некоторых процессов $J_{ij}(t)$.

Хорошо видно, что результаты информационного поиска испытывают флюктуационные колебания, а величины каждого показателя группируются около определенных средних значений: $\bar{J}_{ij} = \sum_{k=1}^n J_{ij}(t_k) / n$, где n – количество моментов наблюдений t_k . Было проведено $n=39$ наблюдений в указанный период времени.

Результаты вычисления средних значений, исправленных дисперсий и доверительных интервалов для средних приведены в табл. 5 (после сглаживания).

Таблица 5

	J_{10}	J_{20}	J_{30}	J_{40}	J_{50}	J_{60}	J_{23}	J_{45}	J_{16}
\bar{J}_{ij}	1,562	0,916	1,312	0,389	0,532	1,263	0,650	0,932	1,745
Исправленная дисперсия	1,501	0,600	0,286	0,054	0,101	0,766	0,081	0,088	1,777
Доверит. интервал	(1,141; 1,983)	(0,658; 1,175)	(1,122; 1,502)	(0,312; 0,466)	(0,423; 0,642)	(0,962; 1,563)	(0,551; 0,749)	(0,829; 1,036)	(1,256; 2,234)

Таким образом, по результатам исследований динамики показателей информационного поиска, приведенных в данном пункте, можно сформулировать следующие выводы.

1) Результаты информационного поиска с течением длительного времени испытывают колебания, которые носят стохастический характер в силу флуктуаций работы в глобальной сети.

2) С течением времени реализации каждого показателя полноты семантических связей группируются около соответствующих средних значений.

3) Проведенные исследования демонстрируют наличие устойчивости результатов поисковых запросов в глобальной сети в течение времени.

Заключение.

Гипотеза об идентичности особенностей ИПЯ при простой форме поиска для таких популярных поисковиков, как *nigma.ru*, *qip.ru*, *ngs.ru*, *yandex.ru*, *rambler.ru*, *aport.ru*, подтверждена экспериментальными данными методами корреляционного анализа, однофакторного дисперсионного анализа, а также с помощью анализа значимости различия по парному критерию Стьюдента.

Проведенное исследование динамики реализаций показателей семантических связей показало наличие устойчивости их поведения во времени. В частности, установлено, что реализации показателей семантических связей группируются около соответствующих средних значений.

Следует отметить, что для полученных данных при исследовании Интернет-поисковых систем сформулированные в п.1 неравенства выполняются не для всех запросов и не для всех показателей. Более того, исследование устойчивости в Google также демонстрирует, что указанные неравенства выполняются не для всех выделенных реализаций показателей семантических связей J_{ij} . Поэтому нет оснований предполагать, что в обследованных ИПС реализованы алгоритмы, автоматически учитывающие парадигматические отношения между лексическими единицами (терминами) запросов в полном объеме при простой форме поиска.

Список литературы

1. Антопольский, А. Б. Лингвистическое обеспечение электронных библиотек [Электронный ресурс] // Российский научно-электронный журнал «Электронные библиотеки». – 2002. – № 2. – Режим доступа: <http://www.elbib.ru>. – Загл. с экрана.
2. Гендина, Н. И. Лингвистические средства автоматизации документального поиска. – СПб., 1992.
3. Zadeh, L. A. Fuzzy Sets as a Basis for a Theory of Possibility // *Fuzzy Sets and Systems*. – 1978. – Vol. 1. – No. 1. – pp.3-28.
4. Савотченко, С.Е. Математический метод сравнительного анализа семантических особенностей информационно-поисковых систем / С.Е. Савотченко, А.Е. Логинова // Теория и практика общественного развития. – 2012. – № 6. – С. 101-104.
5. Рыжов, А.П. Модели поиска информации средствами теории нечетких множеств. – М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2004. – 96 с.
6. Математическая статистика: учеб. для вузов / В.Б. Горяинов, И.В. Павлов, Г.М. Цветкова и др.; под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 424 с.

SEMANTIC RELATION INDICATORS OF INFORMATION SEARCH SYSTEMS

S.E. SAVOTCHENKO¹
E.A. PROSKURINA²

¹⁾ *Belgorod Institute of Postgraduate Education and Professional Retraining of Specialists*

²⁾ *Belgorod State Institute of Arts and Culture*

e-mail:
savotchenko@hotmail.ru
lenok_altx10@mail.ru

The article is devoted to the development of linguistic support of information search systems. The definitions of main indicators of semantic relations are given in this work. The research results on correlation and dynamic stability of these indicators by the example of the most popular search systems are summarized.

Keywords: information search, computer science, information search systems, information search languages, linguistic support of information search systems.

ОЦЕНКА РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОБЪЕКТ ИНФОРМАТИЗАЦИИ С ПОМОЩЬЮ АППАРАТА НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

В.Я. ИЩЕЙНОВ¹
С.М. ЧУДИНОВ²

¹⁾ *Российский государственный гуманитарный университет,*
²⁾ *ОАО «СуперЭВМ», г. Москва*

e-mail:
opr_dmitr@mail.ru
chud35@yandex.ru

В работе приведена оценка риска воздействия на объект информатизации с помощью аппарата нечетких множеств. Разработана методика оценки эффективности защиты объекта информатизации. Предлагаемый метод позволяет произвести оценку риска, связанного с различными видами (типами) нарушителя и оценить конкретный риск для сопоставления его с допустимыми значениями.

Ключевые слова: информационная система, оценка риска, несанкционированное действие, модель нарушителя, рискованные показатели.

Методы защиты информации на объектах информатизации (и не только) классифицируются в соответствии с возможными каналами утечки: оптическим, акустическим, электромагнитным, материально-вещественным и т.п. и их (методов) может быть множество.

Можно выделить наиболее значимые из них:

- по целям действия (предупреждение, выявление, ...);
- по направлениям (правовая, организационная, инженерно-техническая ...);
- по виду угроз (целостность, конфиденциальность ...);

по объектам (территория, объект информатизации, автоматизированное рабочее место ...);

- по уровню охвата (групповая, индивидуальная ...);
- по активности (активная, пассивная).

Необходимо также рассматривать методы защиты информации по этапам работ.

1. Определение ресурсов, которые необходимо защищать.
2. Выявление угроз.
3. Оценка рисков.
4. Определение требований к системе защиты.
5. Выбор средств.
6. Внедрение.
7. Контроль за работой средств защиты.

В данной работе рассматриваются оценка риска воздействия на объект информатизации, имея в виду риск утраты конфиденциальной информации, т.е. безопасности для объекта информатизации.

В федеральном законе [1] записано, что безопасность – состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства. Применительно к объекту информатизации понятие «безопасность» подразумевает его безопасность как критически важного объекта для защиты секретной, конфиденциальной информации, так как имеются риски потенциальных угроз воздействия на нее с целью хищения или воздействия.

Причиной возникновения таких угроз могут быть внешние воздействия, внутренние воздействия и стихийные бедствия.

Внешние и внутренние угрозы будем рассматривать с точки зрения возможного несанкционированного воздействия человека на объект информатизации.

Реализация потенциальных угроз безопасности объекта информатизации связана с неопределенностями, вызванными воздействиями различных факторов, которые могут породить риски или способствовать их проявлению [2].

Риски воздействия на безопасность объекта информатизации могут быть реально опасными, в случае реализации конкретной угрозы в кризисной ситуации она оценивается как вполне возможная, а величина порождаемого угрозой ущерба является значимой.

Рассмотрим оценку рисков при осуществлении несанкционированного доступа с помощью теории рисков [2], где оценки последствия риска представляются в виде вероятности посягательства нарушителя на объект информатизации, вероятности пресечения действий нарушителя и ущерба, который может быть от реализации угроз безопасности объекта информатизации.

Таким образом это запишется в виде:

$$Q = Ch(1 - Cэф)U, \tag{1}$$

где Q – величина риска от несанкционированного доступа;
 Ch – вероятность воздействия нарушителя на объект информатизации;
 $Cэф$ – вероятность эффективности защиты объекта информатизации;
 $(1 - Cэф)$ – вероятность успешных действий нарушителя;
 U – размер ущерба.

Расчет ожидаемого размера ущерба может быть рассчитан по формуле:

$$U_{оу} = \sum_j (1 - \alpha_{ij} \cdot E_{ij}), \tag{2}$$

где α_{ij} – величина, характеризующая качественное влияние i – меры защиты, обеспечиваемой техническими средствами защиты (ТСЗ), при j – угрозе безопасности;

E_{ij} – удельная эффективность ТСЗ.

Что должен сделать руководитель, решивший создать систему информационной безопасности? Наверное, выбрать приоритетные направления в этой области. Их может быть несколько. В общем случае это обеспечение доступности, конфиденциальности и целостности информации, иногда говорят еще о неотказуемости ее получения и создании системы физической защиты.

В зависимости от направления применяют различные средства защиты. Если наиболее значима конфиденциальность, т.е. угрозу для бизнеса представляет именно разглашение сведений, то наиболее эффективными при выстраивании защиты будут межсетевые экраны, средства разграничения доступа и антивирус.

Чем важнее информация, тем больше различных средств защиты придется установить, и тем сложнее могут быть их настройки.

Если первостепенным является гарантирование целостности информации, то полезно организовать резервное копирование и работать над увеличением надежности компьютерной системы – главное, уберечь информацию от случайных и намеренных искажений. Также актуальной в этом случае будет антивирусная защита.

Если предоставляется круглосуточный информационный ресурс, то очень важно, чтобы он был доступным. В этом случае свойство доступности окажется главным, для его обеспечения следует определенным образом организовать распределение нагрузки на серверах, осуществлять резервное копирование информации, применять антивирусную защиту.

Что касается конфиденциальности, то даже если это открытый информационный ресурс, работающий 24 часа в сутки, и все материалы на нем предоставляются бесплатно, пароли администратора необходимо держать в секрете. Это важно, так как если нарушитель получит доступ к Интернет-сайту, пользуясь привилегиями администратора, он сможет подменить документы, размещенные там, и пользователи получат недостоверную информацию. В этом случае свойства доступности и целостности информации будут нарушены, информация – искажена или удалена.

Все рассмотренные направления, кроме системы физической защиты, достаточно полно рассмотрены в различных источниках. На наш взгляд, важнее оценить вероятность успешных действий нарушителя, которые коррелируются с оценкой эффективности системы физической защиты.

Способы оценки каждой составляющей в формуле оценки риска (1) находятся в зависимости от имеющихся статистических данных и математических моделей исследуемого процесса.

Модель безопасности конфиденциальной информации в информационной среде разработана и рассмотрена в работе [3] в виде функциональной модели угроз безопасности:

$$F_y(t) = f\{F_1(t), F_2(t), F_3(t), F_4(t), F_5(t), F_6(t)\}, \tag{3}$$

где $F_1(t)$ – функция источника угроз;
 $F_2(t)$ – функция угроз через каналы доступа;
 $F_3(t)$ – функция угроз по способам реализации;
 $F_4(t)$ – функция угроз через объекты воздействия;
 $F_5(t)$ – функция угроз по виду информации;
 $F_6(t)$ – функция угроз по виду нарушаемого свойства информации.

В связи с отсутствием статистических данных для оценки величин в формуле (1), и это в первую очередь связано с тем, что каждая система физической защиты объектов информатизации достаточно индивидуальная, предлагается применить для оценки теоретико-вероятностный метод, а именно метод нечетких множеств, оперирующий с интервальными (нечеткими) оценками.

Такой оценке подвергаются вероятность попыток нарушителя воздействовать на объект информатизации и последствия несанкционированных действий в случае их реализации.

Поскольку оценка последствий проводится на основании результатов, полученных с использованием теоретико-вероятностных методов, к сожалению, они не могут учесть весь спектр параметров (угроз), влияющих на процесс, в связи с чем оценка рисков будет иметь значительную погрешность.

Поэтому целесообразно использовать экспертные допущения, рассматривающие результаты уже проводимых оценок на другие конкретные случаи.

В основу метода нечетких множеств положена так называемая функция принадлежности $\mu(x)$, принимающая значения вероятности того, что x принадлежит некому множеству. С учетом того, что функция принадлежности будет строиться исходя из обработки мнений экспертов, они будут иметь дискретный (ступенчатый) характер, что определяется наличием конечного числа экспертов.

Для операций с функциями этого вида были разработаны специальные методы перемножения функций принадлежности, умножения на число и дефаззификация (получения точного значения) [4].

В предлагаемом методе используются следующие функции.

1. Функция $Y(x)$ принадлежности привлекательности канала физической защиты (КФЗ) к вероятностному интервалу, область определения которой $[0;1]$ и рассчитывается по формуле:

$$Y(x) = \frac{1}{H} \sum_{i=1}^h k_i \cdot v_i(x), \quad (4)$$

где H – число экспертов, участвующих в оценке;

h – число термов во множестве лингвистических переменных;

k_i – число экспертов, использующих для описания i -ый терм;

$v_i(x)$ – функция принадлежности вероятности к i -ому терму.

Терм – лингвистическая переменная, принимающая значение из определенного множества (крайне привлекательно, очень привлекательно, привлекательно, мало привлекательно, непривлекательно).

2. Функция принадлежности вероятности к терму. Определяется экспертным методом путем графического сложения интервалов, которые каждый эксперт относит к терму.

3. Функция принадлежности частоты нападения на объект информатизации. Определяется экспертным путем. Обозначается $S(x)$, область определения которой $[0; \infty]$.

4. Функция оценки последствий несанкционированного доступа (НСД). Обозначается $U(x)$, определяется экспертным путем на объекте информатизации и представляет собой функцию принадлежности последствий доступу определенному интервалу последствий НСД.

5. Степень принадлежности последствий НСД к тому или иному интервалу. Интервал последствий НСД – диапазон последствий НСД, определяемый нормативными документами, – относящихся к одной категории (локальных, местных, территориальных, региональных последствий НСД).

Применение аппарата нечетких множеств разбивается на несколько этапов.

Вначале определяется модель нарушителя. Далее проводится опрос экспертов и определяются зависимости привлекательности КФЗ для конкретной модели нарушителя в зависимости от эффективности системы физической защиты (СФЗ) и последствий НСД.

На следующем этапе проводится опрос экспертов о связи термов с числовыми значениями, на основе которых строится функция принадлежности вероятности к терму. После чего на основании выбора термов, полученных ранее, и функции принадлежности вероятности к терму по формуле (4) рассчитываем привлекательность КФЗ ($Y(x)$) с учетом эффективности его СФЗ и последствий НСД.

Затем определяется функция принадлежности частоты нападений на объект информатизации конкретным типом нарушителя $C(x)$. Опрашиваемые эксперты должны дать прогноз того, как часто (раз в определенный момент времени) нарушитель рассматриваемого типа может посягнуть на объект информатизации.

В соотношении (1) вероятность посягательств нарушителя оценивается как произведение частоты посягательства на объект информатизации и показателя привлекательности КФЗ:

$$Ch = Y(x) \cdot C(x). \tag{5}$$

На следующем этапе силами объектовых и других привлеченных экспертов строится функция оценки возможных последствий НСД для данного КФЗ. Масштаб последствий НСД при наличии соответствующей методики мог бы быть оценен достаточно точно, однако, в большинстве случаев существует неопределенность в исходных данных, что снижает точность оценки. Поэтому для определения последствий НСД наиболее применим экспертный метод, но эксперты должны быть ознакомлены с расчетными оценками последствий НСД в наихудших случаях.

Соответственно эксперты могут дать оценку только в виде интервалов. Чем уже интервал, тем точнее оценка, тем больший вес должно иметь мнение эксперта. Поэтому при сложении «высота» интервала должна быть обратно пропорциональна его длине.

Для расчета вводится значение li – длины интервала, которая равна разнице между наибольшим значением интервала и его наименьшим значением. Максимальный интервал обозначим как l_{max} . Тогда «высота» интервала определяется из соотношения:

$$Y_i = (l_{max} / li) \cdot k, \tag{6}$$

где k – определяется из условия $\sum_{i=1}^h Y_i = 1$.

Далее проводится оценка эффективности защиты объекта информатизации. В случае если область определения функции принадлежности последствий НСД охватывает два и более интервала, тогда необходимо определить интегральную функцию привлекательности. Для этого функции привлекательности, соответствующие каждому из интервалов, должны быть умножены на коэффициент принадлежности последствий к интервалу (проведено нормирование) и полученные функции принадлежности сложены между собой.

Затем необходимо провести умножение функции принадлежности частоты на привлекательность и на $(1 - C_{эф})$, в результате получается функция принадлежности индивидуального риска в зоне поражения. Умножение на функцию принадлежности, описывающую ущерб (или на точное значение ущерба, если имеется возможность его оценки), позволяет получить значение материального риска.

С учетом ступенчатого вида функций принадлежности, а также имеющейся специфики работы с функциями принадлежности, необходимо описать алгоритмы их умножения [4].

Операция умножения нечетких чисел (интервалов) обозначается через

$$Y \cdot v = U\{\delta, \mu(\delta)\}, \tag{7}$$

где функция принадлежности результата $\mu(\delta)$ определяется по формуле [4]:

$$\mu(\delta) = \sup\{\min\{\mu(x), \mu(y)\}\}, \tag{8}$$

где $\delta = x \cdot y$.

Указанная операция для рассматриваемого типа функций принадлежности достаточно легко выполняется расчетом на ЭВМ.

Для того чтобы от функции принадлежности перейти к точному значению риска, используются методы дефаззификации, например, с помощью определения «центра тяжести» или «центра площади» [4].

Таким образом, для каждой модели нарушителя и для каждого КФЗ определяются показатели риска в виде частоты возникновения рисковомого события или стоимостной оценки ущерба в зависимости от решаемой задачи.

Поле распределения показателей представляется в виде таблицы.

Таблица

Поле распределения рисковых показателей

	КФЗ ₁	КФЗ ₂	...	КФЗ _i	
Модель 1					i-й по строке риск – риск при действиях данного типа нарушителя
Модель 2					
...					
Модель i					
	i-й по столбцу риск для кон- кретного КФЗ				

Из рассмотрения поля распределения рисковых показателей следует, что максимальное значение риска в строке есть максимальный риск при действиях конкретного типа нарушителя.

Предлагаемый метод с применением аппарата нечетких множеств позволяет произвести оценку риска, связанного с различными видами (типами) нарушителя и оценить конкретный риск для сопоставления его с допустимыми значениями.

Список литературы

1. Федеральный закон от 28.12.2010 г. №390-ФЗ «О безопасности».
2. Вишняков Л.Д., Радаев Н.И. Общая теория рисков. – М.: Академия, 2007.
3. Ищeyнов В.Я., Чудинов С.М. Модель безопасности конфиденциальной информации в информационной системе // Научные ведомости Белгородского государственного университета, 2012. – Вып. 23/1, №13 (132).
4. Леоненков А.В. Нечетное моделирование в среде Matlab fuzzy TECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.

RISK ASSESSMENT OF IMPACT ON PROPERTY INFORMATION BY FUZZY SETS

V.J.ISCHEYNOV¹
S.M. CHUDINOV²

¹ RGGU,
² НИИ «SuperEVM»,
Moscow

e-mail:
opr_dmitr@mail.ru chud35@yandex.ru

This paper provides estimates of risk from exposure to the object information using fuzzy sets. Developed method of estimating the efficiency of information asset protection. The proposed method allows to assess the risk associated with different types (types) of the offender and assess the specific risk to match it with the correct values.

