

№ 7(126) 2012

Выпуск 22/1

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 профессионального образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ»)

**Издатель:**

НИУ «БелГУ».  
Издательско-полиграфический комплекс НИУ «БелГУ»  
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 работе  
НИУ «БелГУ», доктор технических наук,  
профессор

Ответственные секретари:

**В.М. Московкин,**  
доктор географических наук, профессор  
кафедры мировой экономики  
НИУ «БелГУ»

**О.В. Шевченко,**  
зам. начальника УНИД НИУ «БелГУ»  
канд. исторических наук,

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ ЖУРНАЛА**

Главный редактор

**Шатовалов В.А.**  
доктор исторических наук,  
профессор (НИУ «БелГУ»)

Заместители главного редактора:

**Жильяков Е.Г.**  
доктор технических наук,  
профессор (НИУ «БелГУ»)

**Ломовцева О.А.**  
доктор экономических наук,  
профессор (НИУ «БелГУ»)

**Шатохин И.Т.**  
кандидат исторических наук,  
доцент (НИУ «БелГУ»)

**Шилов В.Н.**  
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**

Использование геостатистических методов для пространственно-временного моделирования социально-экономического развития муниципальных образований. **А.В. Плякин 5**  
Зарождение социального предпринимательства в Республике Карелия. **А.Е. Курило, Е.Г. Немкович 13**

**ОТРАСЛЕВЫЕ РЫНКИ И РЫНОЧНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА**

Методические аспекты процесса диагностики банкротства предприятий. **Д.И. Костенко 20**  
Особенности медицинского учреждения как объекта социально-индикативного управления. **Б.А. Тхориков 30**  
Оценка эффективности технологической системы производства обуви. **Л.Г. Грецкая, Н.В. Щербакова 38**

**ИНВЕСТИЦИИ И ИННОВАЦИИ**

Методика анализа накопления и использования интеллектуальной собственности предприятия. **Ю.И. Селиверстов 44**  
Модель «тройной спирали» как механизм инновационного развития региона. **И.Ю. Пахомова 50**  
Основные факторы инновационного развития регионов. **Е.В. Петрухина 56**

**РЫНОК ТРУДА И ЭКОНОМИКА ОБРАЗОВАНИЯ**

Впечатления как условие потребления услуг высшей школы. **И.А. Дудина 66**  
Теоретические аспекты генезиса концепции корпоративной социальной ответственности. **О.А. Игумнов 74**

**ФИНАНСЫ ГОСУДАРСТВА И ПРЕДПРИЯТИЙ**

Внедрение универсальных электронных карт в систему оказания государственных и муниципальных услуг. **М.В. Всяких, Ю.В. Всяких 84**

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

Численное решение уравнения кинетики дезинтеграции и раскрытия минералов поликристаллических частиц. **П.В. Васильев 92**

Ответственный секретарь**Василенко В.В.**

кандидат исторических наук  
(НИУ «БелГУ»)

Члены редколлегии

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

**Болгов Н.Н.**, доктор исторических наук,  
профессор (НИУ «БелГУ»)

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

**Дмитриенко В.Д.**, доктор технических наук,  
профессор (Харьковский национальный  
технический университет «ХПИ»)

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

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

**Калугин В.А.**, доктор экономических наук,  
профессор (НИУ «БелГУ»)

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

**Коробков А.В.**, доктор политологии  
(Университет Штата Теннесси)

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

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

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

**Маторин С.И.**, доктор технических наук,  
профессор (НИУ «БелГУ»)

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

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

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

**Пушкарёва И.М.**, доктор исторических наук,  
старший научный сотрудник (Институт  
русской истории  
Российской академии наук)

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

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

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

Статьи представлены в авторской редакции.

Подготовка к печати *Т.Г. Лагутина*  
Оригинал-макет *Ю.А. Лазебная*  
e-mail: vasilenko\_v@bsu.edu.ru

Подписано в печать 22.06.2012  
Формат 60×84/8  
Гарнитура Georgia, Impact  
Усл. п. л. 23,24  
Тираж 1000 экз.  
Заказ 192

Подписной индекс в каталоге агентства  
«Роспечать» – 18078

Оригинал-макет тиражирован  
в издательско-полиграфическом комплексе  
НИУ «БелГУ»  
Адрес: 308015 г. Белгород, ул. Победы, 85

О вычислительной сложности оценки энергии сигналов и изображений. **А.А. Черноморец 101**  
Обнаружение и исправление ошибок при умножении чисел. **Н.И. Корсунов, А.А. Начетов, А.В. Глушак 111**  
Структура нейросети для распознавания объектов на аэрокосмических изображениях на основе анализа распределения их энергий по частотным интервалам. **Е.Г. Жилияков, А.Ю. Лихошерстный, В.В. Красильников 117**  
Гетерогенные вычислительные системы цифровой обработки сигналов. **С.Н. Маликов, В.Л. Сафонов, С.М. Чудинов 125**

**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ**

Формально-семантическое описание графоаналитических моделей административных процедур. **О.А. Зимовец, С.И. Маторин 129**  
Моделирование алгоритмов самообучения интеллектуальных систем на нечетких семантических сетях. **Л.В. Красовская 137**  
О технологии приобретения и обработки знаний о земной поверхности на основе данных дистанционного зондирования земли. **Е.Г. Жилияков, А.А. Черноморец, Е.В. Болгова, А.Н. Заливин 142**  
Применение агентных систем для решения оптимизационных задач финансовой математики. **М.Ф. Тубольцев, С.И. Маторин, О.М. Тубольцева 148**  
Имитационное моделирование средствами системно-объектного подхода. **Н.О. Зайцева 155**

**ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Сжатие речевых данных на основе прореживания результатов оптимальной линейной частотной фильтрации. **Е.Г. Жилияков, А.В. Болдышев, Н.А. Чеканов 160**  
Градиентная обработка изображений на основе вариационного метода оценки производных. **Т.Н. Балабанова, И.И. Чижов, В.А. Голощапова, Т.С. Стецюк 166**  
Вероятностная организация систем адаптивного управления мультисервисной системой. **А.Е. Марченков, В.Л. Сафонов, С.Н. Трубицин 174**  
Обнаружение звуков речи на фоне шумов. **Е.Г. Жилияков, С.П. Белов 182**

**Сведения об авторах 190**

**Информация для авторов 194**

№ 7(126) 2012  
Issue 22/1

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.  
Belgorod National Research University Press  
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 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

##### REGIONAL AND MUNICIPAL ECONOMY

Geostatistical methods for spatio-temporal modelling of socio-economic development of municipalities. **A.V. Plyakin** 5  
Emergence of social entrepreneurship in the republic of Karelia. **A.E. Kurilo, E.G. Nemkovich** 13

##### SECTORAL MARKETS AND MARKET INFRASTRUCTURE

Methodical aspects of the diagnostics process of enterprise bankruptcy. **D.I. Kostenko** 20  
Medical facility characteristics as an object of socially indicative management. **B.A. Tkhorikov** 30  
The assessment of the technological system efficiency in the footwear production. **L.G. Gretskaya, N.V. Scherbakova** 38

##### INVESTMENT AND INNOVATIONS

Methodology of analyzing the accumulation and utilization of an enterprise's intellectual property. **Y.I. Seliverstov** 44  
Triple spiral model as a mechanism for innovative development of the region. **I.Y. Pakhomova** 50  
Major factors of innovative development of regions. **E. V. Petrukhina** 56

##### LABOUR MARKET AND ECONOMICS OF EDUCATION

Experience as a prerequisite for higher education consumption. **I.A. Dudina** 66  
The genesis of the corporate social responsibility concept theoretical aspects. **O.A. Igumnov** 74

##### PUBLIC AND BUSINESS FINANCE

Implementation of the universal card system in the provision of state and municipal services. **M.V. Vsyakih, Y.V. Vsyakih** 84

##### COMPUTER SIMULATION HISTORY

Numerical solution of kinetic equation for polycrystal particles under decomposition and mineral liberation. **P.V. Vassiliev** 92

**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  
sciences, 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 State Technological  
University named after V.G. Shuhov)

**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,  
Associate professor (Belgorod Juridical Institute  
of Ministry of Home Affairs of Russian Federation)

**S.I. Matorin**, Doctor of technical sciences,  
Professor (Belgorod State 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  
History 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 22.06.2012  
Format 60×84/8  
Typeface Georgia, Impact  
Printer's sheets 23,24  
Circulation 1000 copies  
Order 192

Subscription reference  
in Rospechat' agency catalogue – 18078

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

On computational complexity of energy estimation of voice signals  
and images. **A.A. Chernomorets 101**

Detection and correction of errors in multiply. **N.I. Korsunov,  
A.A. Nchetov, A.V. Glushak 111**

The structure of neural networks for object recognition in the  
aerospace images by analyzing the distribution of energy over the  
frequency ranges. **E.G. Zhylyakov, A.U. Likhosherstnyy,  
V.V. Krasilnikov 117**

Heterogeneous Computing Systems Of Digital Processing Of Signals.  
**S.N. Malikov, V.L. Safonov, S.M. Chudinov 125**

## SYSTEM ANALYSIS AND PROCESSING OF KNOWLEDGE

Formal-semantic description of Graphic analytical models  
administrative procedures. **O.A. Zimovets, S.I. Matorin 129**

Modelling of algorithms of self-training of intellectual systems  
on indistinct semantic networks. **L.V. Krasovskaya 137**  
About properties of quasisubband and G-subband matrices.