Keywords: information system, risk assessment, the unauthorized action, of the model offender, risk indicators.

МОДЕЛЬ РАСПОЗНАЮЩЕГО АВТОМАТА В СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ МЕЖБЮДЖЕТНЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ

Е.Д. СТРЕЛЬЦОВА
И.В. БОГОМЯГОВА
В.С. СТРЕЛЬЦОВ

*Южно-Российский государственный технический университет (НПИ),
г. Новочеркасск*

e-mail: el_strel@mail.ru

Предложена автоматная модель распознавания составных термов, описывающих в качественном виде характеристики доходов и расходов бюджета. Автомат задаётся функцией переходов, состояния которого соответствуют нетерминальным символам заданной формальной грамматики, генерируемой составные термы, а входные сигналы – терминальным символам. Автомат допускает только те цепочки символов, которые принадлежат языку, порождаемому формальной грамматикой. Предложен метод построения семантического правила лингвистической переменной, применяемой для качественного анализа в процессе управления бюджетом.

Ключевые слова: бюджет, экономико-математическая модель, лингвистическая переменная, формальная грамматика, конечный автомат.

Введение

На современном этапе развития взаимоотношений в Российской Федерации между органами власти всех уровней встаёт проблема совершенствования межбюджетных отношений, эффективное решение которой возможно посредством повышения качества финансового менеджмента. Принимаемые в процессе управления государственными и муниципальными финансами решения призваны повысить заинтересованность территорий в экономическом развитии, а также обеспечить наиболее полное и качественное удовлетворение спроса граждан на бюджетные услуги с учётом объективных различий в потребностях населения и особенностей социально-экономического развития. В аспекте управления межбюджетными отношениями всё большее значение приобретают вопросы принятия эффективных управленческих решений, что объективно обуславливает необходимость применения современных информационных систем и технологий поддержки принятия решений, базирующихся на использовании экономико-математических методов, моделей. Но решение задач в области управления межбюджетным регулированием на всех уровнях бюджетной системы РФ усложняется тем, что процесс принятия решений осуществляется в условиях нестабильного характера поступлений и расходований бюджетных средств, отсутствия полной и точной информации о состоянии бюджета на планируемый период. В связи с этим процесс принятия управленческих решений во многом основывается на интуиции, профессиональном опыте менеджеров. Несмотря на то, что в бюджетной системе любого уровня существуют инструкции по принятию решений, правила, логические схемы анализа текущих ситуаций и выбора решений, управление не сводится к набору чётко описанных процедур. Имеются ситуации, при которых величина доходов и расходов бюджета не может быть описана количественно и представляется качественными характеристиками, генерируемыми профессионалами в процессе их мыслительной деятельности. Вследствие этого возникающие задачи, связанные с распределением бюджетных средств между уровнями бюджетной системы РФ, не могут быть полностью формализованы.

Таким образом, возникает проблема обеспечения процесса управления межбюджетным регулированием такими инструментами, которые оперируют с нечёткой информацией и позволяют учитывать точки зрения различных специалистов в этой области. Потенциал методов количественного анализа является крайне ограниченным при обработке субъективных неформализованных мнений и суждений экспертов и включении естественного интеллекта в процесс принятия решений. Однако применение экономико-математических и инструментальных методов для выполнения отдельных этапов процессов принятия решений является целесообразным, т.к. эти методы позволяют во многих ситуациях предвидеть и оценивать последствия принимаемых решений. Другое дело, что задачи принятия решений в сфере межбюджетного регулирования нуждаются в разработке иных моделей, функционирующих на базе качественных измерений, качественного анализа, пришедшего на смену традиционного количественного математического анализа.

Постановка задачи синтеза распознающего автомата

В [1] предложен лингвистический подход к моделированию бюджетных потоков, позволяющий обрабатывать на ЭВМ качественные характеристики бюджета посредством задания формальной грамматики, позволяющей порождать простые и составные термы. Но в любой формальной грамматике рассматриваются следующие основные проблемы:

- проблема анализа, состоящая в построении алгоритма, который для каждого слова, допускаемого данной грамматикой, строит вывод этого слова;
- проблема вхождения, состоящая в построении алгоритма, который для каждого задаваемого слова позволяет определить, принадлежит ли оно языку, допускаемому данной грамматикой;

Результаты решения проблемы анализа в построенной формальной грамматике $G = \langle V_T, V_N, \delta, P \rangle$ изложены в [1], где $V_T = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9, a_{10}, a_{11}\}$ – конечный основной терминальный алфавит; $V_N = \{\Psi_1, \Psi_2, \Psi_3, \Psi_4\}$ – конечный вспомогательный (нетерминальный) алфавит; $\delta \in V_N$ – начальный (нетерминальный) символ $\delta = \Psi_1$, представляющий собой аксиому грамматики; $P = \{\Psi_i \rightarrow u_i / i = \overline{1, k}\}$ – набор правил вывода, представляющий собой конечную систему подстановок.

Элементами терминального множества V_T являются: $a_1 = \text{очень}$; $a_2 = \text{большой}$; $a_3 = \text{весьма}$; $a_4 = \text{не}$; $a_5 = \text{малый}$; $a_6 = \text{средний}$; $a_7 = \text{и}$; $a_8 = \text{или}$; $a_9 = \text{существенно}$; $a_{10} = \text{более или менее}$; $a_{11} = \text{вполне}$.

Подтермы служат для образования составных термов из атомарных термов и в дальнейшем играют роль модификаций, т.е. операций над нечёткими множествами, в которых атомарные термы служат нечёткой переменной. В [1] разработана система правил вывода P , в которую включены следующие продукции:

$$\begin{aligned}
 P_1 : \delta \rightarrow a_2; & \quad P_2 : \delta \rightarrow a_1 \Psi_2; & \quad P_3 : \Psi_2 \rightarrow a_2; & \quad P_4 : \Psi_2 \rightarrow a_1 \Psi_2; \\
 P_5 : \delta \rightarrow a_3 \Psi_2; & \quad P_6 : \delta \rightarrow a_4 \Psi_2; & \quad P_7 : \Psi_2 \rightarrow a_4 \Psi_3; & \quad P_8 : \Psi_3 \rightarrow a_2; \\
 P_9 : \Psi_2 \rightarrow a_5; & \quad P_{10} : \Psi_3 \rightarrow a_5; & \quad P_{11} : \Psi_2 \rightarrow a_6; & \quad P_{12} : \Psi_3 \rightarrow a_6; \\
 P_{13} : \Psi_2 \rightarrow a_2 \Psi_4; & \quad P_{14} : \Psi_4 \rightarrow a_7 \Psi_2; & \quad P_{15} : \Psi_4 \rightarrow a_8 \Psi_2; & \quad P_{16} : \Psi_1 \rightarrow a_9 \Psi_2; & \quad P_{17} : \Psi_3 \rightarrow a_1 \Psi_3; \\
 P_{18} : \delta \rightarrow a_5; & \quad P_{19} : \delta \rightarrow a_6; & \quad P_{20} : \Psi_2 \rightarrow a_3 \Psi_2.
 \end{aligned}$$

На базе этих продукций в [1] построена система выводов, позволяющая из стартового символа δ выводить простые и составные цепочки, построена система уравнений, задающая порождаемый предложенной грамматикой язык и получено решение построенной системы уравнений в виде регулярных выражений в заданном алфавите. Это решение позволяет строить бесконечное множество слов формального языка $L(G)$, задаваемого посредством формальной грамматики G .

В этой статье излагаются результаты решения проблемы вхождения. Необходимость решения этой проблемы обусловлена тем, что в процессе принятия решений в нечёткой среде на основе применения экономико-математических моделей возникает необходимость использования не только тех составных термов (цепочек), которые генерируются посредством положенных в основу построенной порождающей формальной грамматики G правил, но и применения термов, составленных управленческим персоналом, т.е. лицом, принимающим решение (ЛПР). В связи с этим в комплексе моделей принятия решений, функционирующих в нечёткой среде, необходим блок, осуществляющий распознавание цепочек, поступающих на вход системы принятия решений. С этой целью в состав комплекса моделей по управлению межбюджетным регулированием включена модель распознавания цепочек (слов), представляющая собой распознающий автомат. В данной статье изложены результаты решения задачи синтеза распознающего автомата. Генерируемые составные термы $t \in L(G)$ должны принадлежать множеству допустимых слов языка $L(G)$, порождённых формальной грамматикой $G = \langle V_T, V_N, \delta, P \rangle$. Эта грамматика является праволинейной, т.к. каждая продукция $P_i \in P$ имеет вид $P_i : \Psi_i \rightarrow Z$, где

$\Psi_i \in V_N, Z = \begin{Bmatrix} a\tau \\ a \end{Bmatrix}, a \in V_T, \tau \in V_N$. Для решения задачи распознавания цепочек в диссертации осуществляется переход от праволинейной грамматики G к автоматной грамматике $G^a = \langle V_T^a, V_N^a, \delta, P^a \rangle$. В языке, порождённом грамматикой G^a , набор терминальных и нетерминальных символов совпадает с набором таковых, порождённых грамматикой G , т.е. $V_T^a = V_T$. В состав множества нетерминальных символов V_N^a вводится символ φ заключительного состояния автомата. Таким образом, нетерминальные символы автоматной грамматики G^a представляют собой упорядоченное множество $V_N^a = \langle \Psi_1, \Psi_2, \Psi_3, \Psi_4, \varphi \rangle, \Psi_1 = \delta$, где φ – заключительное состояние, введённое в грамматику G^a . Введение заключительного состояния φ приводит к увеличению мощности множества нетерминалов грамматики V_N^a на единицу, т.е. $|V_N^a| = |V_N| + 1$. Правила вывода P^a грамматики G^a составлены на основе продукций P формальной грамматики G и имеют вид:

$$\begin{aligned}
 &P_1^a : \delta \rightarrow a_2\varphi; & P_2^a : \delta \rightarrow a_1\Psi_2; & P_3^a : \Psi_2 \rightarrow a_2\varphi; & P_4^a : \Psi_2 \rightarrow a_1\Psi_2; & P_5^a : \delta \rightarrow a_3\Psi_2; \\
 &P_6^a : \delta \rightarrow a_4\Psi_2; & P_7^a : \Psi_2 \rightarrow a_4\Psi_3; & P_8^a : \Psi_3 \rightarrow a_2\varphi; & P_9^a : \Psi_2 \rightarrow a_5\varphi; & P_{10}^a : \Psi_3 \rightarrow a_5\varphi; \\
 &P_{11}^a : \Psi_2 \rightarrow a_6\varphi; & P_{12}^a : \Psi_3 \rightarrow a_6\varphi; & P_{13}^a : \Psi_2 \rightarrow a_2\Psi_4; & P_{14}^a : \Psi_4 \rightarrow a_7\Psi_2; & P_{15}^a : \Psi_4 \rightarrow a_8\Psi_2; \\
 &P_{16}^a : \Psi_1 \rightarrow a_9\Psi_2; & P_{17}^a : \Psi_3 \rightarrow a_1\Psi_3; & P_{18}^a : \delta \rightarrow a_5\varphi; & P_{19}^a : \delta \rightarrow a_6\varphi; & P_{20}^a : \Psi_2 \rightarrow a_3\Psi_2.
 \end{aligned}$$

Для перехода к конечному автомату, распознающему допустимые последовательности терминальных символов, автоматной грамматике G^a ставится в соответствие конечный автомат $R = \langle Q, A, q_1, F, q_\varphi \rangle$, где $Q = \langle q_0, q_1, q_2, q_3, q_\varphi \rangle$ – множество состояний автомата R ; $q_0 \in Q, q_\varphi \in Q$ – соответственно начальное и заключительное состояния; A – входной алфавит, $A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9, a_{10}, a_{11}\}$; $F : A \times Q \rightarrow Q$ – функция переходов автомата R . Автомат R задаётся следующим образом. Элементам множества нетерминальных символов V_N^a грамматики G^a ставятся в соответствие элементы множества состояний $Q = \{q_i\}_{i \in I}$ такие, что $q_1 = \Psi_1; q_2 = \Psi_3; q_4 = \Psi_4; q_\varphi = \varphi$. Тогда мощность множества состояний автомата R будет равна $|Q| = |V_N^a| = |V_N| + 1$. Функция переходов $F : Q \times A \rightarrow Q$ автомата R задаётся таблицей переходов (табл. 1).

Таблица 1

Таблица переходов автомата R

$q \in Q$ $a_i \in A$	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9
q_1	q_2	q_φ	q_2	q_2	q_φ	q_φ			q_2
q_2	q_2	q_φ, q_4	q_2	q_3	q_φ	q_φ			
q_3	q_3	q_φ			q_φ	q_φ			
q_4	q_4								
q_φ							q_2	q_2	

В табл. 1 переходы автомата из состояний q_j в состояние q_i под действием символа a_k соответствуют правилу вывода (продукции) $q_j \rightarrow a_k q_i$. По таблице можно убедиться, что автомат R допускает все те и только те цепочки символов, которые принадлежат языку L^a , порождаемому грамматикой G^a . Если предъявленная автомату R цепочка входных символов $a_{i_1}, a_{i_2}, \dots, a_{i_k}$ принадлежит языку L^a , порождаемому грамматикой G^a , то автомат доходит до состояния q_φ и останавливается.

Распознающий автомат R отображается в памяти ЭВМ посредством своей функции перехода $F: Q \times A \rightarrow Q$, представляющей собой множество $F = \{(q_i, a_l, q_j) / q_i \in Q, a_l \in A, q_j \in Q\}$ упорядоченных троек, которые задаются таблицей перехода. Элементы $(q_i, a_l, q_j) \in F$ этого множества интерпретируются как набор команд вида $q_i, a_l \rightarrow q_j$, описывающих функционирование автомата R и допускающих язык $L(G)$. Команда $(q_i, a_l \rightarrow q_j)$ осуществляет переход автомата R из состояния q_i в состояние q_j под действием буквы a_l и соответствует некоторой продукции вида $P_\alpha: q_i \rightarrow a_l q_j$ системы семантических правил автоматной грамматики G . В начальный момент времени автомат находится в состоянии q_1 . Поступление на вход автомата R цепочки символов $\tilde{a} = a_{i_1}, a_{i_2}, \dots, a_{i_k}$ в результате её распознавания соответствует активизации последовательности команд $(q_1, a_{i_1} \rightarrow q_{j_1}), (q_{j_1}, a_{i_2} \rightarrow q_{j_2}), \dots, (q_{i_n}, a_{i_k} \rightarrow q_{4\varphi})$, переводящей автомат R^0 из начального состояния q_1 в конечное $q_{4\varphi}$. Этой последовательности команд соответствует последовательность продукций $P_{z_1}: q_1 \rightarrow a_{i_1} q_{j_1}, P_{z_2}: q_{j_1} \rightarrow a_{i_2} q_{j_2}, \dots, P_{z_m}: q_{i_n} \rightarrow a_{i_k} q_{4\varphi}$ формальной грамматики G^{R^0} , выводимых цепочку $\tilde{a} = a_{i_1}, a_{i_2}, \dots, a_{i_k}$. Таким образом, автомат R позволяет построить дерево вывода цепочки $\tilde{a} = a_{i_1}, a_{i_2}, \dots, a_{i_k}$ в формальной грамматике G . Построенная автоматная грамматика создаёт предпосылки для установления закономерности между деревом вывода и формальным описанием нечётких множеств, соответствующих этим составным термам, в виде семантического правила.

Семантическое правило построения функций принадлежности составных термов

Для построения семантического правила $M: \{t_i\}_{i \in I} \rightarrow \{\mu_i\}_{i \in I}$ авторами предложен метод описания функций принадлежности нечётких множеств, индуцируемых набором синтаксических правил, т.е. системой продукций, выводимых составные термы в грамматике G . Семантическое правило M для структурированных переменных $t_i \in V_T$ создаётся в виде функции, которая каждому элементу $t_i, i \in I$, рассматриваемому как название нечёткого множества, ставит в соответствие его смысл (семантику) μ_i и задаётся алгоритмически. Семантика μ_i представляет собой функцию принадлежности нечёткого подмножества $\mu_i: U \rightarrow [0,1]$, соответствующего терму t_i . Таким образом, семантическое правило M структурированных лингвистических переменных «доходы» и «расходы» бюджета построено в виде некоторой алгоритмической процедуры вычисления функции принадлежности μ_i для каждого составного терма $t_i \in T(X)$, $T(X) = T_T^*$, представляющего собой название нечёткой переменной, заданной на универсальном множестве U . Универсум U рассматривается как множество значений, принимаемых лингвистическими переменными «Доходы» и «Расходы» бюджета.

Для вычисления смысла (семантики) составных термов $t_i \in T(X)$ необходимо знать смысл первичных (атомарных) термов, таких как $a_2 =$ "большой", $a_5 =$ "малый",

$a_6 = \text{"средний"}$, а также смысл подтермов, таких как $a_1 = \text{"очень"}$, $a_3 = \text{"весьма"}$, $a_9 = \text{"существенно"}$, $a_{10} = \text{"более или менее"}$, $a_{11} = \text{"вполне"}$.

Предложенный авторами метод семантического разбора индуцируется продукциями грамматики G и состоит в следующем. Атомарным термам $a_k \in V_T$ априори назначается их смысл. Каждому правилу подстановки $P_i : q_i \rightarrow a_k q_j$ формальной грамматики G ставится в соответствие соотношение $\tilde{F} : \{q_i\} \rightarrow \{\mu_{q_i}\}$, позволяющее определить функцию принадлежности μ_{q_i} следующим образом:

а) нетерминальному символу q_i как некоторой нечёткой переменной, из которого выводится атомарный терминальный символ $a_k \in V_T$ – по правилу $q_i \rightarrow a_k q_{4\varphi}$, где $q_{4\varphi} \in V_N^\delta$ – заключительное состояние, ставится в соответствие функция принадлежности μ_{q_i} , совпадающая с функцией принадлежности нечёткого множества, соответствующего атомарному терму a_k , т.е. $\mu_{q_i} = \mu_{a_k}$;

б) нетерминальному символу q_i , получаемому в результате вывода $q_i \xrightarrow{G^{R^0}} a_\alpha q_j$, где $a_\alpha \in V_T$ – подтерм (модификатор) типа $a_1 = \text{очень}$, $a_3 = \text{весьма}$, $a_4 = \text{не}$, $a_{10} = \text{более или менее}$, $a_{11} = \text{вполне}$ ставится в соответствие функция принадлежности $\mu_{q_i} = f(\mu_{q_j})$, где f – унарная операция над функцией принадлежности μ_{q_j} нечёткого подмножества q_j , соответствующая модификатору $a_\alpha \in V_T^\delta$;

в) переменной q_j , полученной в результате применения последовательности правил

$$\text{вывода} \begin{cases} q_j \xrightarrow{G^{R^0}} a_z q_{4\varphi} \\ q_{4\varphi} \xrightarrow{G^{R^0}} a_l q_\beta, \text{ приводящих к получению вывода } q_j \xrightarrow{G^{R^0}} a_z a_l a_\delta q_{4\varphi}, \text{ ставится в соот-} \\ q_\beta \xrightarrow{G^{R^0}} a_\delta q_{4\varphi} \end{cases}$$

ветствие функция принадлежности $\mu_{q_j} = O_{a_l}(\tilde{\mu}_{q_j}, \mu_{q_\beta})$, где $O_{a_l}(\tilde{\mu}_{q_j}, \mu_{q_\beta})$ – бинарная операция над функциями принадлежности $\tilde{\mu}_{q_j}$ и μ_{q_β} нечётких множеств, соответствующих подтермам q_j и q_β ;

q_j и q_β – подтермы $q_\beta \in V_N$, $q_j \in V_N$, выводимые в грамматике G следующим образом: $q_j \xrightarrow{G} a_z q_{4\varphi}$ и $q_\beta \xrightarrow{G} a_\delta q_{4\varphi}$; $a_z = a_{\alpha_1} \dots a_{\alpha_n} a_k$ – конкатенация подтермов $a_{\alpha_i} \in V_T$, $i = \overline{1, n}$ и атомарного терма $a_k \in V_T$;

$a_\delta = a_{\delta_1} a_{\delta_2} \dots a_{\delta_m} a_f$ – конкатенация подтермов a_{δ_j} , $j = \overline{1, m}$ и атомарного терма a_f ; $a_l \in V_T$ – союз «и», «или».

При этом $\tilde{\mu}_{q_j}$ и μ_{q_β} определяются в соответствии с пунктами (а) и (б).

Рассмотрим подробнее операцию $O_{a_l}(\tilde{\mu}_{q_j}, \mu_{q_\beta})$ пункта (в). Если $a_l \in V_T$ – союз «и», то над нечёткими множествами q_j и q_β производится операция пересечения с функцией принадлежности $O_{a_l}(\tilde{\mu}_{q_j}, \mu_{q_\beta}) = \tilde{\mu}_{q_j} \wedge \mu_{q_\beta} = \min(\tilde{\mu}_{q_j}, \mu_{q_\beta})$. Если $a_l \in V_T$ – это союз «или», то над нечёткими множествами a_z и q_β производится операция объединения с функцией принадлежности $O_{a_l}(\tilde{\mu}_{q_j}, \mu_{q_\beta}) = \tilde{\mu}_{q_j} \vee \mu_{q_\beta} = \max(\tilde{\mu}_{q_j}, \mu_{q_\beta})$.

На основе применения предложенного метода семантического разбора можно получить аналитические выражения для получения семантики нечётких множеств, соответствующих структурированным лингвистическим переменным. При выводе соотношений μ_{q_i} в качестве приближения действия модификатора a_1 , означающего «очень», в составном терме $t_i = a_1 a_1 a_1 \dots a_1 a_k$, где $a_k \in V_T$ – атомарный терм, используется операция возведения в степень нечёткого множества.

Тогда семантическое правило для вычисления смысла структурированной переменной $t_i = a_1 a_1 a_1 \dots a_1 a_k$ запишется в виде $\mu_{a_1 a_1 a_1 \dots a_1 a_k} = \mu_{a_r}^{n+1}$, где n – число экземпляров языка a_1 в переменную t_i , представляющую собой конкатенацию символов.

Пример семантического разбора составных термов

Рассмотрим пример использования предложенного метода для получения семантики составного терма. Допустим, что на вход автомата R поступила цепочка $t_x = a_4 a_1 a_2 a_7 a_4 a_1 a_5$, означающая «не очень большой и не очень малый». При распознавании эта цепочка активизировала следующие команды распознающего автомата R : $(q_1, a_4) \rightarrow q_2$; $(q_2, a_1) \rightarrow q_2$; $(q_2, a_2) \rightarrow q_{4\phi}$; $(q_{4\phi}, a_7) \rightarrow q_2$; $(q_2, a_4) \rightarrow q_3$; $(q_{23}, a_1) \rightarrow q_3$; $(q_3, a_5) \rightarrow q_{4\phi}$, переводящие его из начального состояния в конечное. По этой последовательности команд строится вывод поступившего на вход слова в грамматике G , для которого будут использованы следующие последовательности продукций:

$$P_6 : q_1 \rightarrow a_4 q_2; P_4 : q_2 \rightarrow a_1 q_2; P_{13} : q_2 \rightarrow a_2 q_{4\phi}; P_{14} : q_{4\phi} \rightarrow a_7 q_2; P_7 : q_2 \rightarrow a_4 q_3; P_{17} : q_{23} \rightarrow a_1 q_3; P_{10} : q_3 \rightarrow a_5 q_{4\phi}.$$

Вывод цепочки $t_x = a_4 a_1 a_2 a_7 a_4 a_1 a_5$ имеет вид:

$$\begin{array}{ccccccccccc} q_1 & \xRightarrow{G} & a_4 q_2 & \xRightarrow{G} & a_4 a_1 q_2 & \xRightarrow{G} & a_4 a_1 a_2 q_{4\phi} & \xRightarrow{G} & a_4 a_1 a_2 a_7 q_2 & \xRightarrow{G} & a_4 a_1 a_2 a_7 a_4 q_3 & \xRightarrow{G} \\ \uparrow & & \uparrow & & \uparrow & & \uparrow & & \uparrow & & \uparrow & & \uparrow \\ P_6 & & P_4 & & P_{13} & & P_{14} & & P_7 & & P_{17} & & P_{10} \end{array}$$

$$\xRightarrow{G} a_4 a_1 a_2 a_7 a_4 a_1 q_3 \xRightarrow{G} a_4 a_1 a_2 a_7 a_4 a_1 a_5 q_{4\phi}.$$

Синтаксическое дерево этого вывода в грамматике G представлено на рис. 1.

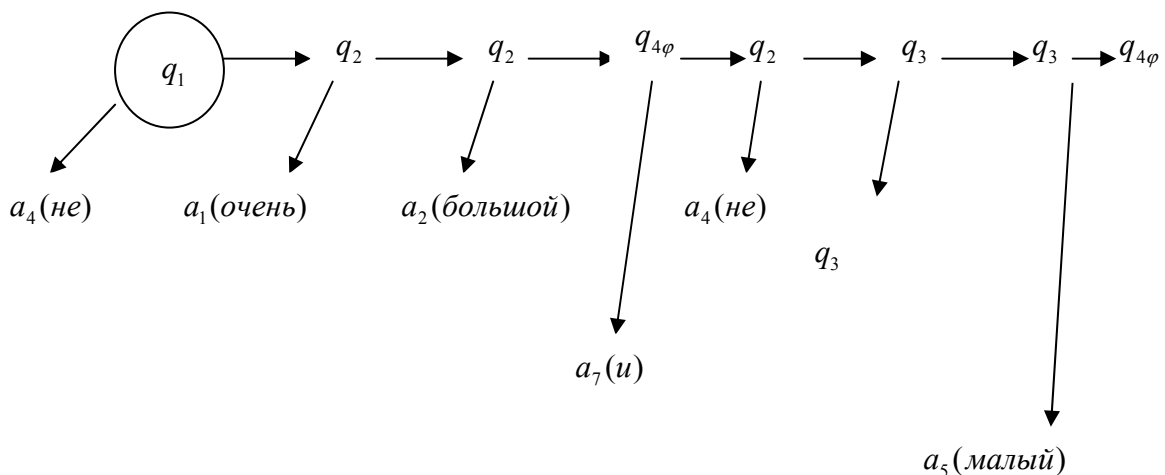


Рис. 1. Синтаксическое дерево вывода цепочки $q_{4\phi}$

Правила вывода, позволяющие порождать цепочку $t_x = a_4 a_1 a_2 a_7 a_4 a_1 a_5$, на основе применения разработанного метода семантического разбора индуцируют следующие соотношения для определения семантики термов:

$$\mu_{q_3} = \mu_{a_5}; \mu_{q_3} = \mu_{q_3}^2; \mu_{q_2} = \neg \mu_{q_3}; \mu_{q_2} = \mu_{a_2}; \mu_{q_2} = \mu_{q_2}^2; \mu_{q_1} = \neg \mu_{q_2};$$

$$\mu_{t_x} = \mu_{q_1} \wedge \mu_{q_2} = \min(\mu_{q_1}, \mu_{q_2}).$$

Предложенный метод семантического разбора положен в основу созданной автором программного продукта построения функции принадлежности нечётких множеств, соответствующих поступившим на вход системы структурированным лингвистическим переменным, описывающим с качественной точки зрения доходы и расходы бюджета.

Выводы

В результате проведённых исследований получены следующие новые научные результаты.

1. Поставлена задача распознавания цепочек составных термов, характеризующих состояние доходов и расходов при управлении бюджетом, заключающаяся в оценке степени принадлежности составных термов множеству допустимых слов языка, порождённых формальной грамматикой.
2. Построена модель конечного автомата, распознающего допустимые цепочки символов в языке, порождаемом заданной грамматикой.
3. Предложен метод семантического анализа лингвистической переменной, индуцируемый набором синтаксических правил, выводимых составные термы посредством системы продукций в заданной грамматике.

Список литературы

1. Стрельцова Е.Д., Богомыглова И.В., Стрельцов В.С. Лингвистический подход к моделированию бюджетных потоков//Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Информатика. 2012. – №1 (120). Вып. 21/1.

RECOGNIZE MACHINE MODEL IN THE MAKING SUPPORTMANAGEMENT SOLUTION INTERBUDGETARY REGULATION

E.D. STRELTSOVA
I.V. BOGOMYAGKOVA
V.S. STRELTSOV

*South Russian State Technical University (NPI),
 Novocherkassk*

*e-mail:
 el_strel@mail.ru*

Automaton model proposed recognition of composite terms describing the qualitative characteristics of the form of income and expenditures. Automaton is specified by the transition function, the state of which correspond to the non-terminal symbols are assigned a grammar generated composite terms, and inputs – terminal symbols. Automaton accepts only those strings of characters that belong to the language generated by a formal grammar. Method for the construction of the semantic rules of the linguistic variable, used for the qualitative analysis in the management of the budget.

Keywords: budget, economic and mathematical model, linguistic variable, a formal grammar, the state machine.

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 517.711.3

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ФИКСИРОВАННОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ СРЕДНЕГО ВРЕМЕНИ ЗАДЕРЖКИ В СЕТИ

В.М. БУТОРИН
А.В. ПОЛЯНСКИЙ
Е.В. ПАВЛОВА

*Юго-Западный государственный университет,
г. Курск*

*e-mail:
bvmwind@mail.ru
polyansky72@gmail.com
arheya@mail.ru*

В статье рассматривается математическая модель передачи данных в сетях с ограниченной пропускной способностью каналов и предлагается алгоритм фиксированной маршрутизации для минимизации среднего времени задержки передачи данных.

Ключевые слова: среднее время задержки в сети, пропускная способность канала, фиксированная маршрутизация, алгоритм Флойда.

При дистанционном обучении студентов существует проблема передачи данных в сетях с ограниченной пропускной способностью. В Курской области между населенными пунктами существуют линии связи обладающие различными пропускными способностями: DSL, ADSL, GPRS, Ethernet.

Необходимо определить потоки в сети, минимизирующие среднее время задержки и в случае невозможности доставки материала в срок предложить альтернативные каналы доставки.

Согласно [1], под фиксированной (неразветвленной, однопутевой) маршрутизацией понимают такую процедуру выбора маршрутов, при которой для передачи данных от узла-источника к узлу-адресату используется единственный маршрут.

Рассмотрим следующую модель сети передачи данных, состоящую из N узлов коммутации и M линий связи. Предполагается, что:

- 1) все линии связи абсолютно надежны;
- 2) все линии связи помехоустойчивы;
- 3) время обработки в узлах коммутации отсутствует;
- 4) длины всех сообщений независимы со средним значением $1/\mu$ байт;
- 5) трафик, поступающий в сеть, состоит из сообщений, имеющих одинаковый приоритет, для сообщений, возникающих в узле i и предназначенных узлу j , составляет γ_{ij} сообщений/с;
- 6) каждая линия связи состоит из единственного дуплексного канала связи с пропускной способностью, равной d_{lk} байт/с для линии связи между узлами k и l , и если линия связи между узлами отсутствует, то $d_{lk} = 0$.

7) каждая линия связи обеспечивает доступ к центральному узлу связи, достаточный для передачи небольшого количества информации (итоговый протокол тестирования студентов).

Полный внешний трафик в сети:

$$\gamma = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \gamma_{ij} . \tag{1}$$

Важной характеристикой качества функционирования сети передачи данных является средняя задержка сообщения в сети:

$$T = \frac{1}{\gamma} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \lambda_{ij} Z_{ij} , \tag{2}$$

где Z_{ij} – среднее время, затрачиваемое на передачу сообщения, которое возникло в узле i и предназначается узлу j .

Применение формулы Литтла к сети очередей приводит к формуле Клейнрока для расчета средней задержки сообщения в сети [2]:

$$T = \frac{1}{\gamma} \sum_{k=1}^N \sum_{l=1}^N \lambda_{kl} t_{kl} , \tag{3}$$

где λ_{kl} – величина потока в линии (k, l) , обусловленная потоком γ_{ij} , t_{kl} – среднее время пребывания сообщений в линии (k, l) .

Среднее время пребывания сообщений в линии (k, l) состоит из времени передачи сообщения и времени ожидания в очереди W_{kl} и определяется по формуле [3]:

$$t_{kl} = \frac{1}{\mu d_{kl}} + W_{kl} . \tag{4}$$

Время ожидания в очереди:

$$W_{kl} = \frac{1}{\mu d_{kl}} \cdot \frac{\lambda_{kl}}{\mu d_{kl} - \lambda_{kl}} \tag{5}$$

Подставляя (4) и (5) в (3) и сделав обозначение $f_{kl} = \lambda_{kl} / \mu$, получим выражение для средней задержки сообщений в сети:

$$T = \frac{1}{\gamma} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \frac{f_{kl}}{d_{kl} - f_{kl}} . \tag{6}$$

Необходимо найти потоки сети f_{kl} , которые обеспечат наименьшее значение величины задержки сообщений в сети величине.

Математическая модель задачи [4]:

$$T = \frac{1}{\gamma} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \frac{f_{kl}}{d_{kl} - f_{kl}} \rightarrow \min . \tag{7}$$

При выполнении условий:

1) величина потока меньше пропускной способности

$$f_{kl} < d_{kl} \quad k, l = \overline{1, N} ; \tag{8}$$

2) условие сохранения потока в сети

$$\sum_{k=1}^n x_{kl}^{(i, j)} - \sum_{k=1}^n x_{lk}^{(i, j)} = \begin{cases} -1, & l = i \\ 0, & l \neq i, j ; \\ 1, & l = j \end{cases} \tag{9}$$

3) фиксированной маршрутизации $x_{kl}^{(i,j)} \in \{0, 1\}$, $i, j, k, l = \overline{1, N}$. (10)

Для решения поставленной задачи необходимо знать:

- 1) топологическую структуру сети передачи данных;
- 2) пропускные способности линий связи $\|d_{kl}\|$;
- 3) среднюю длину сообщения $1/\mu$;
- 4) матрицу входных потоков $\|\gamma_{kl}\|$.

Описание алгоритма фиксированной маршрутизации.

Шаг 1. Инициализация.

Положить $f_{kl} = 0$ $k, l = \overline{1, N}$.

Шаг 2. Поиск допустимого решения.

Для каждой пары вершин сервер ЦО V_i и адресат V_j :

2 а) используя алгоритм Дейкстры [5], найти «наименее загруженный» маршрут π_{ij}^0 , если таких маршрутов несколько, выбрать среди них маршрут с наименьшим числом промежуточных узлов;

2 б) для каждой дуги маршрута π_{ij}^0 распределить потоки

$$f_{kl} := f_{kl} + \frac{\gamma_{ij}}{\mu};$$

2 в) если существует линия (k, l) , для которой $f_{kl} \geq d_{kl}$, то допустимого решения для выбранной пары вершин не существует, переходим к шагу 5, иначе – к шагу 2г);

2 г) для каждой пары узлов V_i и V_j вычислить задержки

$$Z_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \frac{f_{kl}}{d_{kl} - f_{kl}}}{\gamma_{ij}}.$$

Шаг 3. Поиск «оптимального» решения.

Для V пары «источник V_i – адресат V_j » выполнить следующие действия:

3 а) найти маршрут π_{ij}^{opt} такой, что отклонение всего потока γ_{ij} на этот маршрут приведет к максимальному уменьшению величины Z_{ij} . Для этого:

3 б) добавить поток γ_{ij} во все линии связи (k, l) , не принадлежащие π_{ij}^{opt} :

$$f_{kl} := f_{kl} + \frac{\gamma_{ij}}{\mu}; \quad k, l = \overline{1, N}; \quad d_{kl} > 0;$$

3 в) пересчитать «веса» линий связи (k, l) :

$$\omega_{kl} := \begin{cases} \frac{1}{\mu} \frac{1}{d_{kl} - f_{kl}}, & \text{при } f_{kl} > d_{kl}; \\ \infty, & \text{иначе} \end{cases};$$

3 г) учитывая «веса» ω_{kl} , с помощью алгоритма Дейкстры, определяем кратчайшие пути между парой узлов V_i и $V_j - \pi_{ij}^{opt}$;

3 д) положить $f_{kl} = 0$;

3 е) для каждой дуги маршрута π_{ij}^{opt} распределить потоки

$$f_{kl} := f_{kl} + \frac{\gamma_{ij}}{\mu}.$$

Шаг 4. Вычисляем время задержки в сети:

$$T = \frac{1}{\gamma} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \frac{f_{kl}}{d_{kl} - f_{kl}}.$$

Работа алгоритма закончена.

Шаг 5. Корректировка задачи.

5а) если в «наименее загруженном» маршруте π_{ij}^0 , существует линия (k, l) для которой $f_{kl} \geq d_{kl}$, то удаляем ее из условия задачи и переходим к шагу 1;

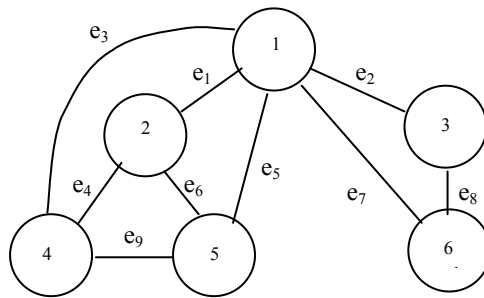
5б) если не удастся определить путь от сервера ЦО V_i и адресат V_j , то предлагается вариант доставки информации в ближайший населенный пункт; для этого вершина V_j и связанные с ней дуги удаляются из графа и задача решается заново.

Однако, даже при применении эффективных алгоритмов маршрутизации (фиксированной или альтернативной) все еще существует проблема передачи данных от центра дистанционного обучения к адресатам, связанная с низкой пропускной способностью некоторых линий связи.

Пример расчета сети

Для сети, представленной на рисунке, необходимо учебный материал объемом 700 Мб доставить из ЦО (V_1) к адресатам ($V_4 - V_6$).