**E.G. Zhilyakov, A.A. Chernomorets, E.V. Bolgova,  
A.N. Zalivin 142**

Application of agent systems for solving optimization problems  
of financial mathematics. **M.F. Tuboltsev, S.I. Matorin,  
O.M. Tuboltseva 148**

Simulation means of system-object approach. **N.O. Zaitseva 155**

## INFORMATION TECHNOLOGIES AND TELECOMMUNICATION

Speech compression data based on the thinning results of optimal  
linear frequency filtration. **E.G. Zhilyakov, A.V. Boldyshev,  
N.A. Chekanov 160**

Gradient image processing based on the variational method  
of derivative estimation. **T.N. Balabanova, I.I. Chizhov,  
V.A. Goloshapova, T.S. Stecuk 166**

Likelihood organization of systems of adaptive management  
of multiservice system. **A.E. Marchenkov, V.L. Safonov,  
S.N. Trubitsin 174**

Detection of speech sounds in the background noise.  
**E.G. Zhilyakov, S.P. Belov 182**

**Information about Authors 190**

**Information for Authors 194**

---

# РЕГИОНАЛЬНАЯ И МУНИЦИПАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

---

УДК 332.146.2

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОСТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ<sup>1</sup>

**А.В. ПЛЯКИН**

*Волжский гуманитарный  
институт (филиал)  
Волгоградского  
государственного  
университета,  
г. Волжск Волгоградской обл.*

*e-mail:  
a.v.plyakin@vgi.volsu.ru*

В статье с позиции геостатистического подхода показана актуальность активного применения современных методов пространственного анализа данных о всех видах региональных ресурсов, запасов, резервов (природно-экологических, демографических, трудовых, производственных, информационных, социокультурных и др.). Использование методов геостатистики на платформе современных геоинформационных систем (ГИС) способно существенно дополнить уже имеющиеся представления о территориальной структуре экономики региона и факторах, вызывающих её пространственную неоднородность. По мнению автора статьи, геостатистический подход к актуализации стратегии регионального развития способен обеспечить решение важнейших задач управления сбалансированным социально-экономическим развитием муниципальных образований с учётом существующего социального, хозяйственного, ресурсного и экологического потенциалов территории.

Ключевые слова: геостатистика, пространственно-временное моделирование, регион, муниципальный район, социально-экономическое развитие, геоинформационная система, пространственные данные

---

Разработка и реализация комплексных программ устойчивого развития региона и входящих в его состав муниципальных образований (МО) требуют активного использования ресурсов разнородной статистической информации о социально-экономическом состоянии территории. Картографическое представление социально-экономической информации при этом имеет большое значение в связи с тем, что карты позволяют, «во-первых, расширить информационную базу и дать реальное представление о территории, сложившихся и проектируемых пространственных структурах. Во-вторых, интерпретировать и «сжать» часть информации ... в виде статистических таблиц и текстовых описаний... В третьих, придать документам большую «привлекательность», снабдив их соответствующей графикой..., что должно повысить эффективность восприятия документов» [1, с. 26]. Бурное

---

<sup>1</sup> Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда и Администрации Волгоградской области (грант № 11-12-34015а/В).



развитие геоинформационных систем (ГИС) и технологий с начала 1980-х годов привело к появлению геостатистики и пространственной эконометрики, которые на первых порах использовались, в основном, географами и геологами и только в последние несколько лет стали все чаще использоваться экономистами, изучающими особенности регионального развития с учетом пространственных связей между экономическими объектами [2, с. 184].

Значительный вклад в развитие теоретических основ геостатистики внесли зарубежные учёные Матерон Ж. (1968), Journel A.G., Huijbregts Ch.J. (1978), Isaaks E.H., Shrivastava R.M. (1989), Goovaerets P. (1997), Deutsch C.V. and Journel A.G. (1998) и др. [3]. Первые попытки осветить в отечественной научной литературе проблемы использования геостатистического подхода к оценке общественного развития и состояния окружающей среды были независимо предприняты Бурцевой С.А. (1998) и коллективом авторов из Института проблем безопасного развития атомной энергетики (ИБРАЭ) РАН (1999) [4, 5, 6]. Эти же авторы, спустя годы, опубликовали свои фундаментальные труды по теории геостатистики и её практическому применению [7, 8]. В настоящее время геостатистика активно развивается в России и за рубежом [9].

Картографический метод исследования на платформе современных ГИС в сочетании с геостатистическими методами анализа пространственных данных способен существенно улучшить современные представления о характере взаимодействия общественных производительных сил и производственных отношений в системе "природа-человек-общество". "При исследовании системы общество-природа важно выделить определяющий фактор её развития. Таковым фактором являются экономические отношения, которые включают в себя географическую основу, где и развиваются эти отношения... Статистика, ставя своей задачей изучение общественных явлений в развитии (в пространстве и во времени), должна ввести в объект своего изучения качественно-количественную характеристику географического пространства" [4, с. 51,53]. Можно утверждать, что сочетание геостатистического и геоинформационного подходов способно обеспечить создание информационных систем регионального и муниципального уровня, призванных поднять процесс комплексного регионального и муниципального планирования и проектирования на качественно новый уровень. Обсуждению перспектив использования указанных подходов в управлении социально-экономическим развитием муниципальных образований посвящена настоящая работа.

Геостатистика — наука и технология для анализа, обработки и представления пространственно-распределенной (или пространственно-временной) информации с помощью статистических методов [8]. Геостатистика моделирует распределение объектов, явлений и процессов в географическом пространстве. В связи с этим система показателей управления и регулирования экономики региона может быть представлена как комплекс *геостатистических показателей*, характеризующих территориальные экологические, природно-климатические, почвенно-ландшафтные и другие возможности входящих в состав региона муниципальных образований. Поскольку с понятием о геостатистическом показателе связано представление о *центре* территории, имеющей границы, то система муниципальных геостатистических показателей должна быть сопряжена с совокупностью районных центров, в числе которых: географический центр муниципального образования – геоцентр, районный демографический центр – демоцентр, центр расселения населения района – урбоцентр, экономические центры МО по важнейшим видам производимой продукции (промышленный центр) и другие виды центров, адекватно отражающих экологическое, экономическое, демографическое состояние муниципального района [7, с. 352]. Определение местоположения центров разных типов предполагает наличие статистических данных по населённым пунктам (городам, посёлкам, сельским поселениям). Однако современная практика формирования статистических данных в России такова, что все имеющиеся официальные данные статистики агрегируются по территории МО в целом и именно в таком виде предоставляются конечным пользователям. В связи с этим все статистические данные по каждому МО (демографические, экономические, экологические и др.) могут быть отнесены только к его *геоцентру*, который в этих условиях имеет свойства *геостатистического центра* и характеризуется средней геостатистической (пространственной) величиной. Определяя содержание геостатистической средней величины,

отметим, что сущность последней "состоит в обобщении распределения геостатистической совокупности по поверхности земного шара, по его отдельным регионам..., а внутри страны – по административно-территориальным единицам" [7, с. 308].

Применительно к нашему объекту исследования, геостатистическая совокупность – это множество реальных явлений социальной жизни, экономики и хозяйства, объединённых общим законом развития и имеющих характерные черты качественной однородности единиц геостатистической совокупности и варьирования изучаемых признаков в пространстве и во времени. Определение однородных частей предполагает выявление характера отношений между частями геостатистической совокупности с определением пространственно-временной структуры распределения исследуемых явлений. Единицами геостатистической совокупности могут быть реальные социально-экономические процессы и явления в пределах административно-территориальных единиц государства, к числу которых относятся населённый пункт, муниципальный район, область, округ и т.д. Таким образом, единица геостатистической совокупности выступает объектом наблюдения и содержит две составляющие: географическую и статистическую [7, с. 310].

По мнению Бурцевой С.А., важнейшим признаком геостатистической совокупности является *геовариация*, т.е. качественное и количественное изменение в пространстве составляющих геостатистическую совокупность единиц. Задача обобщения геовариации признаков реальных совокупностей решается с помощью *геостатистической средней величины*, агрегирующей в пространстве с учётом веса качественно однородные и количественно отличающиеся геостатистические величины. Для расчета геостатистической средней величины, характеризующей степень распределения геостатистической совокупности по всей территории России, целесообразно выделить пять территориально-иерархических уровней (муниципальное образование, субъект РФ, экономический район, федеральный округ, Российская Федерация), при этом первому уровню соответствует неделимая территориальная единица: муниципальный район, город, посёлок, сельские администрации. Геостатистическая средняя величина изображается точкой на географической карте и называется *центральной*, поскольку характеризует основную тенденцию в распределении единиц геостатистической совокупности [7, с. 316]. Используя геостатистические показатели и изображая их на географической карте, получаем *центрограммы*, т.е. карты, на которых можно изобразить *точкой* значение геостатистического центра (рис. 1).