Известны:



пропускные способности линий связи в Кбайт/с

$$\|d_{kl}\| = \begin{pmatrix} \infty & 1500 & 900 & 3 & 15 & 2 \\ 1500 & \infty & 0 & 10 & 800 & 0 \\ 900 & 0 & \infty & 0 & 0 & 20 \\ 3 & 10 & 0 & \infty & 900 & 0 \\ 15 & 800 & 0 & 900 & \infty & 0 \\ 2 & 0 & 20 & 0 & 0 & \infty \end{pmatrix};$$

матрица входных потоков

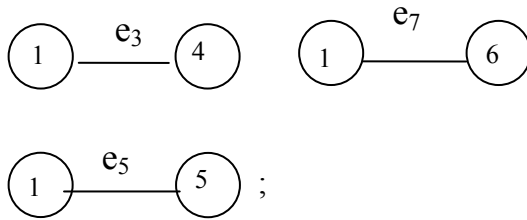
$$\|\gamma_{kl}\| = \begin{pmatrix} 0 & 0,1 & 0,08 & 0,005 & 0,002 & 0,001 \\ 0,1 & 0 & \infty & 0,001 & 0,006 & 0 \\ 0,008 & 0 & \infty & \infty & \infty & 0,002 \\ 0,005 & 0 & 0,001 & 0 & 0,005 & 0 \\ 0,002 & 0,006 & 0 & 0,005 & 0 & \infty \\ 0,001 & \infty & 0,006 & \infty & \infty & 0 \end{pmatrix}.$$

Необходимо определить потоки в сети, минимизирующие среднее время задержки, и в случае невозможности доставки материала в срок предложить альтернативные каналы доставки.

Шаг 1. $f_{kl} = 0 \quad k, l = \overline{1, N}$.

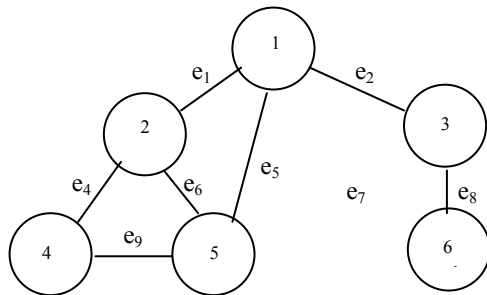
Шаг 2.

а) Используя алгоритм Дейкстры (до тех пор пока адресаты не станут текущими вершинами) определим наименее загруженные маршруты:



б) для каждой дуги маршрута π_{ij}^0 распределить потоки
 $f_{14} = 0,005 \cdot 7000 = 35$; $f_{15} = 0,002 \cdot 7000 = 14$;
 $f_{16} = 0,001 \cdot 7000 = 7$;

в) для линий (1,4) и (1,6) $f_{kl} \geq d_{kl}$, то переходим к шагу 4.
 Шаг 5. Удаляем из сети линии связи (1,4) и (1,6)



Тогда, пропускные способности линий связи в Кбайт/с

$$\|d_{kl}\| = \begin{pmatrix} \infty & 1500 & 900 & 0 & 15 & 0 \\ 1500 & \infty & 0 & 10 & 800 & 0 \\ 900 & 0 & \infty & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 10 & 0 & \infty & 900 & 0 \\ 15 & 800 & 0 & 900 & \infty & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & \infty \end{pmatrix};$$

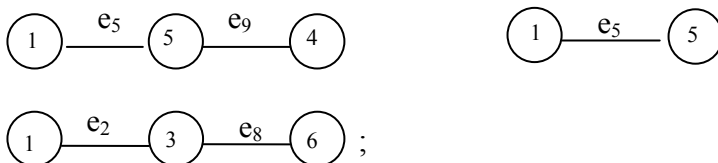
матрица входных потоков

$$\|\gamma_{kl}\| = \begin{pmatrix} 0 & 0,1 & 0,08 & \infty & 0,002 & \infty \\ 0,1 & 0 & \infty & 0,001 & 0,006 & 0 \\ 0,008 & 0 & \infty & \infty & \infty & 0,002 \\ \infty & 0 & 0,001 & 0 & 0,005 & 0 \\ 0,002 & 0,006 & 0 & 0,005 & 0 & \infty \\ \infty & \infty & 0,002 & \infty & \infty & 0 \end{pmatrix}$$

Шаг 2.

а) По алгоритму Дейкстры.

Наименее загруженные маршруты:



б) потоки по линиям связи:

$$f_{15} = 0,002 \cdot 7000 = 14; \quad f'_{15} = 0,002 \cdot 7000 = 14;$$

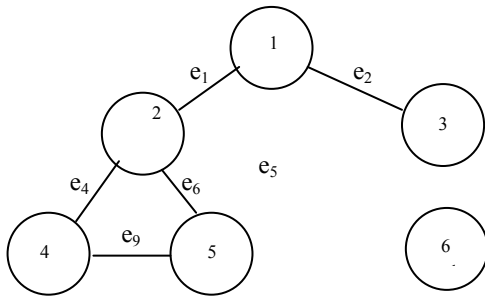
$$f_{13} = 0,08 \cdot 7000 = 560; \quad f'_{36} = 0,006 \cdot 7000 = 42;$$

общий поток по дуге (1,5) равен 28;

с) для линий (1,5) и (3,6) $f_{kl} \geq d_{kl}$, то переходим к шагу 4.

Шаг 5.

Удаляем из сети линии связи (1,5) и (3,6) :



Узел V_6 становится изолированным, следовательно, сообщение в этот пункт отправить нельзя (пользователю выдается соответствующее сообщение, что информация может быть доставлена из V_1 или V_3).

Пропускные способности линий связи в Кбайт/с

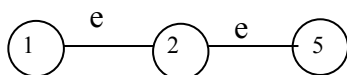
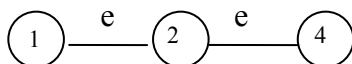
$$\|d_{kl}\| = \begin{pmatrix} \infty & 1500 & 900 & 0 & 0 & 0 \\ 1000 & \infty & 0 & 10 & 800 & 0 \\ 900 & 0 & \infty & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 10 & 0 & \infty & 900 & 0 \\ \infty & 800 & 0 & 900 & \infty & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \infty \end{pmatrix};$$

матрица входных потоков

$$\|\gamma_{kl}\| = \begin{pmatrix} 0 & 0,1 & 0,08 & \infty & \infty & \infty \\ 0,1 & 0 & \infty & 0,001 & 0,006 & 0 \\ 0,008 & 0 & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & 0 & 0,001 & 0 & 0,005 & 0 \\ 0,002 & 0,006 & 0 & 0,005 & 0 & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & 0 \end{pmatrix}$$

По алгоритму Дейкстры, наименее загруженные маршруты $\gamma_{14} = 0,101$ и $\gamma_{15} = 0,106$. Маршрут 1-2-4-5 имеет такую загруженность, что и маршрут 1-2-5, но наименьшее число узлов;

б) потоки по линиям связи:



$$f_{12} = 0,1 \cdot 7000 = 700; \quad f'_{12} = 0,1 \cdot 7000 = 700;$$

$$f_{24} = 0,001 \cdot 7000 = 7; \quad f'_{25} = 0,006 \cdot 7000 = 42;$$

общий поток по дуге (1,2) равен 1400.

Матрица допустимых потоков:

$$F = \begin{pmatrix} 0 & 1400 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 7 & 42 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

2) Для каждой пары узлов V_i и V_j вычислим задержки:

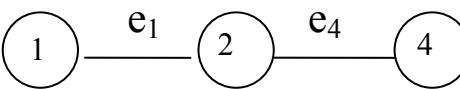
$$Z_{14} = \left(\frac{1400}{1500-1400} + \frac{7}{10-7} \right) / 0,101 \approx 162\tilde{n};$$

$$Z_{15} = \left(\frac{1400}{1500-1400} + \frac{42}{500-42} \right) / 0,106 \approx 132\tilde{n}.$$

Шаг 3. Поиск «оптимального» решения:

1 а) добавить поток $\gamma_{ij} = 0,101 \cdot 7000 = 707$ во все линии связи (1,4), не принадлежащие π_{ij}^{opt} .

Матрица допустимых потоков:



$$F = \begin{pmatrix} 0 & 1400 & 707 & 707 & 707 & 707 \\ 707 & 0 & 0 & 7 & 707 & 0 \\ 707 & 0 & 0 & 0 & 0 & 707 \\ 707 & 707 & 0 & 0 & 707 & 0 \\ 707 & 707 & 0 & 707 & 0 & 0 \\ 707 & 0 & 707 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

2 а) пересчитаем «веса» линий связи (k,l):

$$\omega_{12} = \omega_{21} = \frac{1}{7000} \cdot \frac{1}{1500-1400} = 1,429 \cdot 10^{-6};$$

$$\omega_{13} = \omega_{31} = \frac{1}{7000} \cdot \frac{1}{900-707} = 0,740 \cdot 10^{-6};$$

$$\omega_{45} = \omega_{54} = \frac{1}{7000} \cdot \frac{1}{900-707} = 0,740 \cdot 10^{-6};$$

$$\omega_{25} = \omega_{52} = \frac{1}{7000} \cdot \frac{1}{800-707} = 1,536 \cdot 10^{-6};$$

$$\omega_{14} = \omega_{41} = \omega_{15} = \omega_{51} = \omega_{16} = \omega_{61} = \omega_{36} = \omega_{63} = \omega_{24} = \omega_{42} = \infty$$

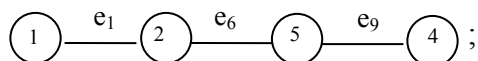
т.к. $f_{kl} > d_{kl}$

$$\omega = \begin{pmatrix} 0 & 1,429 \cdot 10^{-6} & 0,740 \cdot 10^{-6} & \infty & \infty & \infty \\ 1,429 \cdot 10^{-6} & 0 & \infty & \infty & 1,536 \cdot 10^{-6} & \infty \\ 0,740 \cdot 10^{-6} & \infty & 0 & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & 0 & 0,740 \cdot 10^{-6} & \infty \\ \infty & 1,536 \cdot 10^{-6} & \infty & 0,740 \cdot 10^{-6} & 0 & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & 0 \end{pmatrix}$$

3 а) учитывая «веса» ω_{kl} , с помощью алгоритма Дейкстры определяем кратчайшие пути между парой узлов V_i и V_j .

Замечание. Как было показано на шаге 2, до адресата V_6 нет допустимого пути, поэтому для упрощения расчетов из матриц можно было бы удалить 6-ю строку и 6-й столбец.

Кратчайший путь:



4 а) $f_{kl} = 0$;

5 а) для каждой дуги маршрута (1-4) потоки:

$$f_{12} = 0,1 \cdot 7000 = 700; f_{25} = 0,006 \cdot 7000 = 42;$$

$$f_{54} = 0,005 \cdot 7000 = 35.$$

Аналогично, шаг 3 выполняем для пути (1-5) (допустимый путь также останется оптимальным). Потоки по дугам:

$$f'_{12} = 0,1 \cdot 7000 = 700; f'_{25} = 0,006 \cdot 7000 = 42.$$

Матрица оптимальных потоков:

$$F = \begin{pmatrix} 0 & 1400 & 0 & 0 & 84 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 42 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Шаг 4. Вычисляем среднее время задержки в сети:

$$T = \frac{1}{0,100 + 0,006 + 0,005} \left(\frac{1400}{1500 - 1400} + \frac{84}{800 - 84} + \frac{35}{900 - 35} \right) = 128 \tilde{n}.$$

Работа алгоритма закончена.

Список литературы

1. Бергсекас Д., Галлагер Р. Сети передачи данных / пер. с англ. – М.: Мир. – 1989. – 544 с.
2. Вишневицкий В.М, Теоретические основы проектирования компьютерных сетей. – М.: Техносфера, 2003. – 512 с.
3. Клейнрок Л. Вычислительные системы с очередями / пер. с англ. – М.: Мир, 1979. – 600 с.
4. Dijkstra E. W. A note on two problems in connexion with graphs // Numer. Math. – 1959. – N 1. – P. 269-271.
5. Jackson J.R. Networks of Waiting Lines. Operations Research, 1959, №. P. 518-521.

APPLICATION OF THE ALGORITHM FIXED ROUTING TO MINIMIZE THE AVERAGE TIME OF A DELAY IN THE NETWORK

V.M. BUTORIN
A.V. POLYANSKY
E.V. PAVLOVA

*South-West State University,
Kursk*

*e-mail:
bvmwind@mail.ru
polyansky72@gmail.com
arheya@mail.ru*

In the article we consider a mathematical model of transfer of Dan-owned networks with limited bandwidth channels and proposed algorithm fixed routing to minimize the mean time delay data transmission.

Keywords: average latency in the network, the way of the channel, fixed routing, algorithm Floyd.

ОЦЕНИВАНИЕ ПЕРИОДА ОСНОВНОГО ТОНА ЗВУКОВ РУССКОЙ РЕЧИ

Е.Г. ЖИЛЯКОВ
А.А. ФИРСОВА

*Белгородский государственный
национальный исследовательский университет*

e-mail:
zhilyakov@bsu.edu.ru

В статье представлен новый метод оценивания периода основного тона, основанный на использовании субполосного анализа и оценке корреляции составляющей каждой частотной полосы.

Ключевые слова: речевой сигнал, анализ речевого сигнала, частота основного тона, субполосный анализ.

Развитие информационных технологий направлено на обеспечение взаимодействия человека с техникой в наиболее удобной для человека форме. Наиболее популярными в этой области являются такие технологии как: распознавание речевых команд, преобразование речи в текст, распознавание и верификация дикторов. Реализация данных систем основана на анализе речевых данных с позиции выявления характеристик, позволяющих определить тип звука или же выделить особенности голоса диктора. Одной из таких характеристик является период основного тона. Период основного тона – величина обратная частоте основного тона, которая в свою очередь определяется частотой повторения возбуждающих воздействий гортани [1, 2]. Колебания связок является одним из основных параметров источника голосового возбуждения речевого тракта. Они придают голосу звучание и характеризуют его высоту [1, 2]. Значения частоты основного тона для разных дикторов находятся в диапазоне от 80 до 400 Гц. Значения частоты основного тона могут изменяться во времени, что определяет проблему выделения частоты основного тона.

Периодом основного тона принято считать интервал времени между двумя возбуждающими воздействиями. При этом речевой сигнал, взятый через период основного тона, почти повторяет свою форму. На рис. 1 представлен фрагмент речевого сигнала, соответствующего звуку «А», с указанием периодов основного тона.

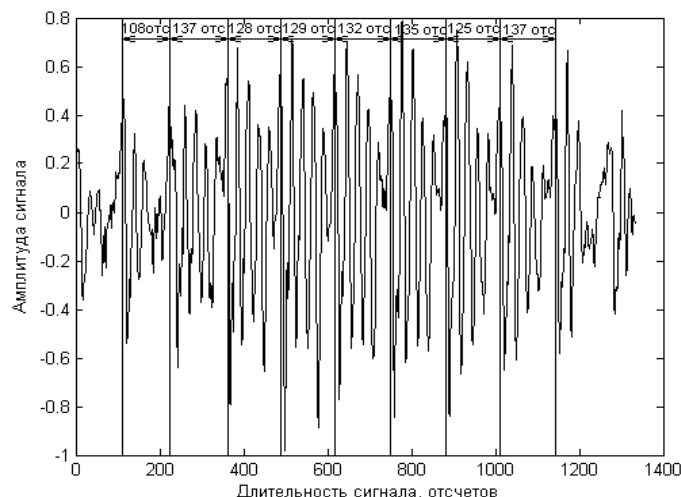


Рис. 1. Фрагмент сигнала, соответствующего звуку «А»

В настоящее время существует два основных подхода к определению частоты основного тона: на основе анализа спектров и корреляционном анализе.

Суть метода оценивания частоты основного тона заключается в определении значения частоты с максимальным значением энергии в диапазоне возможных значений частоты основного тона.

Основной недостаток спектрального оценивания заключается в следующем. Пусть последовательность отсчетов сигнала (x_1, x_2, \dots) имеет периодический характер, так что

$$x_{i+kM} = x_i, \quad k=0,1,\dots \quad (1)$$

Тогда соответствующая трансформанта Фурье (спектр):

$$X(\omega) = \sum_{i=1}^{LM} x_i e^{-j\omega(i-1)} \quad (2)$$

может быть представлена в виде:

$$X(\omega) = \sum_{k=1}^L e^{-j\omega M(k-1)} \sum_{i=1}^M x_i e^{-j\omega(i-1)} .$$

Таким образом:

$$|X(\omega)|^2 = |X_p(\omega)|^2 \cdot \sin^2(LM\omega/2) / \sin^2(M\omega/2), \quad (3)$$

где $X_p(\omega)$ – спектр одного периода сигнала.

Легко понять, что первый множитель будет достигать максимального значения в следующих точках оси частот:

$$\omega_m = m2\pi/M, \quad m=1,2,\dots, \quad (4)$$

причем именно значение $2\pi/M$ соответствует частоте основного тона.

Однако влияние $|X_p(\omega)|^2$ может проявляться в том, что максимум правой части будет соответствовать другому значению m . Именно это не позволяет методически надежно определять период основного тона по спектру анализируемого отрезка сигнала.

В основе корреляционного метода определения периода основного тона используется характеристика:

$$\rho_{\tau,N} = \sum_{i=1}^N x_i x_{i+\tau} / \sqrt{\sum_{i=1}^N x_i^2 \sum_{k=1}^N x_{k+\tau}^2}, \quad (5)$$

которая является оценкой нормированного коэффициента корреляции.

В качестве значения периода принимается:

$$M = \arg \max_{\tau,N} \rho_{\tau,N}, \quad 0 \leq \tau \leq K, \quad (6)$$

где K определяется отношением частоты дискретизации к минимально возможной частоте основного тона.

Дополняющим к (6) условием является неравенство:

$$\rho_{M,N} \geq h \in (0.7 \div 1). \quad (7)$$

То есть максимальное значение характеристики (5) должно превышать некоторый порог, что отвечает условию почти периодического поведения отрезков сигнала на периоде.

Одним из недостатков такого подхода является присутствие искажающих шумов, что маскирует наличие периодичности в сигнале.

Кроме того, концентрация спектра $|X(\omega)|^2$ вблизи частоты, не совпадающей с $2\pi/M$, приводит к тому, что максимальное значение (5) будет достигаться при меньшем, чем длина интервала между возбуждающими гортань воздействиями.

Таким образом, необходимо использовать иные методы определения частоты основного тона, устойчивые как к воздействию шумов, так и к влиянию периодичности сигнала между двумя последовательными возбуждающими гортань воздействиями.

Представляется естественным ориентироваться на поиск наименьшей частоты из набора (4).