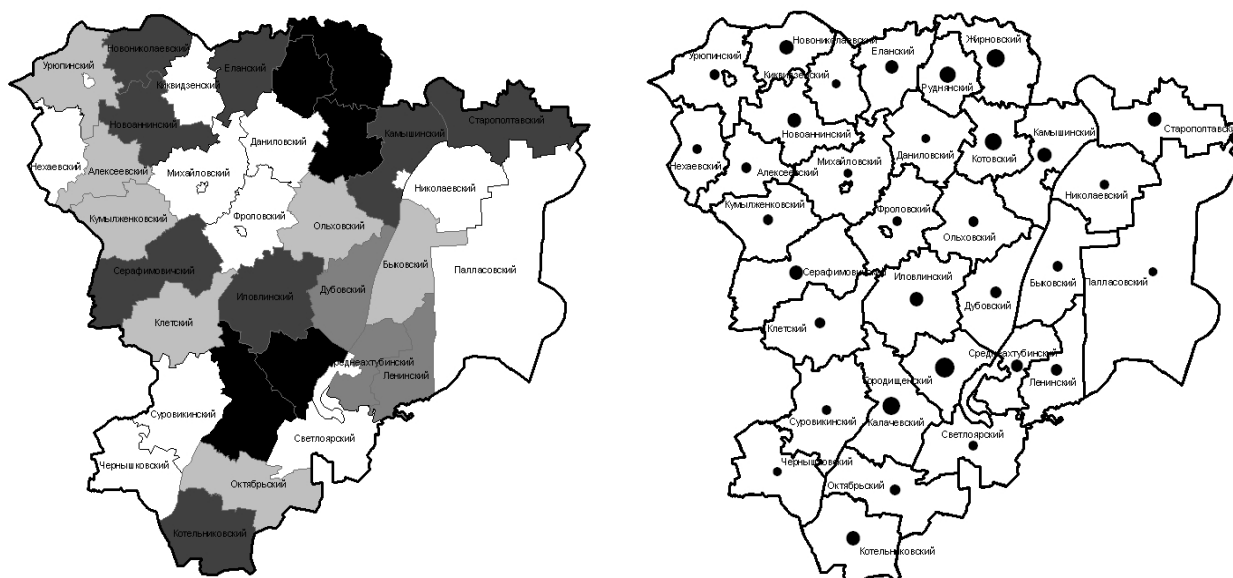
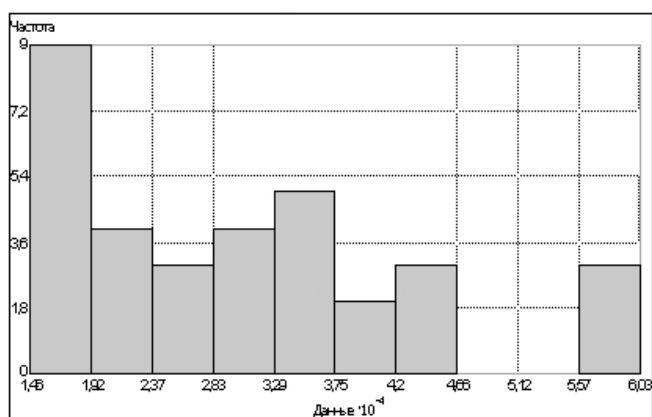


Рис. 1. Представление количества занятых в экономике муниципальных районов Волгоградской области в 2010 году (чел.) в виде статистической картограммы (слева) и центрограммы (справа) [10]

В отличие от традиционной статистической картограммы, маскирующей тенденции социально-экономические развития во внутрирегиональном пространстве, картограмма становится объектом дальнейшего углубленного пространственно-временного моделирования социально-экономических процессов в регионе и объектом применения методов геостатистического анализа.

В арсенале методов современной геостатистики имеется большой набор статистических моделей и инструментов для анализа пространственно-распределённых данных: визуализации и описания данных; структурного анализа (вариографии); кросс-валидации, пространственной интерполяции, визуализации результатов в виде карт ошибок, оценок, вероятностей и риска; картографирования в ГИС [11]. Тем не менее, важно определить перечень методов и этапов, образующих замкнутый поэтапный цикл исследования геостатистических данных от начального анализа базовых статистических закономерностей в геостатистических данных до вероятностного картирования на основе нелинейных моделей кригинга. Так, на первом этапе геостатистического анализа выполняется исследовательский анализ пространственных данных (ESDA) в ГИС ARCGIS 9.3.1, позволяющий выявить базовые геостатистические закономерности на территории исследуемого региона [12]. Каждый инструмент ESDA предоставляет возможность исследовать данные с различных точек зрения. Инструмент **гистограммы** в ESDA дает одномерное (по одной переменной) описание геостатистических данных, а именно – показывает плотность распределения исследуемого набора данных и подсчитывает суммарную статистику (рис. 2).



Количество МО (ед.)	33
Min численность населения в МО (чел.)	14600
Max численность населения в МО (чел.)	60800
Средняя численность населения по МО (чел.)	30173
Ср. кв. отклонение (чел.)	12830
Коэффициент асимметрии	0,88
Коэффициент эксцесса	3,09
1-й квантиль (чел.)	18025
Медиана (чел.)	28700
3-й квантиль	37275

Рис. 2. Гистограмма распределения численности населения Волгоградской области по муниципальным районам в 2010 году

Все значения численности населения по муниципальным районам Волгоградской области объединены в 10 классов. Высота столбцов пропорциональна количеству муниципальных районов области, численность населения в которых попадает в каждый класс. В целом, важными характеристиками распределения являются *среднее значение, его размах и симметрия*. Среднее и медиана распределения населения в регионе различаются по величине (30173 и 28700 чел.) и это является одним из признаков того, что данные не в полной мере подчиняются закону нормального распределения. Это же подтверждает гистограмма, поскольку данные являются бимодальными (двухвершинными) и асимметричными. Значение коэффициента асимметрии (0,88) свидетельствует о положительной асимметрии распределения. Правый хвост распределения указывает на присутствие относительно небольшого количества муниципальных районов с высокими значениями численности населения в них (от 55,7 до 60,3 тыс.чел.), а левый – о преобладании в Волгоградской области районов с численностью населения от 14,6 до 19,2 тыс. чел. Эксцесс кривой плотности распределения зависит от размера хвостов гистограммы и дает меру



того, насколько вероятно, что в распределении будут встречаться резко выделяющиеся (выпадающие) значения численности населения в районах. Поскольку эксцесс нормального распределения равен 3, то в нашем случае величина эксцесса (3,09) свидетельствует о незначительной "островершинности" исследуемого распределения.

**Нормальный график QQ** (квантиль – квантиль) обеспечивает проверку нормальности распределения геостатистических данных. Он строится путем нанесения на соответствующие оси координат значений из набора данных и значений, полученных по кривой нормального распределения, соответствующих одинаковому значению кумулятивного распределения. (Рис. 3) График QQ позволяет сравнить распределение данных со стандартным нормальным. Чем более точно по точкам можно построить прямую линию, тем ближе распределение к нормальному. На графике QQ видно, что график очень близок к прямой линии. Главное отклонение от этой линии приходится на высокие значения численности населения в некоторых районах Волгоградской области.

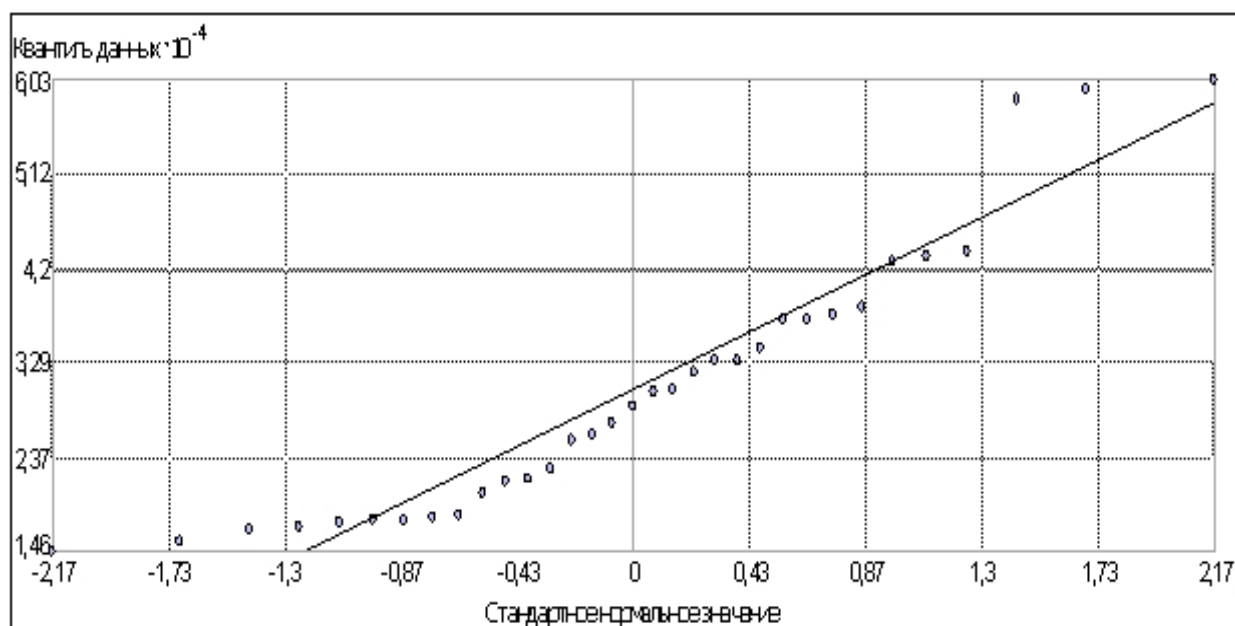


Рис. 3. Нормальный график QQ распределения численности населения Волгоградской области по муниципальным районам в 2010 году

Инструмент **Карта Вороного** позволяет выполнить анализ стационарности и пространственной изменчивости набора геостатистических данных. Эти карты строятся на основе центрограммы из серии полигонов, образуемых вокруг геостатистических центров (рис. 4).

На картах Вороного может быть выполнена оценка исследуемых геостатистических показателей на уровне *локального сглаживания* (среднее, мода, медиана), *локальных отклонений* (стандартное отклонение, диапазон между квантилями, энтропия), *локальных выпадающих значений* (кластер), *локальных влияний* (простое значение). Каждая карта характеризует пространственную изменчивость показателя по муниципальным районам в регионе и позволяет выделить однородные группы районов.

Важнейшими этапами исследования является определение **глобальных трендов** в наборе геостатистических данных, а также исследование **вариограммы (ковариации)**, позволяющей выполнить анализ пространственных зависимостей. Последнее особенно важно, поскольку при отсутствии пространственной корреляции между данными получение оценки в геостатистическом центре путём взвешивания соседних центров и применение **геостатистических методов интерполяции** (кригинга) не имеет смысла [12, с. 133].

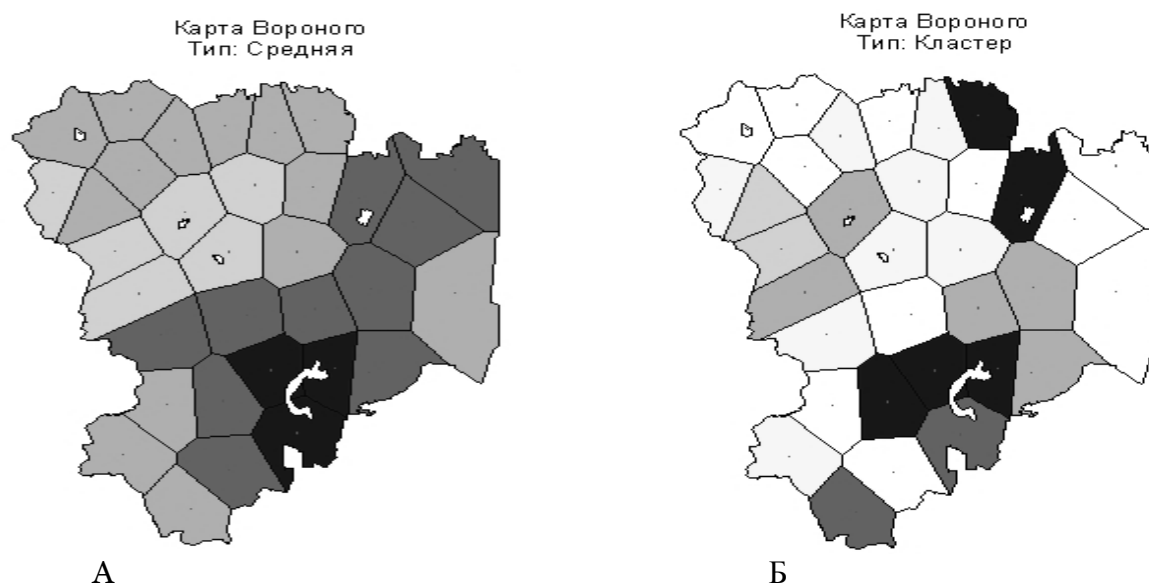


Рис. 4. Карты Вороного по показателю численности населения в муниципальных районах Волгоградской области в 2010 г. Типы карт: среднее значение (А), кластер (Б)

В модуле Geostatistical Analyst геоинформационной системы ARCGIS возможно использование ординарного, простого, универсального, вероятностного, индикаторного и дизъюнктивного кригинга, наряду с дополняющим их кокригингом. Эти методы кригинга не только строят поверхности интерполируемых значений и ошибок, но они могут быть также использованы для создания карт вероятности и квантилей (рис. 5). Следует заметить, что метод кригинга не выдвигает к исходным данным требования нормальности распределения. Однако, подчинение данных закону нормального распределения обязательно для создания карт вероятности для ординарного, простого и универсального кригинга.

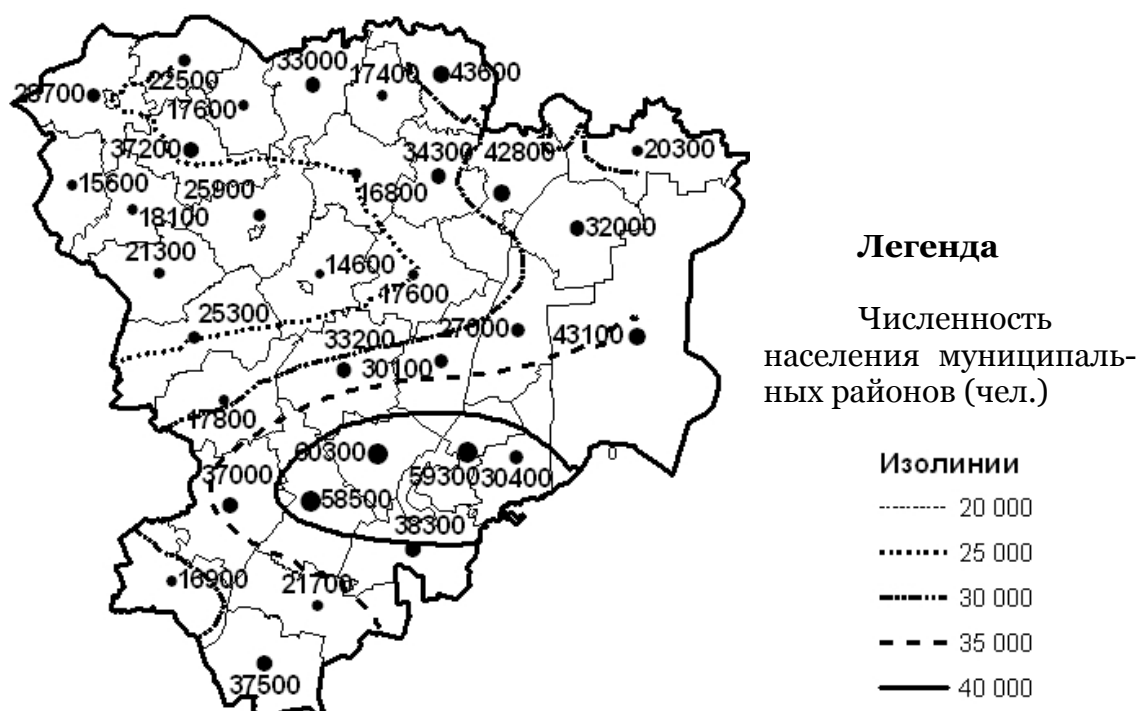


Рис. 5. Карта интерполированных методом ординарного кригинга значений численности населения муниципальных районов Волгоградской области в 2010 г. Исходные значения численности населения (чел.) отнесены к геоцентрам муниципальных районов

Сравнение традиционной картограммы (рис. 1) и геостатистической центрограммы с изолиниями равных значений численности населения на территории Волгоградской области (рис. 5) свидетельствует о дополнительных возможностях визуализации скрытых прежде особенностей пространственного распределения численности населения на территории региона. На карте отмечается ядро высокой концентрации расселения населения на юге Волгоградской области и расположенный севернее малонаселённый пояс муниципальных районов. Приведённый пример наглядно демонстрирует перспективность использования геостатистических методов в исследовании условий, ресурсов и факторов социально-экономического развития муниципальных образований в границах региональной социоприродохозяйственной системы. Геостатистический анализ данных о всех видах региональных ресурсов, запасов, резервов (природно-экологических, демографических, трудовых, производственных, информационных, социокультурных и др.) способен существенно дополнить уже имеющиеся представления о территориальной структуре экономики региона и факторах, вызывающих её пространственную неоднородность [13, с. 62-64].

В заключении, представляется возможным сделать вывод о том, что геостатистический подход к актуализации стратегии регионального развития способен обеспечить решение важнейших задач управления сбалансированным социально-экономическим развитием муниципальных образований с учётом существующего социального, хозяйственного, ресурсного и экологического потенциалов территории.