Для этого введем понятие субполосной корреляции:

$$\phi_{\tau,N}^r = V_{\tau,N}^r / \sqrt{P_r(\bar{x}_1)P_r(\bar{x}_\tau)}, \quad (8)$$

где [3]

$$V_{\tau,N}^r = \int_{\omega \in \Omega_r} X_1(\omega) X_\tau^*(\omega) d\omega / 2\pi, \quad (9)$$

$$\bar{x}_1 = (x_1, x_2, \dots, x_N)^T, \quad \bar{x}_\tau = (x_{1+\tau}, x_{2+\tau}, \dots, x_{N+\tau})^T, \quad (10)$$

$$X_1(\omega) = \sum_{i=1}^N x_i e^{-j\omega(i-1)}, \quad X_\tau(\omega) = \sum_{i=1}^N x_{i+\tau} e^{-j\omega(i-1)}, \quad (11)$$

$$\Omega_r = [-\Omega_{2r}, -\Omega_{1r}) \cup [\Omega_{1r}, \Omega_{2r}), \quad (12)$$

$$P_r(\bar{y}) = \int_{\omega \in \Omega_r} |Y(\omega)|^2 d\omega / 2\pi, \quad (13)$$

$$Y(\omega) = \sum_{i=1}^N y_i e^{-j\omega(i-1)}. \tag{14}$$

Подставляя в соотношение (8) и (13) определения (10) и (14), нетрудно получить представления для субполосной корреляции:

$$\varphi_{\tau,N}^r = \bar{x}_1^T A_r \bar{x}_\tau / \sqrt{\bar{x}_1^T A_r \bar{x}_1 \bar{x}_\tau^T A_r \bar{x}_\tau}, \tag{15}$$

где [3]

$$A_r = \{a_{ik}^r\}, \quad i, k=1, \dots, N$$

$$a_{ik}^r = 2a_{ik}^0 \cos(\omega_r(i-k)), \tag{16}$$

$$a_{ik}^0 = \sin(\Delta\Omega_r / 2(i-k)) / (\pi(i-k)), \quad \omega_r = (\Omega_{2r} + \Omega_{1r}) / 2, \tag{17}$$

$$\Delta\Omega_r = \Omega_{2r} - \Omega_{1r}. \tag{18}$$

Очевидно, что

$$\varphi_{\tau,N}^r \leq 1, \tag{19}$$

причем правая часть достигается только при выполнении условия пропорциональности:

$$\bar{x}_\tau = c\bar{x}_1. \tag{20}$$

Легко также понять, что $P_r(\bar{y})$ определяет такое значение энергии отрезка сигнала, попадающей в рассматриваемый частотный интервал. Поэтому наличие в (6) знаменателя позволяет обеспечить чувствительность к свойствам частотных полос с малым уровнем энергии.

Таким образом, определение частоты основного тона сводится к вычислению характеристик (6) при разных значениях τ и ω_r .

При каждом ω_r можно определить такое:

$$M_r = \arg \max \varphi_{\tau,N}^r, \quad 1 \leq \tau \leq K, \tag{21}$$

которое можно использовать для оценивания относительной частоты основного тона:

$$\nu_r = 1 / M_r, \tag{22}$$

если выполняется условие:

$$\varphi_{M_r,N}^r \geq h \in (0.8 \div 1). \tag{23}$$

Основной интерес представляет оценка при наименьшей возможной частоте ω_r .

Для анализа было использовано следующее разбиение частотной оси на интервалы: первый интервал шириной 62,5Гц имеет начало в точке 0, все последующие имеют ширину 125Гц, причем, центры этих интервалов отстоят друг от друга на $2\pi/N$. На рис. 2 представлено распределение энергии по частотным интервалам при использовании такого разбиения оси частот для фрагмента сигнала, соответствующего звуку «а».

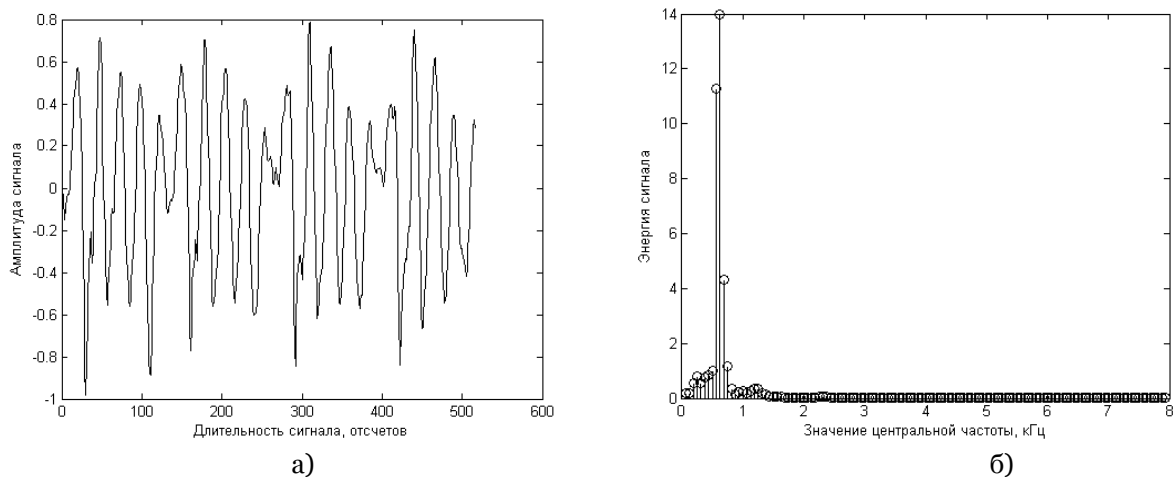


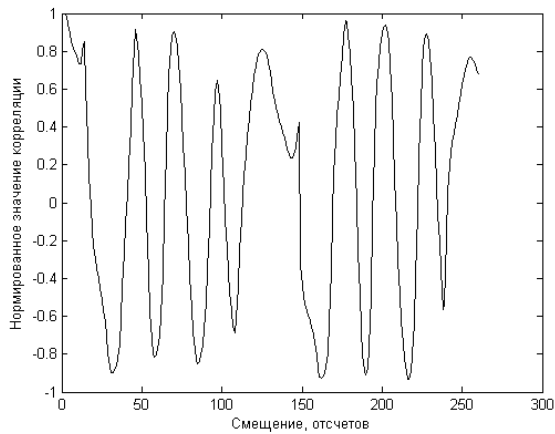
Рис. 2. Звук «А»:

а) фрагмент сигнала ($f_d=16кГц$);

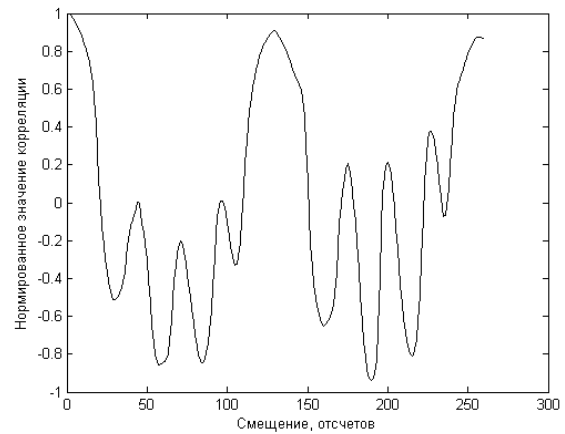
б) распределение энергии по частотным интервалам ($N=256$ отс, $f_d=16кГц$)

Для исследования использовался центрированный фрагмент сигнала. Распределение энергии было оценено для отрезка, соответствующего первым 256 отсчетам. Анализ распределения энергии по частотным интервалам, представленный на рисунке 2б, показывает, что основная энергия данного сигнала сосредоточена в диапазоне до 1,5кГц. Наибольшая часть энергии сосредоточена в частотном интервале с центральной частотой равной 625Гц. В свою очередь, частота основного тона анализируемого фрагмента сигнала составляет 124Гц. Таким образом, для данного отрезка сигнала проявляется ситуация, когда максимум правой части выражения (3) наблюдается при значении m в выражении (4) равном 5.

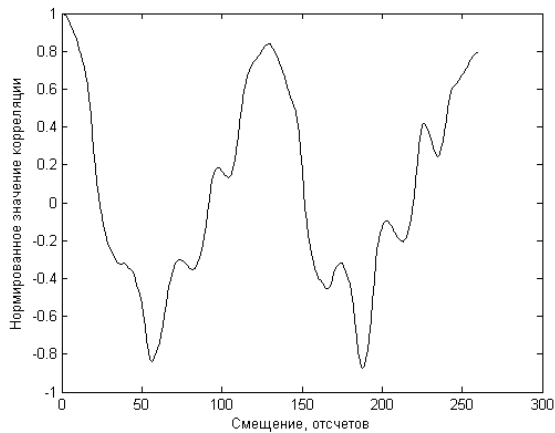
На рис. 3 представлены результаты оценки нормированной корреляции вида (15) для диапазона от 0 до 500 Гц, в который может попасть значение частоты основного тона речевого сигнала.



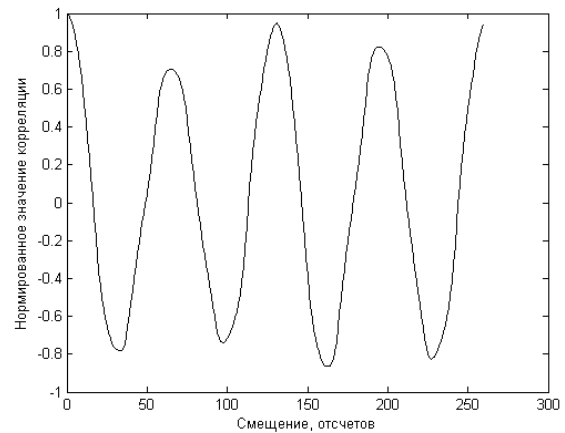
а)



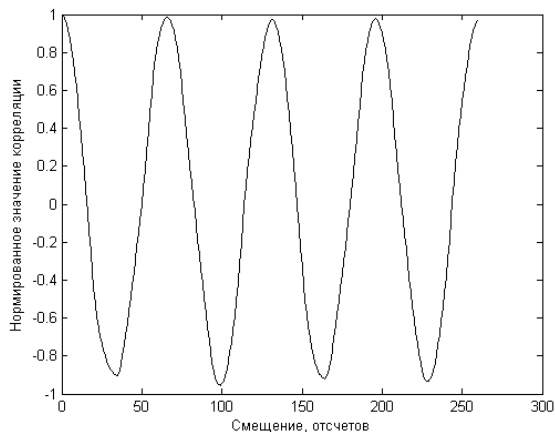
б)



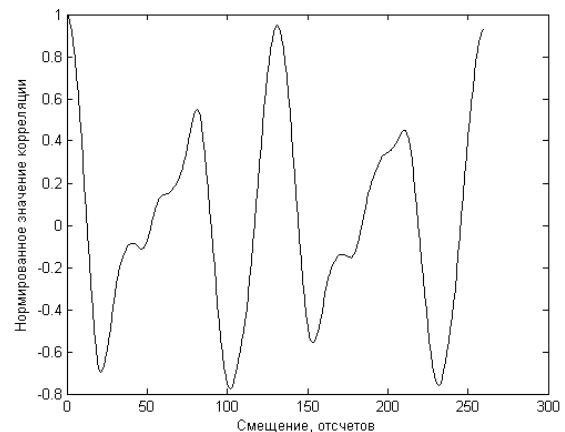
в)



г)



д)



е)

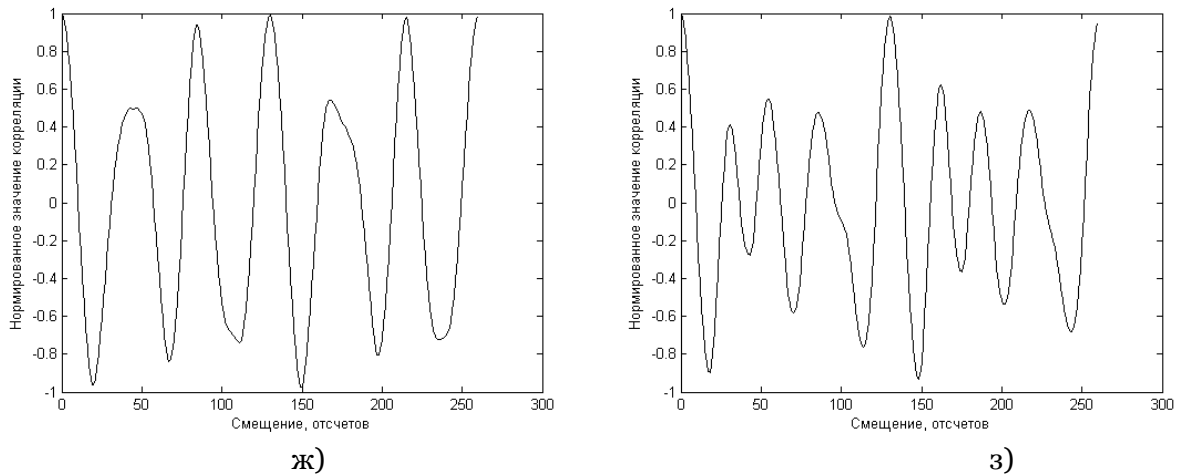


Рис.3. Нормированные значения корреляции для фрагмента сигнала, соответствующего звуку «А» в частотном интервале: а) (0:62,5)Гц; б) (0:125)Гц; в) (62,5:187,5)Гц; г) (125:250)Гц; д) (187,5:312,5)Гц; е) (250:375)Гц; ж) (312,5:437,5)Гц; з) (375:500)Гц

Анализ результатов экспериментов показывает, что наличие максимума корреляции наблюдается примерно при одном и том же значении смещения окна анализа практически для всех представленных частотных интервалов. Исключение составляют диапазон (0:62,5) Гц и (187,5:312,5) Гц. Причем, поведение функции корреляции в интервале (187,5:312,5) Гц соответствует проявлению частоты 625Гц.

Изменение энергии в частотных интервалах вызвано работой речевого аппарата человека, а также окружающими шумами. Проявление шумов наиболее сильно проявляется в мало энергетических частотных интервалах. Таким образом, для оценивания периода основного тона необходимо учитывать только те частотные интервалы, которые несут основную информацию о речевом аппарате человека. Такие интервалы называются информационными [4, 5]. Для определения информационных частотных интервалов может быть использована частотная концентрация, характеризующая наименьшее количество диапазонов, в которых сосредоточена заданная доля энергии m :

$$f_{NR}^m = \min d_{NR}^m \tag{24}$$

Здесь для правых частей выполняется неравенство:

$$\sum_{k=1}^{d_{NR}^m} P_{(k)N} \geq m \|\bar{x}_N\|^2 = m \sum_{i=1}^N x_i^2, \tag{25}$$

где m – задаваемая доля общей энергии, которая должна быть сосредоточена в указанном минимальном количестве частотных интервалов;

\bar{x}_N – отрезок сигнала, длительностью N отсчетов;

$P_{(k)N}$ – значения энергий в заданных интервалах, после упорядочивания их по убыванию.

Индекс в скобках у слагаемых суммы слева соотношения (25) означает, что части энергий P_{kN} упорядочиваются по убыванию, то есть имеет место

$$P_{(k)N} \in \{P_{rN}, r = 1, \dots, R\}; P_{(k+1)N} \leq P_{(k)N}, k = 1, \dots, R. \tag{26}$$

Для принятия решения о значении частоты основного тона предлагается использовать характеристику, представляющую собой зависимость среднего значения коэффициента корреляции среди информационных частотных компонент от соответствующего значения смещения:

$$\varphi_{M_r, N}^m(k) = \sum_{r=1}^{f_{NR}^m} \varphi_{M_r, N}^r(k) / f_{NR}^m, \tag{27}$$

где f_{NR}^m – минимальное количество частотных интервалов, в которых сосредоточена заданная доля энергии звукового отрезка;

$\varphi_{M_r, N}^r(k)$ – значение корреляции компонент из соответствующих частотных интервалов;

k – смещение окна анализа.

Использование усредненной характеристики позволит учесть поведение сигнала во всех информационных частотных характеристиках. В том случае, если для большинства частотных интервалов максимальное значение корреляции наблюдается для одного и того же значения смещения, то и для усредненной характеристики максимум будет наблюдаться в той же точке.

На рис. 4-7 представлены результаты оценки характеристики вида (27) для фрагментов сигналов, соответствующих некоторым звукам русской речи.

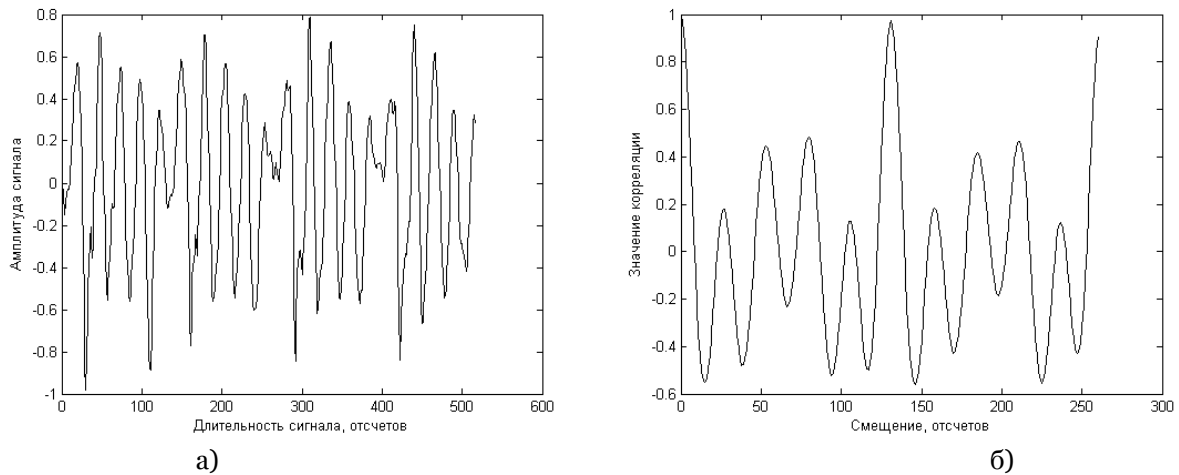


Рис. 4. Звук «А»:

а) фрагмент сигнала ($N=256, f_d=16\text{кГц}$);

б) оценка корреляции по информационным частотным интервалам ($N=256, m=0,9$)

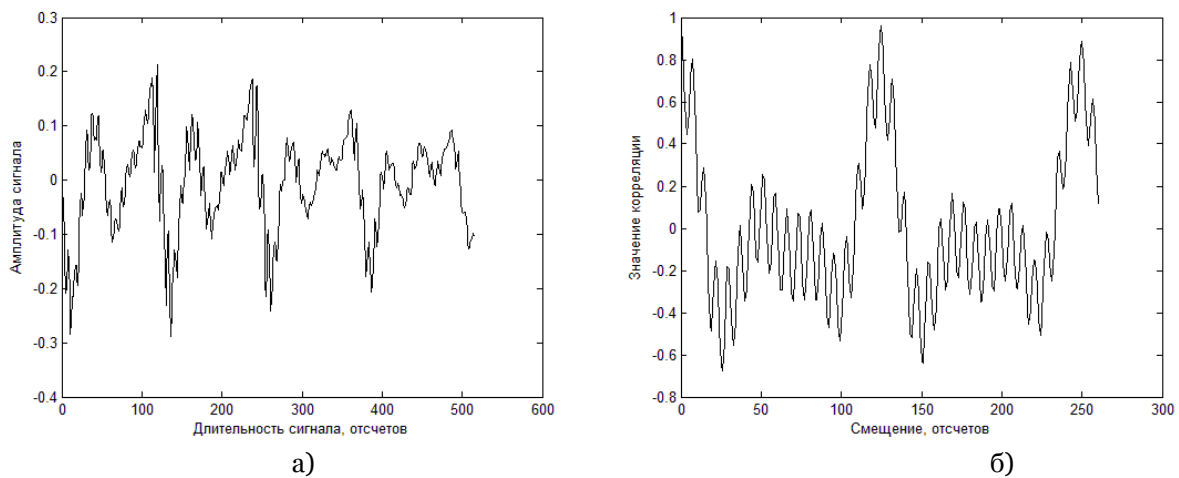


Рис. 5. Звук «И»: а) фрагмент сигнала ($N=256, f_d=16\text{кГц}$);