### Литература

1. Вишневский, Д.С. Картографическое обеспечение региональных целевых социально-экономических программ / Д.С. Вишневский, О.А. Головацкая // Известия Русского географического общества. Том 134. Вып.4. – Санкт-Петербург: «Наука», 2002. – С. 26-31.
2. Сидоренко, В.Н. Применение геостатистики и пространственной эконометрики в экономике // Ломоносов–2005: Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, МГУ им. М.В. Ломоносова, 12–15 апреля 2005 г. Сборник тезисов. Том I. / Гл. ред. В.Н. Сидоренко. – М.: Издательство МГУ, 2005. – С. 185-186.
3. Рекомендуемые издания по геостатистике на английском языке. URL: <https://sites.google.com/site/geostatistika/home/dopolnitelno/books>
4. Бурцева, С.А. Геостатистический подход к пространственно-временному развитию общества // Вопросы статистики. №5, 1998.
5. Каневский, М. Элементарное введение в геостатистику / М. Каневский, В. Демьянов, Е. Савельева и др. // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов – М: ВИНТИ. № 11, 1999. – 136 с.
6. Арутюнян, Р. В. Прогноз электропотребления: Анализ временных рядов, геостатистика, искусственные нейронные сети / Р.В. Арутюнян, В.И. Богданов, Л.А. Большов и др. – М., 1999. – 45 с. – (Препринт ИБРАЭ; IBRAE-99-05).
7. Бурцева, С.А. Глобализация: геостатистический подход. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 448 с.
8. Демьянов, В. Геостатистика. Теория и практика / В. Демьянов, Е. Савельева. – М: Издательство «Наука», 2010. – 327 с.
9. Обзор интернет ресурсов по геостатистике. URL: <https://sites.google.com/site/geostatistika/home/dopolnitelno/---1>.
10. Городские округа и муниципальные районы Волгоградской области. Статистическое обозрение. 2010. – Волгоград: Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Волгоградской области, 2011. – 277 с.
11. Каневский, М.Ф. Введение в методы анализа данных по окружающей среде / М.Ф. Каневский, В.В Демьянов // Элементарное введение в геостатистику. Проблемы окружающей среды и природных ресурсов – М: ВИНТИ. № 11, 1999. URL: <https://sites.google.com/site/geostatistika/home/dopolnitelno/---1999>.
12. ARCGIS 9. Geostatistical Analyst. Руководство пользователя. – ESRI, 2001. – 285 с.



13. Ломовцева, О.А. Совокупный ресурсный потенциал региона: методология определения и измерения // Научные ведомости Белгородского государственного университета. №1(120). 2012. Выпуск 21/1. – С.61-68.

## **GEOSTATISTICAL METHODS FOR SPATIO-TEMPORAL MODELLING OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF MUNICIPALITIES**

**A.V. PLYAKIN**

*Volzhsky Institute  
of Humanities (branch)  
of Volgograd State University,  
Volzhsk*

*e-mail:  
a.v.plyakin@vgi.volsu.ru*

In article the urgency of active application of spatial analysis methods for research of regional social and economic development is proved from a point of view of a geostatistical approach. Using of geostatistical methods on a base of GIS is capable to add ideas of territorial structure of regional economy and the factors causing its spatial heterogeneity. According to the author, the geostatistical approach to updating of regional development strategy is capable to provide the solution of the regional socio-economic problems. The full accounting of natural, economic, economic and social territorial resources is necessary for the successful solution of social and economic problems of municipalities.

Keywords: geostatistics, spatio-temporal modelling, the region, socio-economic development, municipality, geoinformational system, spatial data.

УДК 330.012.32.(470.22)

## ЗАРОЖДЕНИЕ СОЦИАЛЬНОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В РЕСПУБЛИКЕ КАРЕЛИЯ

**А.Е. КУРИЛО**  
**Е.Г. НЕМКОВИЧ**

*Институт экономики  
Карельского научного центра РАН,  
г. Петрозаводск*

*e-mail: akurilo@mail.ru*  
*e-mail: enemkovich@mail.ru*

В статье рассмотрены теоретические аспекты формирования института социального предпринимательства, описаны его функции. Приводятся критерии социального предпринимательства. Рассматривается природа его возникновения. Приведен фактологический материал, подтверждающий зарождение этого явления в Республике Карелия. Обозначена его значимость для развития экономической активности на территории региона.

Ключевые слова: региональная экономика, социальное предпринимательство, самозанятость, экономическая активность.

За последние два десятилетия социально-экономическая система нашей страны подверглась серьезной трансформации, сформировав рыночную экономическую систему, успешность которой во многом определяется активностью предпринимательских структур. Но в стране существует ряд серьезных социальных проблем. К ним можно отнести безработицу, социальное расслоение с элементами социальной эксклюзии, снижение благосостояния ряда сельских и лесных посёлков и пришедших в упадок монотерриторий, различные проблемы в здравоохранении и образовании, низкое качество жизни пенсионеров, проблемы устойчивого роста и др. Эти проблемы сегодня ещё не находят решения ни в частном, ни в государственном секторе.

В последние десятилетия экономисты стали признавать зависимость процветания общества от качества действующих в нем институтов и накопленного человеческого капитала. В данном контексте связующим звеном между рыночными требованиями и социальной составляющей развития является институт социальной ответственности, который позволяет совместить рыночные принципы получения дохода и аспекты социальной защиты населения. В российской практике тема социальной ответственности бизнеса является достаточно новой.

С позиций разумного эгоизма социальная ответственность бизнеса предполагает развитие корпорации в трех взаимосвязанных аспектах – получение устойчивой прибыли, забота об окружающей среде и реализация социальных программ [11]. В этой плоскости возникает такое довольно новое явление для мировой и российской практики, как социальное предпринимательство, которое формируется на стыке экономической и социальной парадигм развития.

Под термином социальное предпринимательство понимается деятельность, направленная на создание социальной ценности, произведенной в результате экономической активности и с применением социальных инноваций в процессе сотрудничества людей и организаций гражданского общества [12].

По определению Б. Дрейтона, социальное предпринимательство представляет собой деятельность, направленную на уменьшение социальных проблем инновационным методом, изобретая и комбинируя социальные и экономические ресурсы с целью создания самовоспроизводящегося, способного к расширению механизма производства и предоставления целевого социального блага [2, стр. 4]. Иными словами – это социально-экономическая деятельность, соединяющая социальную миссию с достижением экономической эффективности [7]. Предприятия, работающие в сфере социального предпринимательства, принято называть социальными предприятиями.

Явление социального предпринимательства возникает на стыке традиционного предпринимательства и благотворительной деятельности, аккумулируя их черты. От традиционного предпринимательства оно вбирает характер деятельности, нацеленный на



извлечение прибыли, а от благотворительности – направленность на решение социальных проблем общества и благоприятные социальные изменения. Социальные предприятия – это коммерческие предприятия, которые, удовлетворяя общественные потребности, методически решают проблемы социально незащищенных категорий граждан, получая при этом оптимальную прибыль. В то время, как некоммерческие организации и благотворительные фонды для решения проблем слабо защищённых категорий граждан используют привлеченные финансовые средства в виде грантов, пожертвований и государственной помощи.

В мировой практике постепенно формируется правовое поле социального предпринимательства, но в разных странах существуют различные подходы к этому сектору, поскольку ему присущи черты как коммерческих, так и некоммерческих организаций. В Соединенных штатах Америки его рассматривают как разновидность коммерческого сектора. В Европе постепенно закрепляется другая практика, где социальное предпринимательство определяется как часть некоммерческого сектора. В европейской практике первое юридическое закрепление предприятий такого рода произошло в Италии, где в 1991 году был принят закон о социальных кооперативах. В Бельгии в 1996 году сформировалась Европейская сеть исследователей социального предпринимательства под названием EMES European Research Network, в состав которой входят институты, центры изучения социального предпринимательства и индивидуальные исследователи.

С позиций этой организации предпринимательство можно отнести к социальному, если этот вид деятельности удовлетворяет следующим критериям [1] и у компании есть:

1. Явная цель, направленная на помощь местному сообществу;
2. Инициатива, реализуемая группой граждан;
3. Власть принятия решений, основанная не на владении капиталом;
4. «Принцип привлечения сторон», вовлечение различных групп, затронутых деятельностью;
5. Ограничение распределения прибыли.

В России такое явление как социальное предпринимательство находится на начальной стадии развития и только начинает формироваться. В 2007 году была создана некоммерческая организация Фонд региональных социальных программ «Наше будущее». Целью Фонда является развитие социального предпринимательства на территории России через содействие качественным социальным изменениям. Фонд определяет социальное предпринимательство как деятельность, смыслом которой является решение или смягчение социальных проблем общества на условиях самокупаемости, инновационности и устойчивости. По определению фонда социальное предпринимательство характеризуется следующими критериями [8]:

- социальное воздействие – направленность на решение или смягчение конкретной осязаемой социальной проблемы;
- инновационность – применение новых подходов к решению социальной проблемы;
- самокупаемость и финансовая устойчивость – независимость от внешнего финансирования за счет доходов, получаемых от собственной деятельности;
- тиражируемость – воспроизводимость модели социального предприятия в иных географических и социальных условиях и распространение опыта с целью увеличения социального воздействия;
- предпринимательский подход – способность предпринимателя видеть провалы рынка, находить возможности и ресурсы, разрабатывать новые решения, оказывающие долгосрочное позитивное влияние на общество.

Таким образом, под социальным предпринимательством понимается предпринимательская деятельность, закреплённая юридически, целью которой является решение социальной проблемы. Общая схема формирования социального предпринимательства приведена на рисунке 1.

Для решения социальных проблем, возникающих в обществе, необходимы финансовые ресурсы, которые можно заработать, осуществляя предпринимательскую деятельность, таким образом, возникает необходимость соединить эти составляющие. Конечно, часть затрат можно компенсировать за счет инновационного подхода в организации и

технологии, но это явление временное, так как все инновации устаревают, а новые требуют затрат на их освоение. Здесь необходима внутренняя потребность в решении социальных задач и ответ на этот вопрос лежит в мотивационном поле.