б) оценка корреляции по информационным частотным интервалам ($N=256, m=0,9$)

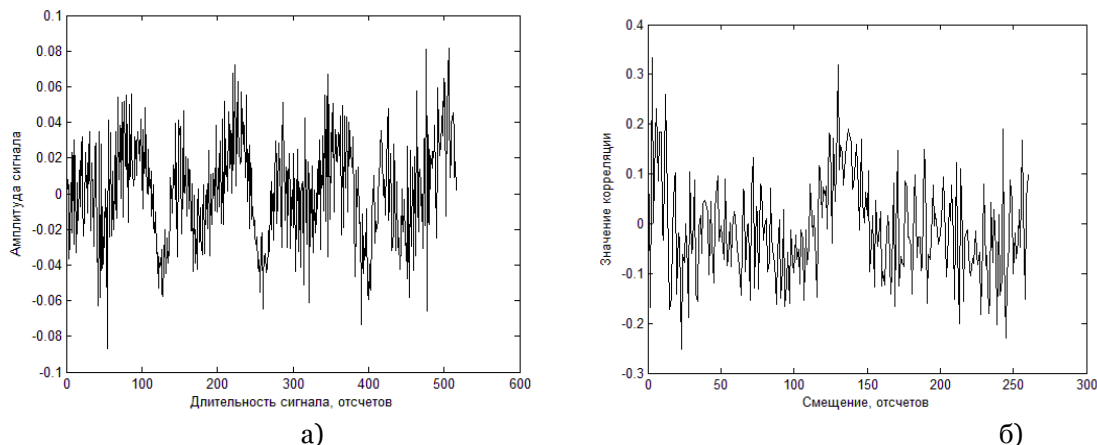


Рис. 6. Звук «Ж»: а) фрагмент сигнала ($N=256, f_d=16\text{кГц}$);

б) оценка корреляции по информационным частотным интервалам ($N=256, m=0,9$)

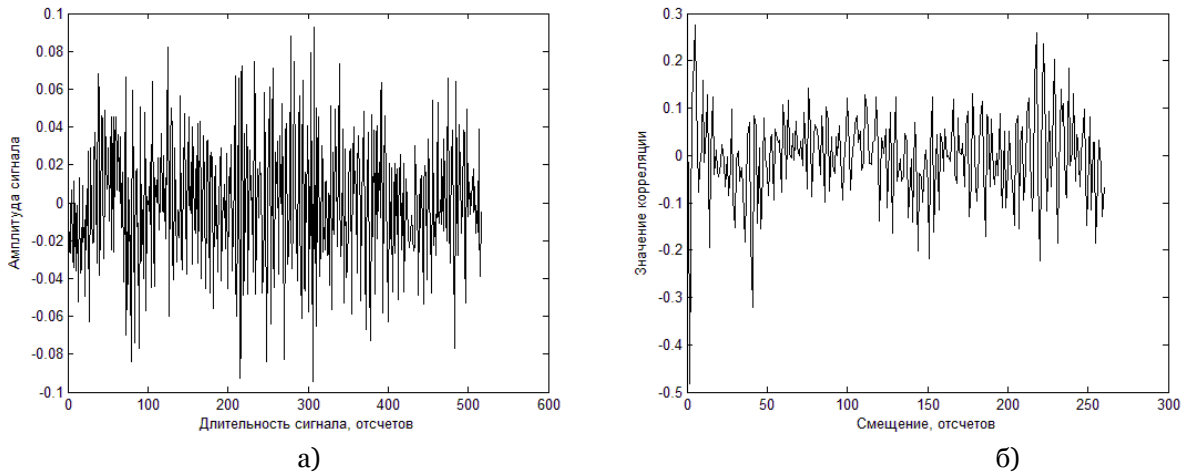


Рис. 7. Звук «Ч»: а) фрагмент сигнала ($N=256, f_d=16\text{кГц}$); б) оценка корреляции по информационным частотным интервалам ($N=256, m=0,9$)

Анализ результатов показывает, что максимальное значение для звука «А» наблюдается при смещении равном 131 отсчет и достигает 0,97. Эта величина смещения соответствует периоду основного тона анализируемого фрагмента сигнала. Для звука «И» максимальное значение равное 0,96 наблюдается при смещении в 125 отсчетов, что также соответствует периоду основного тона анализируемого отрезка сигнала. Для звуков «Ж» и «Ч» максимальные значения не превышают 0,32, что позволяет определить данные фрагменты как невокализованные участки речевых сигналов. Анализ рисунков также показывает, что для звука «Ж» можно обнаружить наличие ярко выраженного выброса в характеристике при смещении в 130 отсчетов. Одной из особенностей звука «Ж» является участие голосовых связок при его произношении, что проявляется как наличие периодической составляющей на фоне шума.

На рис. 8-11 представлены фрагменты сигналов, соответствующих некоторым звукам русской речи, и результаты оценки периода основного тона на основе правила:

$$M = \arg \max \varphi_{M, N}^m(k), \quad 1 \leq \tau \leq K. \tag{28}$$

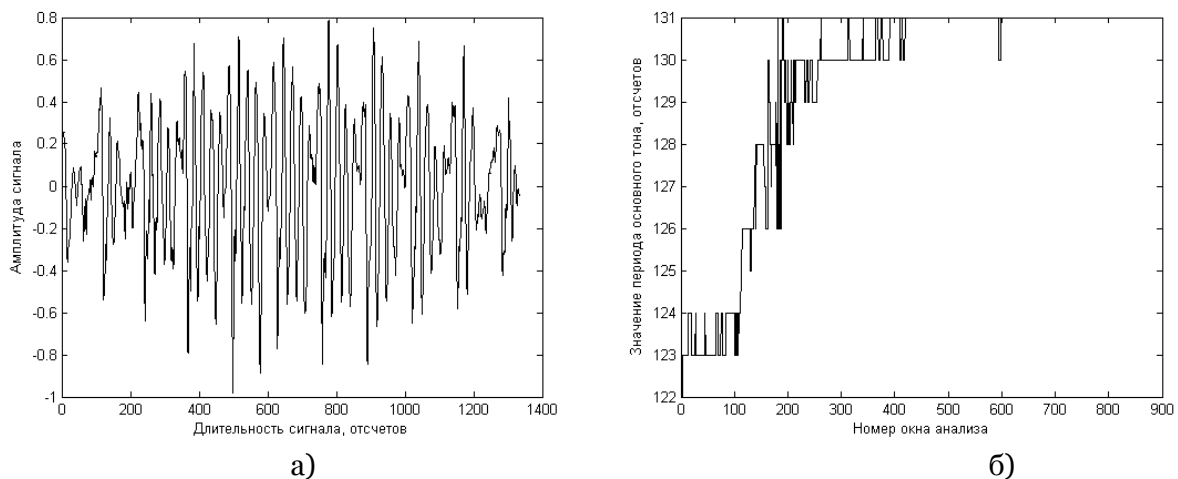


Рис. 8. Звук «А»: а) фрагмент сигнала ($N=256, f_d=16\text{кГц}$); б) результат оценки периода основного тона ($N=256, m=0,9$)

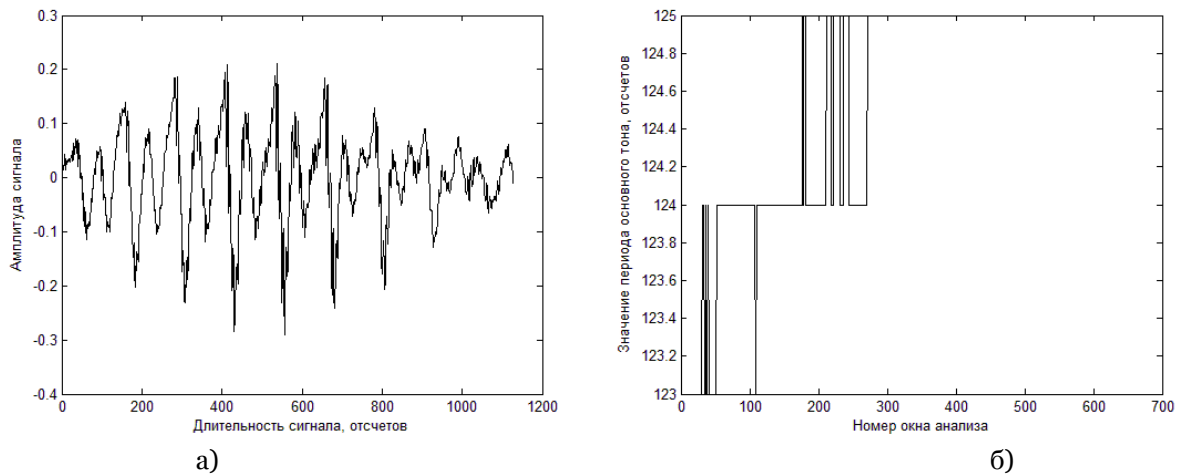


Рис. 9. Звук «И»: а) фрагмент сигнала ($N=256, f_d=16\text{кГц}$);
б) результат оценки периода основного тона ($N=256, m=0,9$)

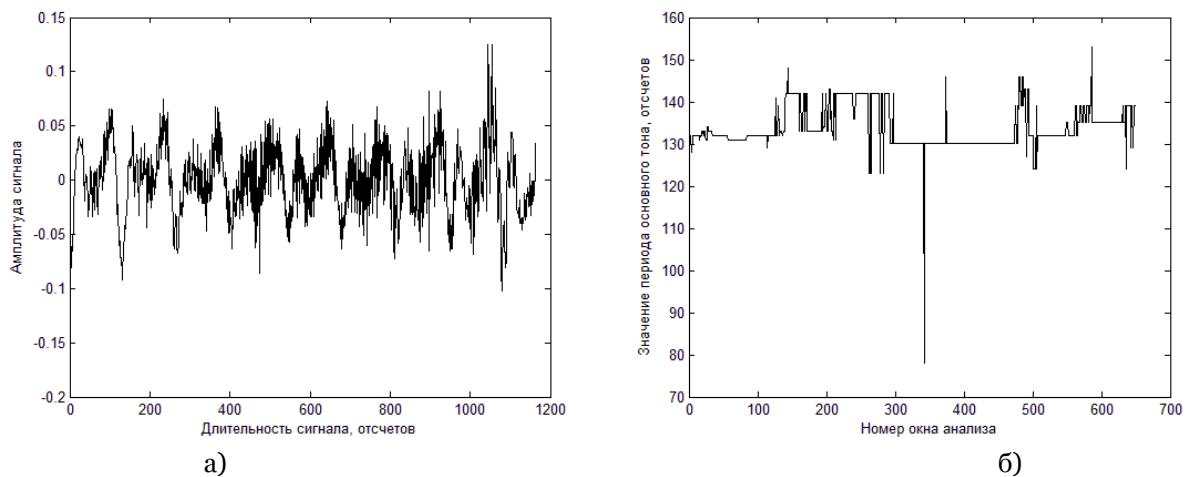


Рис. 10. Звук «Ж»: а) фрагмент сигнала ($N=256, f_d=16\text{кГц}$);
б) результат оценки периода основного тона ($N=256, m=0,9$)

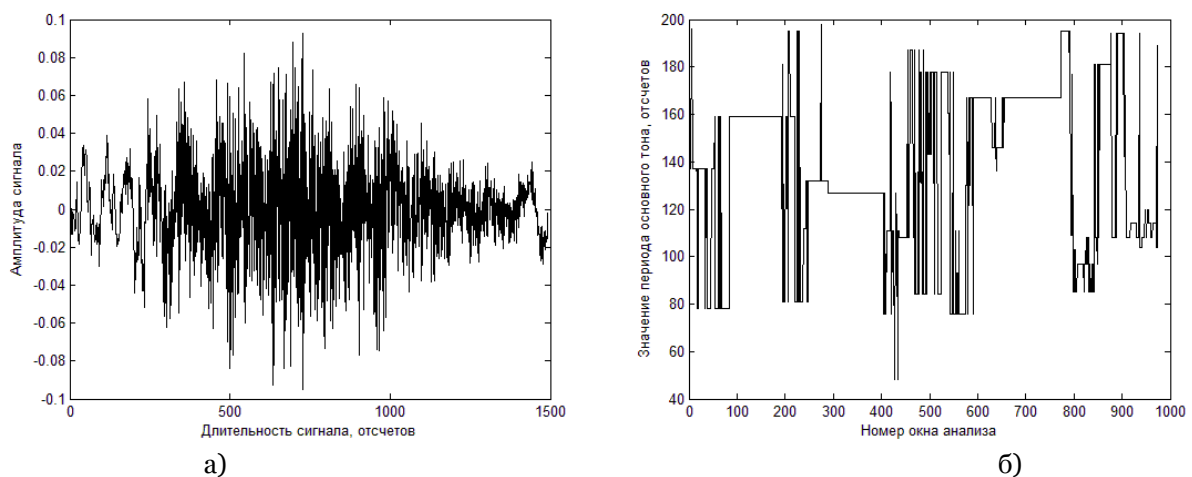


Рис. 11. Звук «Ч»: а) фрагмент сигнала ($N=256, f_d=16\text{кГц}$);
б) результат оценки периода основного тона ($N=256, m=0,9$)

Анализ представленных результатов показывает, что для гласных звуков разброс принятых значений периода основного тона не превышает 7%. Для звука «Ж» без учета значения 78 отсчетов на 342 окне анализа разброс составляет порядка 20%. Для звука «Ч» разброс значений существенно больше, что свойственно шумным звукам речи.

Таким образом, использование метода, основанного на учете корреляции компонент, соответствующих информационным частотным интервалам, позволяет достаточно

точно определять период основного тона речевых сигналов. Данный метод может быть также использован для определения вокализованных и невокализованных фрагментов речевого сигнала на основе анализа максимальных значений коэффициентов корреляции и стабильности поведения значений периода основного тона.

Исследования выполнены при поддержке проекта № 8.2251.2011.

Список литературы

1. Рабинер, Л.Р. Цифровая обработка речевых сигналов /Л.Р. Рабинер, Р.В. Шафер – М.: Радио и связь, 1981. – 496с.
2. Михайлов В.Г., Златоустова Л.В. Измерение параметров речи /под.ред. М.А.Сапожкова – М.: Радио и связь, 1987. – с.168
3. Жилияков Е.Г. Вариационные методы анализа сигналов на основе частотных представлений / Е.Г. Жилияков, С.П. Белов, А.А. Черноморец // Журнал «Вопросы радиоэлектроники», серия ЭВТ, 2010 г, с.10-26.
4. Фирсова А.А. О различии концентрации энергии по частотным диапазонам на отрезках сигналов, соответствующих шипящим звукам русской речи и шумам / А.С. Белов, А.В. Курлов, А.А. Фирсова // журнал «Научные ведомости БелГУ» Серия: История. Политология. Экономика. Информатика, №13(108) 2011, выпуск 19/1, 2011 г, с186-190.
5. Белов С.П. О различиях частотных свойств информационных и неинформационных звуковых сигналов речевого диапазона / С.П. Белов, А.С. Белов // журнал «Научные ведомости БелГУ» Серия: История. Политология. Экономика. Информатика, №10(50) 2008, выпуск 8/1, 2008 г, с86-93.

ESTIMATION THE PITCH PERIOD SOUNDS RUSSIAN SPEAKING

E.G. ZHILYAKOV
A.A. FIRSOVA

*Belgorod National
Research
University*

*e-mail:
zhilyakov@bsu.edu.ru*

The paper presents a new method of estimation pitch period based on the use analysis and evaluation of the correlation component of each frequency band.

Keywords: speech signal, analysis of the speech signal, the frequency of the fundamental, analysis.

О ПОВЫШЕНИИ РЕЗКОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СУБПОЛОСНОГО ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ

Е.Г. ЖИЛЯКОВ
А.А. ЧЕРНОМОРЕЦ
Е.В. БОЛГОВА

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

e-mail:
zhilyakov@bsu.edu.ru
chernomorets@bsu.edu.ru

В статье разработан метод повышения резкости изображений на основе субполосного дифференцирования, позволяющий учитывать частотные свойства изображений.

Ключевые слова: изображение, контур, дифференцирование, субполосный анализ, резкость изображений

При решении многих задач анализа изображений, возникающих в процессе производственной деятельности или в научных исследованиях, зарегистрированные изображения, зачастую, не имеют необходимой резкости, четкости отображения различных объектов, вследствие этого проблеме улучшения резкости изображений и разработке соответствующих методов постоянно уделяется существенное внимание. Под резкостью изображений обычно понимают степень полноты воспроизведения мелких деталей, а также контуров объектов на изображениях. Основная цель повышения резкости изображений состоит в выявлении и выделении мелких деталей изображения или улучшении фрагментов и деталей изображений, которые не являются достаточно четкими для проведения анализа по причине технических характеристик регистрирующей аппаратуры и условий съемки. Как показывают исследования, во многих случаях наиболее информативными при выделении объектов на изображении являются параметры границ однородных областей – контуров данных объектов. Так, в биологических системах зрительного восприятия при выделении отдельных объектов используются, в основном, очертания контуров, а не значения яркости данных объектов [1]. Учитывая данный факт, в настоящей работе для повышения резкости изображений осуществляется поиск контуров объектов.

Контурам объектов (границы) изображения, как правило, соответствует существенный перепад яркости между двумя относительно однородными областями значений яркости. Поскольку математической операцией, позволяющей определить области изменения функции, является дифференцирование, то контуры изображения могут быть определены на основе вычисления производных.

В работе предложено операцию дифференцирования выполнять на основе субполосного анализа-синтеза, который в отличие от большинства известных методов дифференцирования изображений позволяет учитывать их частотные свойства.

Рассмотрим наиболее известные пространственные методы, использующие линейные фильтры, которые применяют для вычисления производных на изображении при подчеркивании перепадов яркости и контуров. Представим изображение в виде значений $f(x_i, y_k)$ двумерной функции яркости $f(x, y)$ в отдельных равноудаленных точках (x_i, y_k) , $i = 1, 2, \dots, N_1$, $k = 1, 2, \dots, N_2$ (при условии, что регистрация значений яркости изображения осуществлена в эквидистантных отсчетах). Выделение контуров (границ однородных областей) может быть достигнуто на основе операции дифференцирования в пространственной области изображения.

При выделении на изображении вертикальных перепадов осуществляется дифференцирование по строкам, горизонтальных перепадов – по столбцам. В пространственной области изображения шаг между отсчетами обычно принимают равным 1, следовательно, для дифференцирования строк и столбцов изображения $(f_{i,k})$, $i = 1, 2, \dots, N_1$, $k = 1, 2, \dots, N_2$ можно применять следующие выражения:

$$G_x^k = \frac{\partial f}{\partial x} = f_{i+1,k} - f_{ik}, \quad G_{xx}^k = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = f_{i-1,k} - 2f_{ik} + f_{i+1,k}, \quad i = 2, \dots, N_1 - 1,$$

$$G_y^i = \frac{\partial f}{\partial y} = f_{i,k+1} - f_{ik}, \quad G_{yy}^i = \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = f_{i,k-1} - 2f_{ik} + f_{i,k+1}, \quad k = 2, \dots, N_2 - 1. \tag{1}$$

При выделении на изображении контуров произвольной ориентации используют значение модуля градиента, вычисленного для двумерной функции, значение которой соответствуют значениям яркости пикселей изображения. Максимальное изменение двумерной функции происходит в направлении ее градиента. При вычислении первой производной изображения применяют различные приближения двумерного градиента и его модуля.

Известно, что для функции $f(x, y)$ градиент в точке (x, y) определяется как двумерный вектор-столбец

$$\nabla f = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{df}{dx} \\ \frac{df}{dy} \end{bmatrix}. \tag{2}$$

Соотношение для вычисления оценки модуля двумерного градиента изображения имеет следующий вид:

$$\nabla f(x, y) = \sqrt{[f(x, y) - f(x - 1, y)]^2 + [f(x, y) - f(x, y - 1)]^2}. \tag{3}$$

При практической реализации процесса вычисления оценки модуля градиента применяют упрощенное выражение:

$$|\nabla f_{ik}| = |G_x^k| + |G_y^i|, \tag{4}$$

которое сохраняет относительные изменения в уровнях яркости.

С физической точки зрения рассмотренные выражения соответствуют применению фильтров высоких частот. На основе указанных выражений выделяют высокочастотные составляющие анализируемого изображения, определяющие перепады яркости и контуры, и подавляют «постоянную составляющую». Однако, их использование повышает уровень шума на изображении. Во многих случаях для повышения помехоустойчивости при выполнении операции выделения контуров применяют нелинейную обработку изображений. Особенность нелинейных методов обработки заключается в том, что они предполагают использование нелинейных операторов численного дифференцирования.

Методы численного дифференцирования, наиболее часто применяемые при проведении реальных расчетов по выделению контуров, используют дифференциальные операторы Робертса, Собела и Превитта.

В операторе Робертса для выделения границ используют диагонально смежные (перекрестные) пиксели

$$f_{ik}^{XY} = |f_{i,k} - f_{i+1,k+1}| + |f_{i,k+1} - f_{i+1,k}|, \tag{5}$$

$$i = 1, 2, \dots, N_1 - 1, \quad k = 1, 2, \dots, N_2 - 1.$$

Превитт предложил для аппроксимации производных двумерной функции использовать следующие выражения, являющиеся некоторым обобщением соотношений (1):

$$G_x^k = (f_{i+1,k-1} + f_{i+1,k} + f_{i+1,k+1}) - (f_{i-1,k-1} + f_{i-1,k} + f_{i-1,k+1}),$$

$$G_y^i = (f_{i-1,k+1} + f_{i,k+1} + f_{i+1,k+1}) - (f_{i-1,k-1} + f_{i,k-1} + f_{i+1,k-1}), \tag{6}$$

$$i = 2, \dots, N_1 - 1, \quad k = 2, \dots, N_2 - 1.$$

Для увеличения значимости элементов, используемых в соотношении (1), которое определяет значение производной, Собел ввел весовые коэффициенты в соотношениях (6) и предложил для вычисления производных вдоль координатных осей применять следующие соотношения:

$$G_x^k = (f_{i+1,k-1} + 2f_{i+1,k} + f_{i+1,k+1}) - (f_{i-1,k-1} + 2f_{i-1,k} + f_{i-1,k+1}),$$

$$G_y^i = (f_{i-1,k+1} + 2f_{i,k+1} + f_{i+1,k+1}) - (f_{i-1,k-1} + 2f_{i,k-1} + f_{i+1,k-1}), \tag{7}$$

$$i = 2, \dots, N_1 - 1, \quad k = 2, \dots, N_2 - 1.$$

Весовые коэффициенты позволяют при применении метода (7) уменьшить эффект сглаживания за счет придания большего веса средним точкам окрестности.

Рассмотренные выше методы имеют существенный недостаток – при их реализации преобразование осуществляется на уровне отдельных пикселей в пространственной области, вследствие чего построенные контуры, зачастую, не являются гладкими линиями.

Предлагаемый в данной работе метод субполосного дифференцирования изображений разработан на основе результатов исследований, полученных при разработке метода субполосной интерполяции изображений [2]. Интерполяция в указанном методе осуществлена на основе реализации формулы Ньютона-Лейбница:

$$\hat{u}(t) = u_0 + \int_0^t f(x) dx ,$$

примененной к двумерной функции. В [2] показано, что для интерполяции изображений на основе субполосного анализа-синтеза можно использовать приведенные ниже соотношения.

Исходное изображение представим в виде прямоугольной матрицы вещественных чисел $U = (u_{m_1, m_2})$, $m_1 = 1, 2, \dots, M_1$, $m_2 = 1, 2, \dots, M_2$, соответствующих яркости отдельных пикселей интерполируемого изображения. Значения интерполирующего изображения $\hat{U} = (\hat{u}_{n_1, n_2})$, $n_1 = 1, 2, \dots, N_1$, $n_2 = 1, 2, \dots, N_2$ должны быть вычислены в D_1 и D_2 точках между пикселями исходного изображения при условии выполнения интерполирующих равенств в узлах интерполяции:

$$\begin{aligned} \hat{u}_{D_1(m_1-1)+1, D_2(m_2-1)+1} &= u_{m_1, m_2} , \\ m_1 &= 1, 2, \dots, M_1, \quad m_2 = 1, 2, \dots, M_2 . \end{aligned} \quad (8)$$

Размерности исходного и интерполирующего изображений связаны следующими соотношениями:

$$\begin{aligned} N_1 &= D_1(M_1 - 1) + 1 , \\ N_2 &= D_2(M_2 - 1) + 1 . \end{aligned} \quad (9)$$

Для решения указанной задачи в [2] предложен метод субполосной интерполяции изображений, который позволяет избирательно задавать свойства результатов интерполяции в области пространственных частот (свойство гладкости). Достигается данная характеристика метода за счет применения собственных векторов субполосных матриц [3], соответствующих различным подобластям пространственных частот, а именно – для получения более гладких результатов интерполяции следует применять субполосные матрицы, соответствующие подобластям более низких пространственных частот. Так, в рамках теории субполосного анализа-синтеза [3] требование наибольшей гладкости результатов интерполяции изображения может быть сформулировано как требование размещения основной доли энергии результирующего изображения в области низких частот (в первой подобласти пространственных частот Ω_{11} [4]):

$$\Omega_{11} = \{(\alpha, \beta) \mid -\bar{\Omega}_1 \leq \alpha < \bar{\Omega}_1, \quad -\bar{\Omega}_2 \leq \beta < \bar{\Omega}_2\} , \quad (10)$$

где $\bar{\Omega}_1$ и $\bar{\Omega}_2$ – параметры, значение которых влияет на гладкость результата интерполяции:

$$\bar{\Omega}_1 = \frac{\pi}{K_1 D_1} \quad \text{и} \quad \bar{\Omega}_2 = \frac{\pi}{K_2 D_2} ,$$

K_1 и K_2 – коэффициенты, значения которых выбираются интерактивно.

Обозначим

$$U_u = \{u_{ik}\} , \quad i = 2, \dots, M_1, \quad k = 2, \dots, M_2 ,$$

$$\hat{U}_u = \{\hat{u}_{ik}\} , \quad i = 2, \dots, N_1, \quad k = 2, \dots, N_2 ,$$

Q_1 и Q_2 – матрицы, состоящие из $M_1 - 1$ и $M_2 - 1$ собственных векторов субполосных матриц $A_{\bar{\Omega}_2}$ и $A_{\bar{\Omega}_1}$ [3], соответствующих подобластям пространственных частот Ω_{11} (10);

B_1 и B_2 – квадратные нижние треугольные матрицы, состоящие из единиц и нулей, размерностей $(N_1 - 1) \times (N_1 - 1)$ и $(N_2 - 1) \times (N_2 - 1)$ соответственно;

\vec{e}_1, \vec{e}_2 – состоящие из единиц векторы, размерностей $(N_1 - 1)$ и $(N_2 - 1)$ соответственно;

$\vec{\gamma}_1, \vec{\gamma}_2$ – векторы, размерностей $M_1 - 1$ и $M_2 - 1$, состоящие из единиц;

\hat{B}_1, \hat{B}_2 – матрицы размерностей $(M_1 - 1) \times (N_1 - 1)$ и $(M_2 - 1) \times (N_2 - 1)$ соответственно, состоящие из строк матриц B_1 и B_2 с номерами $D_1 + 1, 2D_1 + 1, \dots, (M_1 - 1)D_1 + 1$ и $D_2 + 1, 2D_2 + 1, \dots, (M_2 - 1)D_2 + 1$ соответственно.

Тогда соотношение для вычисления интерполирующего изображения \hat{U}_u имеет вид [2]:

$$\hat{U}_u = u_{11} \vec{e}_1 \vec{e}_2^T + B_1 Q_1 (\hat{B}_1 Q_1)^{-1} (U_u - u_{11} \vec{\gamma}_1 \vec{\gamma}_2^T) (Q_2^T \hat{B}_2^T)^{-1} Q_2^T B_2^T. \quad (11)$$

В выражении (11) обратные матрицы для матриц $\hat{B}_1 Q_1$ и $(\hat{B}_2 Q_2)^T$ существуют, поскольку они являются произведением неособенных матриц соответственно.

Учитывая формулу Ньютона-Лейбница и тот факт, что умножение на матрицы B_1 и B_2^T слева и справа соответствует операции интегрирования по строкам и столбцам, можно показать, следующий фрагмент выражения (11):

$$Q_1 (\hat{B}_1 Q_1)^{-1} (U_u - u_{11} \vec{\gamma}_1 \vec{\gamma}_2^T) (Q_2^T \hat{B}_2^T)^{-1} Q_2^T,$$

которое определяет результат субполосного дифференцирования интерполирующего изображения.

Очевидно, что при выборе количества промежуточных точек

$$D_1 = D_2 = 1, \quad (12)$$

результат интерполяции (11) совпадает с исходным изображением. Следовательно, при выполнении соотношений (12) матрица Y

$$Y = Q_1 (\hat{B}_1 Q_1)^{-1} (U_u - u_{11} \vec{\gamma}_1 \vec{\gamma}_2^T) (Q_2^T \hat{B}_2^T)^{-1} Q_2^T \quad (13)$$

определяет результат субполосного дифференцирования исходного изображения.

Для получения более резкого изображения \tilde{U} , чем исходное изображение U , можно использовать следующее выражение:

$$\tilde{U} = U + \tilde{Y}, \quad (14)$$

где \tilde{Y} – результат градационной коррекции изображения Y , при которой диапазон значений элементов матрицы \tilde{Y} не выходит за пределы диапазона значений элементов матрицы U .

Выражения (13), (14) определяют новый метод увеличения резкости изображений на основе субполосного дифференцирования.

Для проверки работоспособности данного метода были проведены вычислительные эксперименты по улучшению резкости изображения на основе предложенного метода и операторов Робертса, Собела и Превитта. Так, при вычислительных экспериментах было использовано исходное изображение, приведенное на рис. 1.



Рис. 1. Исходное изображение

Результаты дифференцирования и улучшения резкости на основе анализируемых методов приведены на рис. 2 и рис. 3.

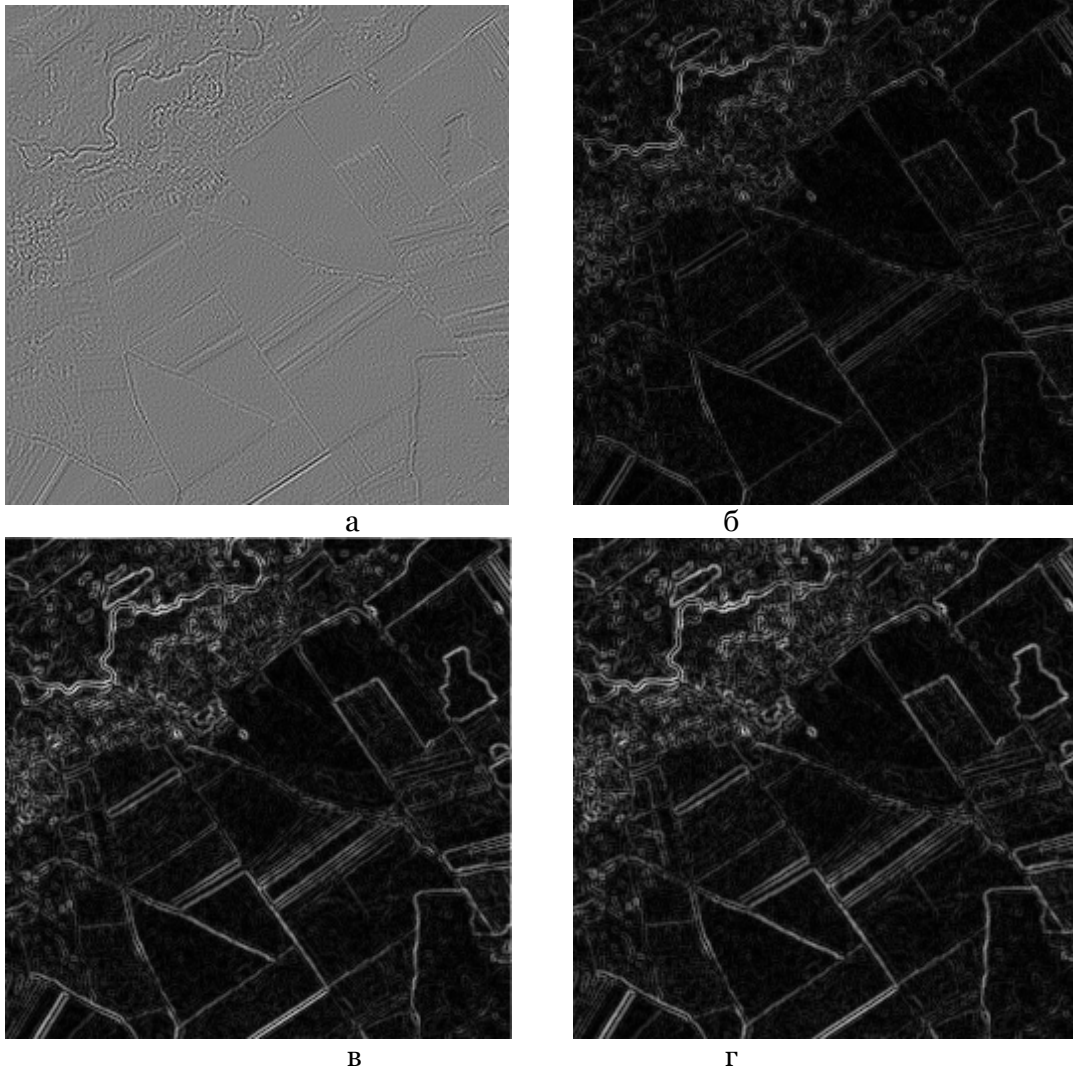
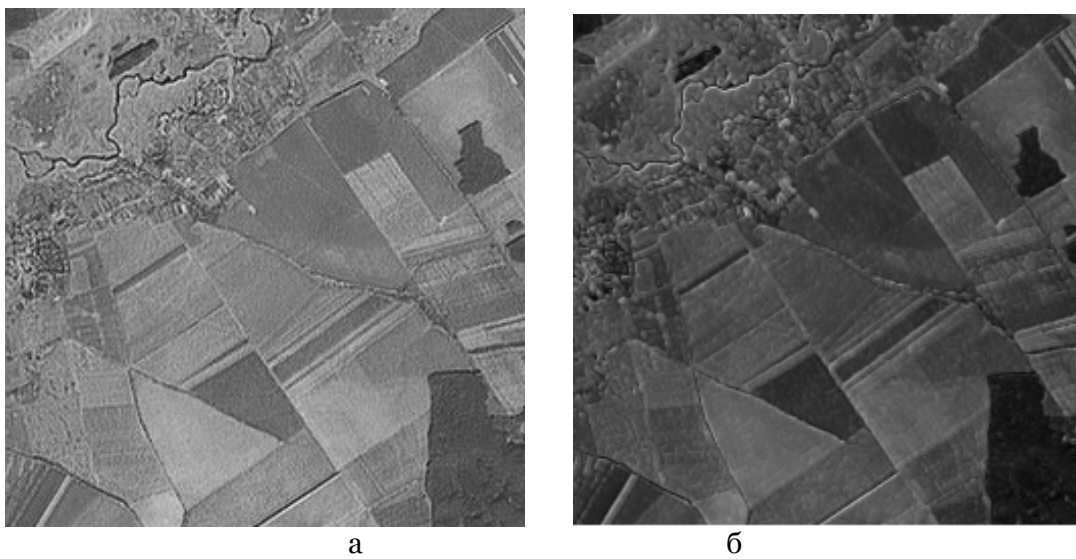
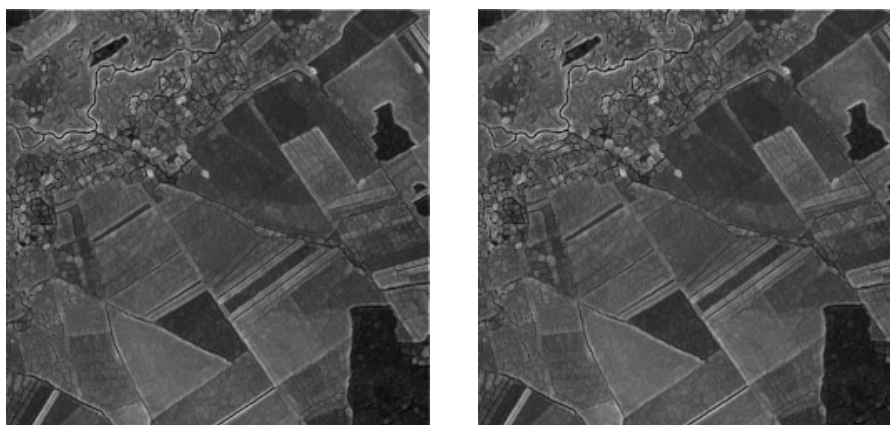


Рис. 2. Результаты дифференцирования исходного изображения:
а – субполосное дифференцирование, б – оператор Робертса,
в – оператор Собела, г – оператор Превитта





в

г

Рис. 3. Результаты улучшения резкости:
а – субполосное дифференцирование, б – оператор Робертса,
в – оператор Собела, г – оператор Превитта

Изображения, приведенные на рис. 3, демонстрируют, что изображение на рис. 3а (получено при субполосном дифференцировании) является более резким по сравнению с изображениями на рис. 3б, рис. 3в и рис. 3г. Также показано, что при улучшении резкости на основе субполосного дифференцирования выделяется больше мелких объектов без существенного искажения изображения, в отличие от результатов применения других рассматриваемых методов.

Проведенный эксперимент, а также другие многочисленные вычислительные эксперименты продемонстрировали работоспособность предложенного в работе метода улучшения резкости и его преимущество по сравнению с методами, основанными на применении операторов Робертса, Собела и Превитта.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 12-07-00257-а.

Список литературы

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2006. – 1072 с.
2. Жилияков, Е.Г. Алгоритм масштабирования изображений [Текст] / Е.Г. Жилияков, А.А. Черноморец // Вопросы радиоэлектроники, Сер. ЭВТ. – 2013. – Вып. 1. – С. 155-163.
3. Жилияков, Е.Г. Вариационные методы анализа сигналов на основе частотных представлений [Текст] / Е.Г. Жилияков, С.П. Белов, А.А. Черноморец // Вопросы радиоэлектроники, Сер. ЭВТ. – 2010. – Вып. 1. – С. 10-25.
4. Черноморец, А.А. О формировании квазициклических компонент изображений с заданными частотными свойствами [Текст] / В.В. Красильников, А.А. Черноморец // Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2010. – № 13 (84). – Вып. 15/1. – С. 168-174.