Рис. 1. Социальное предпринимательство

Для организации и развития социального предпринимательства «важна только внутренняя мотивация предпринимателя, его базовые ценности» [6].



Социальная мотивация является не врождённой, а, как правило, приобретённой потребностью. Она формируется под воздействием воспитания, обучения, среды обитания и воздействия на него других лиц и событий даже случайного, единичного воздействия. Преобладающим является влияние социальных и культурных факторов среды обитания. Социальные мотивы на практике являются достаточно мощными силами, управляющими поведением человека. У социальных предпринимателей возникают следующие мотивы профессиональной деятельности: 1) значимость выполняемой работы; 2) поддержка со стороны семьи; 3) чувство долга за выполняемую работу, 4) доверие, оказываемое личности как работнику, самоуважение; 5) возможность принести пользу обществу; 6) ответственность перед собой и людьми, удовлетворение от профессионально выполненной работы [5, с.78].

Это свидетельствует о том, что наряду с деградацией моральных устоев, наблюдающихся в нашем обществе, у социальных предпринимателей сохраняется милосердное отношение к слабо защищённым людям, и мотивы выбора социальной деятельности основываются на стремлении служения обществу, желании профессионально выполнять свою работу и ответственности перед людьми и собой. Важное место в структуре мотивационной сферы социального предпринимателя занимают и материальные мотивы, а именно, неплохое материальное вознаграждение за труд, стабильная заработная плата, наличие прибыли.

Социальный предприниматель – это особый тип предпринимателя со своей структурой мотивации, своеобразной реакцией на разные типы внешней мотивации (стимулирования).

Автор книги «Как изменить мир: социальное предпринимательство и сила новых идей» Д. Борстайн высказывает ряд суждений о социальном предпринимательстве, на основе которых можно сделать некоторые выводы о мотивах, сложностях, с которыми сталкивается социальное предпринимательство [10]. Его суждения можно свести к следующему:

- в основе социального предпринимательства лежит этический мотив, который предприниматель стремится максимизировать, оно слабо мотивировано на зарабатывание больших денег, оно больше мотивировано на счастье, положительные эмоции, уважение, восхищение;

- социальные предприниматели, добиваясь успеха, не становятся богатыми, они меняют мир, их результат оценивается нематериальными ценностями, не существует единого эталона, в каждом виде деятельности находятся свои показатели;

- самые важные качества социального предпринимательства – это эмпатия (сочувствие, сопереживание), способность к совместной работе и упрямая вера в то, что можно многое изменить – это и побуждает, стимулирует людей к действию;

- в социальном предпринимательстве в основном работают люди, которые ищут счастье, удовлетворенность и глубокую значимость совершаемого. Им, как правило, занимаются успешные предприниматели, накопившие богатства и почувствовавшие неудовлетворённость и пустоту;

- социальное предпринимательство обладает позитивной энергией «делания добра», жертвенности и порождает этические компоненты активных действий овладения чистыми технологиями для решения проблем человечества (природоохранные цели, здравоохранение, образование и т.д.);

- социальное предпринимательство открыто для массовой аудитории, для большого выбора и самоопределения, но это явление в мире довольно редкое, оно не всех привлекает, это воплощение мечты в жизнь. Социальное предпринимательство – это лишь один из ингредиентов в сложном процессе перемен;

- основными препятствиями развития социального предпринимательства является недостаток финансирования на цели роста, трудности найма и удержания талантливых людей, отсутствие взаимосвязи между социальными предпринимателями с коммерческими предпринимателями и органами власти;

- социальный предприниматель достигает успеха, если он способен создать команду разных людей с талантами и способностями и получить от них продукт коллективного разума. Социальный предприниматель – это эпицентр организующей силы.



Из этого можно сделать вывод, что социальное предпринимательство – это деятельность, построенная не на материальной, а на духовной мотивации. Это зарождающийся элемент новейшей экономики будущего, направленной на гармоничное социальное совершенствование мира.

В последнее время в нашей стране наблюдается расширение социальных потребностей общества – как по величине, так и по разнообразию, а объем и формы финансирования в связи с кризисными явлениями уменьшились. Важной предпосылкой возникновения социального предпринимательства является институт кредитной кооперации, который предполагает использование микрофинансовых технологий, позволяющих использовать экономически оправданные финансовые услуги для целей развития.

В Республике Карелия сформирована системы кредитной кооперации, в которую входят около 50 различных кооперативов кредитной направленности. Кредитные кооперативы республики являются самокупаемыми и самоподдерживающимися структурами.

Самый крупный кредитный кооператив «Алтея», работающий с 1992 года, включает около 4000 пайщиков и имеет активов на 65 млн. рублей. Кооператив первоначально был образован для микрокредитования медицинских работников. Сейчас он расширил свою географию и созданы отделения в Сегежском, Кемском, Олонецком и Пряжинском районах.

Карельский кредитный потребительский кооператив граждан «Карелкредит» работает на рынке потребительского кредитования физических лиц с 2002 года. Он оказывает финансовую взаимопомощь гражданам путём предоставления услуг по выдаче экспресс-займов для населения и индивидуальных предпринимателей и помогает гражданам эффективно разместить свободные денежные средства с высоким уровнем доходности и с выплатой процентов ежемесячно.

С 2002 года в республике работает «Ассоциация кредитных союзов Карелии», состоящая из 15 кредитных кооперативов, объединяющих около 14,5 тысяч пайщиков в столице Карелии и разных районах республики. Большинство пайщиков кооперативов Ассоциации – физические лица, среди которых есть предприниматели и собственники личных и фермерских хозяйств.

Кредитные Союзы, входящие в Ассоциацию, в год выдают займов на 250-260 тыс. рублей. Из них 30% – на поддержку малого бизнеса. Индивидуальным предпринимателям выдается ежегодно займов на 70-80 тыс. рублей. Средняя сумма займа 60 тыс. рублей. Процентные ставки тоже очень разнятся в зависимости от того, насколько устойчив бизнес у каждого конкретного гражданина. Организацией кооперативов занимаются инициативные люди, энтузиасты и поначалу они работают на волонтерских началах. Только когда кооператив встает на ноги, появляется возможность создать рабочее место. Ассоциация ставит задачу по открытию кредитных кооперативов в каждом поселке республики и для этого приступила к подготовке кадров для будущих кредитных кооперативов.

Деятельность в сфере социального предпринимательства осуществляется в двух направлениях: во-первых – производство товаров и услуг для определенной социальной группы и их распространение по нерыночным ценам и, во-вторых – привлечение на работу представителей социально незащищенных групп населения, имеющих трудности в трудоустройстве – инвалидов, длительно безработных, лиц без определенного места жительства, т.е. граждан, подвергнувшихся социальной эксклюзии.

Социальные предприятия – это коммерческие предприятия, которые удовлетворяют общественные потребности и методически решают проблемы социально незащищенных категорий граждан, получая при этом оптимальную прибыль. В то же время некоммерческие организации и благотворительные фонды для решения проблем слабо защищённых категорий граждан используют привлеченные финансовые ресурсы посредством грантов, пожертвований и государственной помощи.

В Республике Карелия сектор социального предпринимательства находится ещё в зачаточном состоянии, юридически закреплённых предприятий пока нет, но положительные примеры в этой области есть и их количество растёт. Ряд компаний выполняют функции социального предпринимательства: производство товаров и услуг и предоставление работы гражданам. Одной из сфер деятельности социального предпринимателя



может быть приобщение социальных групп с ограниченными возможностями к самозанятости и самопомощи.

Опыт Республики Карелия по развитию самозанятости населения показал, что в регионе имеются инициативные люди, обладающие реалистичными бизнес-идеями с целевой направленностью на смягчение социальной проблемы – безработицы. У этих людей отсутствовал опыт ведения предпринимательской деятельности и финансовые ресурсы. При оказании им через службу занятости материальной помощи и обучения, они открыли собственное дело и даже стали создавать рабочие места для других членов сообщества. Только за 2009 и 2010 годы было зарегистрировано около 1500 вновь созданных субъектов предпринимательской деятельности. [4, стр.65].

Для социального предпринимательства следует определить, насколько тесно предпринимательская деятельность, т.е. приносящая доход и осуществляемая регулярно, должна быть связана с уставными целями организации. Кроме того, было бы целесообразным определить приоритетные направления деятельности социального предпринимательства и установить особый режим налогообложения для организаций, которые осуществляют только эти приоритетные виды деятельности. Социальный предприниматель имеет право осуществлять предпринимательскую деятельность исключительно для обеспечения социальных видов деятельности, прописанных в уставе.

Специфика социального предпринимательства заключается в том, что этот сектор функционирует на границе различных институциональных сред. В итоге в современных условиях жизни в работе этого сектора пересекаются различные институциональные условия и ограничения, и своей деятельностью социальные предприятия сами создают прецеденты таких встреч, комбинаций и столкновений [9, стр.210].