ABOUT IMAGE SHARPNESS INCREASING ALGORITHM BASED ON SUBBAND DIFFERENTIATION

E.G. ZHILYAKOV
A.A. CHERNOMORETS
E.V. BOLGOVA

*Belgorod National
Research
University*

*e-mail:
zhilyakov@bsu.edu.ru
chernomorets@bsu.edu.ru*

The image sharpness increasing algorithm based on subband differentiation is given in the article. Given algorithm allows to take into account the frequency properties of images.

Keywords: image, edge, differentiation, subband analysis, image sharpness

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Алешин С.П.** – кандидат технических наук, доцент кафедры компьютерных и информационных технологий и систем Полтавского национального технического университета им. Юрия Кондратюка, Украина, г. Полтава
- Аничин В.Л.** – доктор экономических наук, профессор кафедры организации и управления Белгородской государственной сельскохозяйственной академии, г. Белгород
- Артюх Ю.А.** – аспирант кафедры теоретической и прикладной системной техники факультета компьютерных наук Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина, Украина, г. Харьков
- Богомяжкова И.В.** – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и организации горного, химического и строительного производства Южно-Российского государственного технического университета (НПИ), г. Новочеркасск
- Болгова Е.В.** – студентка 5 курса кафедры прикладной информатики факультета компьютерных наук и телекоммуникаций Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород
- Бондарева Т.П.** – ассистент кафедры информатики и вычислительной техники Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород
- Бородина Е.А.** – аспирант кафедры компьютерных и информационных технологий и систем Полтавского национального технического университета им. Юрия Кондратюка, Украина, г. Полтава
- Бурцев М.В.** – аспирант кафедры вычислительной техники и программирования Национального технического университета «Харьковский политехнический институт», Украина, г. Харьков
- Буторин В.М.** – доктор физико-математических наук, профессор кафедры информатики и прикладной математики Юго-Западного государственного университета, г. Курск
- Грекова Л.В.** – кандидат педагогических наук, доцент кафедры информатики и информационно-аналитических ресурсов Белгородского государственного института искусств и культуры, г. Белгород
- Голиков А.П.** – доктор географических наук, профессор кафедры международных экономических отношений Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина, г. Харьков
- Гусев А.В.** – стажер-исследователь Центра прикладных экономических исследований и консультирования, г. Екатеринбург
- Десятов Д.Б.** – доктор технических наук, профессор кафедры управления и информационно-технического обеспечения Воронежского института Федеральной службы исполнения наказаний России, г. Воронеж
- Душкин А.В.** – Воронежский институт Федеральной службы исполнения наказаний России, начальник кафедры управления и информационно-технического обеспечения, полковник внутренней службы, г. Воронеж
- Ершова И.Г.** – кандидат экономических наук, доцент кафедры региональной экономики и менеджмента Юго-Западного государственного университета, г. Курск

-
- Жиляков Е.Г.** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информационно-телекоммуникационных систем и технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород
- Зарубин В.С.** – доктор технических наук, профессор кафедры основ радиотехники и электроники Воронежского института Федеральной службы исполнения наказаний России, г. Воронеж
- Ирхин В.П.** – профессор кафедры основ радиотехники и электроники Воронежского института Федеральной службы исполнения наказаний России, г. Воронеж
- Ищeyнов В.Я.** – кандидат технических наук, доцент кафедры информационной безопасности Российского государственного гуманитарного университета (РГГУ), г. Москва
- Корсунов Н.И.** – доктор технических наук, профессор кафедры математического и программного обеспечения информационных систем Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород
- Кузьменко Р.В.** – доктор технических наук, профессор кафедры математики и естественно-научных дисциплин Воронежского института Федеральной службы исполнения наказаний России, г. Воронеж
- Кузьмин Е.А.** – аспирант кафедры экономики предприятий Уральского государственного экономического университета, г. Екатеринбург
- Ломазов В.А.** – доцент физико-математических наук, профессор кафедры информатики и информационных технологий Белгородской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Я. Горина, г. Белгород
- Ломазова В.Н.** – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры социальных технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород
- Лукин А.Н.** – доктор технических наук, заместитель начальника по научной работе Воронежского института Федеральной службы исполнения наказаний России, г. Воронеж
- Начетов А.А.** – аспирант Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород
- Нехотина В.С.** – кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры информационных систем и технологий Белгородского университета кооперации, экономики и права, г. Белгород
- Никитин А.В.** – магистрант кафедры менеджмента организации Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород
- Новосельцев В.И.** – доктор технических наук, профессор кафедры управления и информационно-технического обеспечения Воронежского института Федеральной службы исполнения наказаний России, г. Воронеж
- Павлова Е.В.** – инженер кафедры информатики и прикладной математики Юго-Западного государственного университета, г. Курск
- Пахомова И.Ю.** – аспирант кафедры менеджмента организации Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород

-
- Поворознюк А.И.** – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры вычислительной техники и программирования, Национального технического университета «Харьковский политехнический институт», Украина, г. Харьков
- Поворознюк О.А.** – кандидат технических наук, преподаватель Харьковского компьютерно-технологического колледжа, Национального технического университета «Харьковский политехнический институт», Украина, г. Харьков
- Поляков Г.А.** – доктор технических наук, профессор, академик Академии наук прикладной радиоэлектроники, профессор кафедры математического и программного обеспечения информационных систем факультета компьютерных наук и телекоммуникаций Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород
- Полянский А.В.** – старший преподаватель кафедры информатики и прикладной математики Юго-Западного государственного университета, г. Курск
- Придворова Е.С.** – старший преподаватель кафедры информационного менеджмента Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород
- Проскурина Е.А.** – ассистент кафедры информатики и информационно-аналитических ресурсов ГБОУ ВПО «Белгородский государственный институт искусств и культуры», г. Белгород
- Работкина О.Е.** – доктор технических наук, профессор кафедры основ радиотехники и электроники Воронежского института Федеральной службы исполнения наказаний России, г. Воронеж
- Савотченко С.Е.** – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой информационных технологий ОГАОУ ДПО «Белгородский институт повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов», г. Белгород
- Спиридонов Е.Г.** – доктор технических наук, профессор кафедры математики и естественно-научных дисциплин Воронежского института Федеральной службы исполнения наказаний России, г. Воронеж
- Стародубцев В.С.** – доктор технических наук, профессор кафедры математики и естественно-научных дисциплин Воронежского института Федеральной службы исполнения наказаний России, г. Воронеж
- Стрельцова Е.Д.** – доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры электронных вычислительных машин Южно-Российского государственного технического университета (НПИ), г. Новочеркасск
- Стрельцов В.С.** – кандидат технических наук, доцент кафедры электронных вычислительных машин Южно-Российского государственного технического университета (НПИ), г. Новочеркасск
- Тимофеев И.Ю.** – аспирант кафедры организации и управления Белгородской государственной сельскохозяйственной академии, г. Белгород
- Толстолужская Е.Г.** – студентка Харьковского Национального университета им. В.Н. Каразина, факультета компьютерных наук, кафедры системной инженерии, г. Харьков

-
- Тростянский С.Н.** — доктор технических наук, профессор кафедры управления и информационно-технического обеспечения Воронежского института Федеральной службы исполнения наказаний России, г. Воронеж
- Федянин В.И.** — доктор технических наук, профессор кафедры управления и информационно-технического обеспечения Воронежского института Федеральной службы исполнения наказаний России, г. Воронеж
- Фирсова А.А.** — ассистент кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород
- Ханова Е.В.** — кандидат географических наук, доцент кафедры международных экономических отношений Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина, г. Харьков
- Чеботарёв Е.В.** — аспирант Луганского национального университета им. Тараса Шевченко, г. Луганск
- Черноморец А.А.** — кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой прикладной информатики Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород
- Чудинов С.М.** — доктор технических наук, профессор, заместитель генерального директора по научной работе ОАО «НИИ «Супер-ЭВМ», г. Москва
- Шуба М.В.** — преподаватель кафедры международных экономических отношений Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина, г. Харьков
- Шумакова И.А.** — кандидат экономических наук, начальник отдела аспирантуры Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород
- Щербакова Ю.В.** — адъюнкт Воронежского института Федеральной службы исполнения наказаний России, г. Воронеж

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Уважаемые коллеги!

Материалы необходимо высылать в двух экземплярах:

- по адресу: 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85, Белгородский государственный университет;

- по электронной почте редакторам разделов: «Актуальные вопросы отечественной истории» – shatohin@bsu.edu.ru (Шатохин Иван Тихонович – заместитель главного редактора); «Актуальные вопросы всеобщей истории» – bolgov@bsu.edu.ru (Болгов Николай Николаевич); «Актуальные вопросы политологии» – Shilov@bsu.edu.ru (Шилов Владимир Николаевич – заместитель главного редактора); «Актуальные проблемы экономики» – Lomovseva@bsu.edu.ru (Ломовцева Ольга Алексеевна – заместитель главного редактора); ответственный секретарь серии журнала – vasilenko_v@bsu.edu.ru (Василенко Виктория Викторовна); сайт журнала: <http://unid.bsu.edu.ru/unid/res/pub/index.php>.

Статьи, отклоненные редколлегией, к повторному рассмотрению не принимаются. Материалы, присланные без соблюдения правил, редколлегией не рассматриваются.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ СЕРИИ «ИСТОРИЯ. ПОЛИТОЛОГИЯ. ЭКОНОМИКА. ИНФОРМАТИКА» ЖУРНАЛА «НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ БЕЛГУ»

В материалы статьи включаются:

- | | | |
|--|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1) УДК научной статьи; 2) аннотация статьи (не более 1200 знаков); 3) ключевые слова; 4) сведения об авторах (Ф.И.О., должность с указанием места работы (без сокращений), ученая степень, ученое звание, почтовый адрес, адрес электронной почты (если имеется), контактные телефоны); 5) внешняя рецензия доктора наук (для аспирантов и кандидатов наук); 6) текст статьи; 7) ссылки. | } | <p><i>на русском
и английском
языках</i></p> |
| <ol style="list-style-type: none"> 5) внешняя рецензия доктора наук (для аспирантов и кандидатов наук); 6) текст статьи; 7) ссылки. | } | <p><i>на русском
языке</i></p> |

Технические требования к оформлению текста статьи

1. Текст набирается в Microsoft Word 2000/2003. Лист – А4, портретный.
2. Поля:
 - правое – 1,5 см;
 - левое – 3,0 см;
 - нижнее – 2,0 см;
 - верхнее – 2,0 см.
3. Шрифт:
 - гарнитура: текст – **Georgia**; УДК, название, Ф.И.О. автора – **Impact**;
 - размер: в тексте – **11 пт**; в таблице – **9 пт**; в названии – **14 пт**.
4. Абзац:
 - отступ 1,25 мм, выравнивание – по ширине;
 - межстрочный интервал – одинарный.

5. Ссылки постраничные:
 - номер ссылки размещается перед знаком препинания (перед запятой, точкой);
 - нумерация – автоматическая, сквозная;
 - текст сноски внизу каждой страницы;
 - размер шрифта – **9 пт.**
6. Объем статей: до **8 страниц (Georgia, 11 пт).**
7. Формулы набираются в «Редакторе формул» Word, допускается оформление формул только в одну строку, не принимаются формулы, выполненные в виде рисунков, формулы отделяются от текста пустой строкой.
8. Требования к оформлению статей, таблиц, рисунков приведены в прил. 1, 2, 3.

Приложение 1. Оформление статьи

УДК 65.01

**КЛЮЧЕВЫЕ ВЫЗОВЫ РАЗВИТИЮ РЕГИОНА
В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛИЗАЦИИ РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ¹****А. В. ИВАНОВ¹****Л. Н. ПЕТРОВ²**¹⁾ *Департамент экономического развития Белгородской области*²⁾ *Белгородский государственный национальный исследовательский университет**e-mail: bor@bsu.edu.ru*

При выборе пути инновационного развития необходимо учитывать возможные риски и ограничения социально-экономического развития, продуцированные перспективами постепенного вступления России в единое мировое экономическое пространство. В работе рассмотрены ключевые вызовы развитию России и регионов на долгосрочную перспективу.

Ключевые слова: глобализация, вызовы развитию, риски и ограничения социально-экономического развития, региональная политика.

В последние годы в российском обществе обозначился явный дефицит долгосрочного (на 10-15 и более лет) видения перспектив развития национальной экономики¹.

**KEY CHALLENGES TO REGION DEVELOPMENT
IN CONDITIONS OF GLOBALIZATION OF THE RUSSIAN ECONOMY****A. V. IVANOV¹****L. N. PETROV²**¹⁾ *Department of Economic Development, Belgorod Region*²⁾ *Belgorod National Research University**e-mail: bo@bsu.edu.ru*

Choosing a way of innovative development it is necessary to take into account the risks and restrictions of socio-economic development, produced by prospects of the gradual introduction of Russia into the whole world economic space. There considered key challenges to development of Russia and its regions for the long-term prospect.

Keywords: globalization, challenges to development, risks and restrictions of socio-economic development, regional policy.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**Иванов А.В.**

— кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и права Белгородского государственного национального исследовательского университета

308015, г. Белгород, ул. Победы, 85, Белгородский государственный национальный исследовательский университет;

e-mail: dizelsnab@mail.ru, тел. 33-22-44

¹ Караганов С.А. XXI век и интересы России // Современная Европа. 2004. №3. С. 6; Айналов Д.В. Эллинистические основы византийского искусства. СПб., 1900. С. 2.



Приложение 2. Оформление таблиц

1. Каждая таблица должна быть пронумерована справа, иметь заголовок, расположенный по центру.

Таблица 1

Рейтинговая оценка ЦФО за 1999-2004 гг.

Регионы	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	В среднем за	
							1999-2001 гг.	2002-2004 гг.
РФ	1,3222	1,5091	1,3470	1,4661	1,5940	1,6954	1,3928	1,5852
ЦФО	1,5028	1,9389	1,7210	1,6149	1,6888	1,6930	1,7209	1,6656

2. Таблицы не должны выходить за границы полей страницы слева и справа.

Таблица 1

Рейтинговая оценка ЦФО за 1999-2004 гг.

Регионы	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	В среднем за	
							1999-2001 гг.	2002-2004 гг.
РФ	1,3222	1,5091	1,3470	1,4661	1,5940	1,6954	1,3928	1,5852
ЦФО	1,5028	1,9389	1,7210	1,6149	1,6888	1,6930	1,7209	1,6656

3. Если таблица располагается на двух страницах, ее столбцы должны быть пронумерованы на каждой новой странице, так же, как на первой.

Таблица 1

Рейтинговая оценка ЦФО за 1999-2004 гг.

Регионы	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	В среднем за	
							1999-2001 гг.	2002-2004 гг.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
РФ	1,3222	1,5091	1,3470	1,4661	1,5940	1,6954	1,3928	1,5852
ЦФО	1,5028	1,9389	1,7210	1,6149	1,6888	1,6930	1,7209	1,6656

Таблица, расположенная на первой странице.

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Белгородская область	1,2620	0,4169	2,2612	1,0176	1,2012	0,6413	1,3134	0,9534
Брянская область	0,9726	0,4817	0,5612	1,8653	0,9064	1,6898	0,6718	1,4872

Таблица, расположенная на следующей странице.

Приложение 3. Оформление графических объектов

1. Изображение каждого графического объекта должно иметь номер и заголовок, расположенные по центру рисунка.

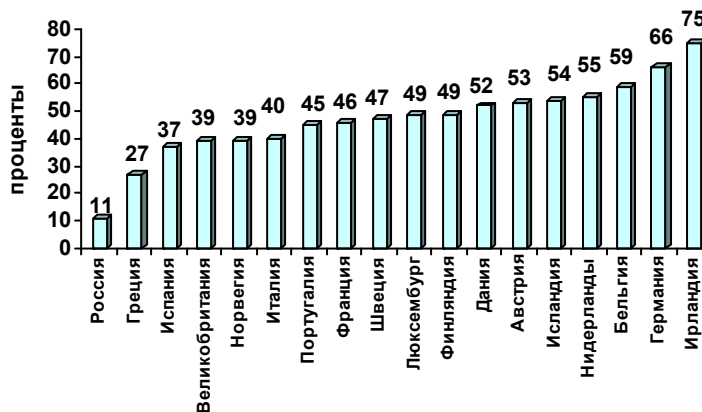


Рис. 1. Уровень инновационной активности в России, странах ЕС, Норвегии, Исландии

2. Изображение графического объекта должно быть в виде рисунка или сгруппированных объектов.

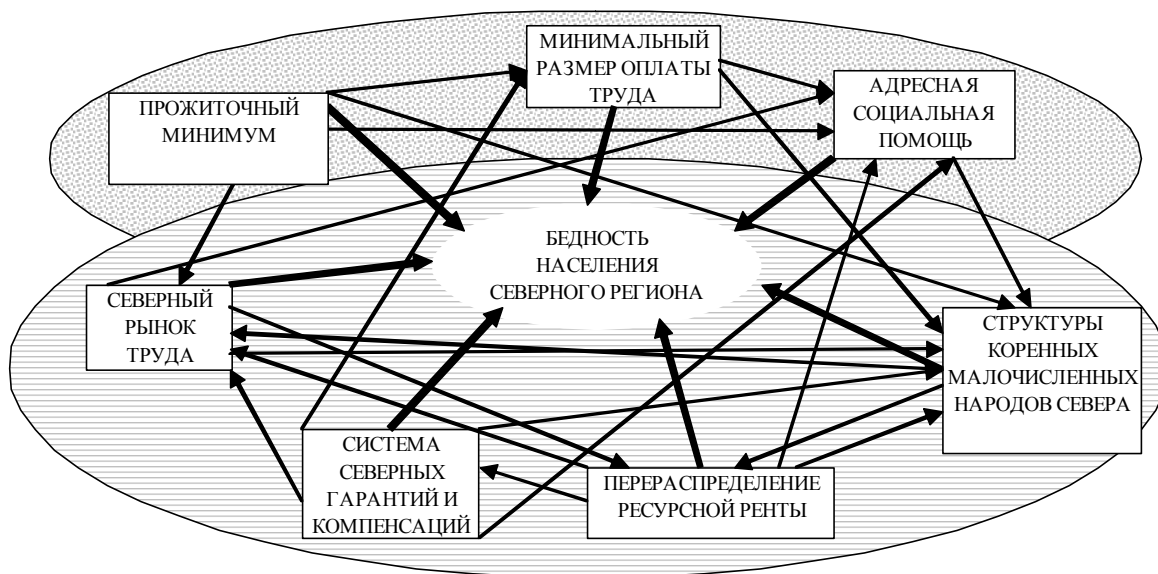


Рис. 2. Институциональная среда существования бедности населения северного региона России

3. Изображение графического объекта не должно выходить за пределы полей страницы.

4. Изображение графического объекта не должно превышать одной страницы.

За публикацию статьи в журнале «Научные ведомости Белгородского государственного университета» плата с авторов не взимается.