Социальный предприниматель, выполняя социальную работу, которую по каким-то причинам не делает государство, выступает посредником (исполнителем) между заказчиком (государством) и потребителем (социально незащищенные слои населения). В этом случае стоимость выполнения работ (социальных) должна оговариваться заранее, социальный предприниматель сам распоряжается ресурсами и несет ответственность за убытки от реализации заключенного с государством контракта. В этом случае наряду с функциями организации экономической деятельности по выполнению государственного заказа и руководства предприятием социальный предприниматель осуществляет свою деятельность в условиях риска и берет ответственность за результаты своей деятельности.

Социальная ответственность бизнеса подразумевает определенный уровень развития предприятия и добровольный отклик на социальные проблемы общества [3]. Это отражает формальный подход, который означает соблюдение законодательно установленных норм, правил и региональных договоренностей и соглашений при осуществлении предпринимательской деятельности. В нашей стране должна сформироваться общая среда восприятия социального предпринимательства, которая впоследствии станет источником множества социальных идей и проектов. На начальном этапе понятие социального предпринимательства может иметь широкое толкование. В него может быть включена всякая экономическая и организационная деятельность, направленная на снижение уровня бедности и расслоение населения. По мере преодоления социальных последствий политико-экономических преобразований в нашей стране понятие социального предпринимательства будет уточняться и конкретизироваться. В конечном итоге оно придет к четкому перечню социальных ниш, в которых необходима предпринимательская деятельность.

## Литература

1. Аларичева М. Социальное предпринимательство: опыт Польши / Общественные новости Северо-Запада. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.cogita.ru/analitka>.
2. Баталина М., Московская А., Тарадина Л., Обзор опыта и концепций социального предпринимательства с учетом возможностей его применения в современной России: препринт WH1/2008/02. – М.: ГУ ВШЭ, 2008. – 84с.



3. Братющенко С.В. Социальная ответственность предпринимательства (обзор концепций) // Актуальные проблемы социально-экономического развития: взгляд молодых ученых. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2005. с.166-178. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://nesch.ieie.nsc.ru/wrk/Soc\\_otvets.htm](http://nesch.ieie.nsc.ru/wrk/Soc_otvets.htm).
4. Курило А.Е. Самозанятость населения как фактор снижения напряженности на рынке труда в регионе // Народонаселение. – 2011, №3. – С.59-68.
5. Максимова С.Г. Особенности мотивации профессиональной деятельности социальных работников в сфере социального обслуживания (социально-психологический аспект) // Известия Алтайского государственного университета. – 2003, №2. – С.75-80.
6. Московская А. Социальное предпринимательство: благотворительность или бизнес / Материалы семинара серии «Институциональные проблемы российской экономики» – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.hse.ru/news/recent/2971002.html>.
7. Московская А., Мамута М. Предпосылки развития социального предпринимательства в России: возможности микрофинансирования / официальный сайт Национального института системных исследований проблем предпринимательства – [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.nisse.ru/business/article/article\\_1010.html](http://www.nisse.ru/business/article/article_1010.html).
8. Социальное предпринимательство / Официальный сайт Фонда «Наше будущее». – [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.nb-fund.ru/UserFiles/File/broshura\\_small.pdf](http://www.nb-fund.ru/UserFiles/File/broshura_small.pdf)
9. Социальное предпринимательство в России и в мире: практика и исследования / Отв. Редактор А.А.Московская. – М.: ГУ ВШЭ, 2011. – 286с.
10. Социальное предпринимательство: 10 вопросов Дэвиду Борстайну – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://howtosell.ru/2007/09/26/socialnoe-predprinimatelstvo-10-voprosov-devidu-borstajnu/>.
11. Туркин С.. Зачем бизнесу социальная ответственность // Управление компанией – 2004, №7. – стр.89-102.
12. Hulgard L. Discourses of social entrepreneurship – variations of the same theme? / EMES European Research Network – [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.emes.net/fileadmin/emes/PDF\\_files/Working\\_Papers/WP\\_10-01\\_Hulg\\_rd\\_web\\_.pdf](http://www.emes.net/fileadmin/emes/PDF_files/Working_Papers/WP_10-01_Hulg_rd_web_.pdf).

## EMERGENCE OF SOCIAL ENTREPRENEURSHIP IN THE REPUBLIC OF KARELIA

**A.E. KURILO**

**E.G. NEMKOVICH**

*Institute of Economics  
Karelian Research Centre of RAS,  
Petrozavodsk*

*e-mail: akurilo@mail.ru*

*e-mail: enemkovich@mail.ru*

Functions and theoretical aspects of formation the social entrepreneurship institute are describes in this article. There are given criteria of social entrepreneurship. In this article we discusses the nature of social entrepreneurship occurrence. There we result a factual material what can confirm the fact of origin this phenomenon in the Republic of Karelia. We designated the impotence of social entrepreneurship for economic activity progress in territory of the region.

Key words: regional economy, social entrepreneurship, self-employment, economic activity.



# ОТРАСЛЕВЫЕ РЫНКИ И РЫНОЧНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

УДК 336.6

## МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЦЕССА ДИАГНОСТИКИ БАНКРОТСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ

**Д.И. Костенко***Московский государственный  
университет экономики,  
статистики и информатики**e-mail: demonessdi@mail.ru*

В данной статье рассмотрены методические аспекты, связанные с проведением процесса диагностики возможного наступления банкротства предприятий. Дано обобщённое понятие диагностики деятельности хозяйствующих субъектов, а также перечень характерных особенностей процедуры диагностики. Представлены варианты проведения процедуры диагностики в зависимости от целей управления. Определено соотношение между типами диагностик по спектру решаемых задач и проблем. Приведена градация степени устойчивости финансового состояния предприятия в соответствии с возможностью её восстановления.

Выявлено, что для целей принятия управленческих решений целесообразно определить такой показатель, при достижении которого предприятие с высокой степенью вероятности может потерять финансовую устойчивость. Данный показатель определён как «точка критического состояния». Обоснована целесообразность применения в качестве показателя точки критического состояния вероятностную оценку прогнозирования банкротства четырёхфакторной R-модели оценки риска банкротства Иркутской государственной экономической академии (ИГЭА).

Ключевые слова: экспресс-диагностика, диагностика потенциального банкротства, комплексная диагностика экономического состояния, прогнозирование вероятного банкротства, точка критического состояния, финансовая устойчивость, восстановление платёжеспособности, четырёхфакторная R-модель оценки риска банкротства.

В процессе управления финансовыми потоками предприятия возможность наступления банкротства существует всегда, особенно в условиях нестабильности и при высоких рыночных рисках. Кризисное состояние предприятия характеризуется неспособностью осуществлять финансовое обеспечение финансово-хозяйственной деятельности. Своевременное выявление кризисного состояния, называемого в экономической практике как «угроза банкротства», требует создания и выполнения специализированных процедур финансового контроля.

Множество методов и показателей финансового контроля образует в совокупности поле диагностики финансового состояния предприятия. Целью диагностики финансового состояния предприятия, исходя из вышеизложенного, является определение отклонений

в деятельности предприятия, выявление проблемных зон функционирования в условиях недостаточности полученных данных.

Теоретические и методические аспекты проблемы, связанные с прогнозированием банкротства предприятий, исследовались многими отечественными экономистами: Р.И. Шниппер, О. Дмитриева, А.И. Муравьев, В.В. Глухов, Ю.М. Бахрамов, А.С. Вартанов, Е.М. Трененков, С.А. Дведенидова, В.В. Бандурин, К.В. Балдин, В.Ю. Жданов и другие.

Следует отметить, что речь ведётся о диагностике выявления потенциального банкротства хозяйствующего субъекта на ранних стадиях как о процедуре финансового контроля, главной целью которого является предотвращение возможного кризисного состояния предприятия. Диагностика – это основа для проведения системного анализа с целью выявления проблемных зон функционирования хозяйствующего субъекта и формирования вывода о возможности вероятностного наступления банкротства.

Результаты анализа и оценки вероятности банкротства представляет интерес не только о вопросе возможного наступления банкротства, но и возможности восстановления финансовой стабильности и платёжеспособности предприятия. Финансово-экономические показатели, характеризующие состояние предприятия, при котором восстановление стабильного экономического состояния невозможно, можно назвать ориентирами крайне критического финансового положения [1, с.87]. Изучению вопроса методики определения и характеристики данных точек на векторе развития финансово-экономического положения и посвящена данная статья.

Под диагностикой в рамках экономической науки понимается определение состояния объекта, предмета, явления или процесса (производственного, управленческого, технологического) посредством реализации комплексных процедур для выявления слабых звеньев в ходе развития.

Современный экономический анализ условно выделяет три вида диагностики:

- а) экспресс-диагностику;
- б) диагностику потенциального банкротства;
- в) комплексную диагностику экономического состояния.

Следует рассмотреть вопрос соотношения применяемых методик с точки зрения решаемых задач и масштабов проведения анализа (рис.1):



Рис. 1. Виды диагностики в зависимости от целей и масштабов анализа

Экспресс-диагностика позволяет за короткий промежуток времени получить минимальный набор экономических и финансовых показателей, максимально характеризующих финансово-экономическое состояние предприятия. При необходимости проводят дополнительный факторный анализ проблемных показателей. Экспресс-диагностику можно назвать мониторингом деятельности предприятия.

Экономисты отмечают, что среди достоинств методики экспресс-диагностики главное состоит в том, что полученные результаты имеют наглядную экономическую интерпретацию и служат ориентирами финансового планирования деятельности предприятия. Кроме того, информационная база экспресс-диагностики служит материалом для последующего финансово-экономического анализа.

Диагностика потенциального банкротства не только определяет возможную вероятность наступления кризисного состояния на предприятии, но и констатацию факта невозможности восстановления платёжеспособности (банкротства). Согласно положениям финансового анализа, для диагностики вероятности банкротства используется несколько подходов [2, с.79]:

- а) трендовый анализ системы критериев и признаков;
- б) фиксированный набор показателей;
- в) интегральные показатели;
- г) рейтинговые оценки на базе критериев финансовой устойчивости предприятий и др.;
- д) факторные регрессионные и дискриминантные модели.

Официально признанной и широко используемой в целях выявления возможного наступления банкротства является отечественная методика оценки потенциального банкротства предприятий, разработанная Постановлением Правительства РФ от 20.05.1994 г. Данная методика имеет существенный недостаток: учитывает только такие критерии деятельности, как финансовая устойчивость, ликвидность и платёжеспособность, а этого недостаточно для объективного и точного прогнозирования потенциального банкротства.

Комплексная диагностика экономического состояния зависит от необходимой структуры и глубины исследования. Именно глубина исследования определяет процедуру и порядок проведения комплексной диагностики, срок её проведения, список и состав исполнителей. Информационной базой для принятия решения служит заключение экспресс-диагностики. Однако практика показывает, что чаще всего комплексная диагностика объединяет организационный, кадровый, функциональный, стратегический анализ и непосредственно диагностику.

Экспресс-диагностика позволяет определить круг проблем, которые затем и оцениваются более детально при проведении комплексного анализа. При комплексной диагностике оценивается общее положение предприятия, даётся срез финансово-экономического состояния, выполняются оценка инновационного потенциала, проводится факторный анализ причин возникновения выявленных проблем.

В результате проведения комплексной диагностики состояния предприятия можно получить оценку широкого спектра производственных и хозяйственных процессов. Однако проведение данного вида диагностики является весьма трудоёмким и сложным процессом. Целесообразно проводить данную процедуру сторонними консультантами, чтобы получить непредвзятое мнение [4, с.54]. В применении комплексной диагностики есть один серьёзный недостаток: возможное противоречие экономическому принципу рентабельности, означающему, что производимые затраты на управление надёжностью не должны превышать полученный от этого финансовый результат.

Для более чёткого понимания взаимосвязи диагностик друг на друга приведём схему пересечения областей решаемых задач (рис.2):

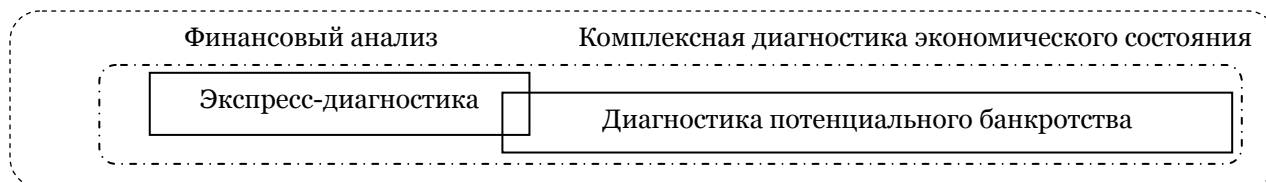


Рис. 2. Соотношение объёмов решаемых задач различных типов диагностик

Как видно из схемы, соотношение процедур диагностики показывает, что результаты экспресс-диагностики и диагностики потенциального банкротства является базовой основой для проведения комплексной диагностики экономического состояния предприятия. Исходя из вышесказанного, целесообразно представить следующую схему проведения комплексной диагностики, которая выглядит следующим образом (рис.3):



Рис. 3. Алгоритм проведения комплексной диагностики предприятия

Выявленные в ходе проведения одного из начальных этапов диагностики проблемные зоны хозяйствующего субъекта подробно изучаются при проведении комплексной диагностики, в которой факторный анализ позволяет оценить степень влияния каждого из факторов на динамику изменения показателей.

Проведение экспресс-диагностики и диагностики потенциального банкротства в структуре финансового анализа служит своего рода индикатором при входе предприятия в критический сектор развития. Иными словами, если результаты проведённой диагностики показали возможность наступления неплатёжеспособности предприятия, то тогда необходимо провести комплексную диагностику экономического состояния и выявить причины возникших критических значений показателей банкротства [6, с.109].

Следует отдельно рассмотреть причины и цели проведения диагностики для разного типа пользователей информации – внешних и внутренних. Внешними пользователями выступают сотрудники фискальных и проверяющих органов, потенциальные инвесторы, держатели акций компании, банки, страховые компании и другие участники рынка. Внутренними пользователями информации являются сотрудники аппарата управления, отдела бухгалтерии, финансово-аналитического, планового отделов. Внешние пользователи (чаще всего банки, инвесторы) хотят получить гарантии возврата инвестиций, кредитов, поэтому их интересует стабильность финансового состояния предприятия, обеспеченность денежными средствами, рентабельность и прибыльность. Чаще всего предприятие обращается к банку или инвестору при возникновении потребностей в до-



полнительном финансировании инвестиционного проекта, либо при проведении реконструкции или модернизации.

В том случае, когда показатели финансовой обеспеченности собственными средствами у предприятия низкие, известные общепринятые методики (Аргенти, Альтмана, Бивера, Таффлера, Спрингейта, Сайфулина-Кадыкова, Правительственная методика РФ от 1994 г.) дают весьма относительные результаты. Как уже было определено, по данным отчётности одного и того же предприятия можно получить различные вероятностные оценки диагностики банкротства, используя разные методики расчёта для его прогнозирования.

Внутренние пользователи всегда заинтересованы в информации о динамике развития производственных показателей, о векторе изменений экономических и финансовых коэффициентов для того, чтобы оценить и понять, какое значение оно имеет для развития предприятия и отрасли в целом. Динамика изменения показателей может быть либо положительной, либо отрицательной для деятельности предприятия. Однако внутренние и внешние пользователи финансовой информации сходятся в одном: положение предприятия, в котором наступает риск потери устойчивости, платёжеспособности, прибыльности, а также отсутствует своевременное и адекватное реагирование на происходящие негативные процессы – это состояние банкротства.

Согласно аспектам и принципам финансового анализа предприятия, различают несколько состояний финансовой устойчивости. Многие учёные говорят о разных уровнях устойчивости, но, по мнению автора данной статьи, такой факт обусловлен степенью детализации финансового положения. Для удобства и наглядности целесообразно сформировать следующую таблицу, в которой представлены типы финансового положения предприятия от устойчивого состояния к неустойчивому, и после которого наступает банкротство (табл.1):

Таблица 1

**Разновидности финансового положения предприятия  
вероятностью наступления банкротства и возможностью восстановления  
финансово-экономических показателей деятельности**

Финансовое положение предприятия			
Тип финансово-го положения	Характеристика финансового состояния	Вероятность возникновения банкротства	Возможность восстановления экономических и финансовых характеристик деятельности и потенциала предприятия
Устойчивое финансовое положение	Абсолютно устойчивое	Низкая	Высокая
	Среднеустойчивое	Низкая	Высокая
	Низко устойчивое	Низкая	Высокая
Относительно стабильное устойчивое финансовое положение	Высокоустойчивое положение с возможностью восстановления	Низкая	Высокая
	Средне стабильно устойчивое положение с возможностью восстановления	Средняя	Высокая
	Низко устойчивое положение с возможностью восстановления	Высокая	Высокая
Неустойчивое финансовое положение	Неустойчивое положение при относительно высокой вероятности банкротства	Высокая (банкротство можно избежать)	Существует
	Средне устойчивое положение без возможности восстановления	Очень высокая (банкротство неизбежно)	Отсутствует
	Абсолютно неустойчивое положение без возможности восстановления	Крайне высокая (банкротство неизбежно)	Отсутствует



Мы рассматриваем состояние предприятия с точки зрения возможного наступления банкротства и вводим дополнительный параметр – возможность восстановления стабильного финансового состояния – «Возможность восстановления экономических и финансовых характеристик».

Автор предполагает, что целесообразно ввести два уровня дифференциации финансового состояния. Первый уровень даёт общее представление о финансовом и экономическом состоянии и может быть либо «Устойчивым», «Относительно стабильным» или «Неустойчивым». Данную градацию следует применять при проведении экспресс-диагностики. Однако, данный перечень, по мнению автора, не является полным, так как не отражает полной и адекватной картины финансового состояния исследуемого предприятия.

Для внутренних и внешних пользователей результаты проводимого ими анализа представляют интерес для более точного определения и понимания финансового положения предприятия на векторе его изменения. Такая информация важна для внутренних пользователей потому, что система антикризисных мер для каждого из состояний дифференцирована и имеет различные цели и задачи. Для внешних пользователей информация о более точном финансовом положении необходима для принятия решений о финансировании, определении сроков, условий и процентной ставки кредитования, слиянии, покупке бизнеса.

В связи с этим автор счёл необходимым ввести внутри каждой группы второй уровень дифференциации. Этот уровень различает три состояния: «Абсолютно», «Средне» и «Низко» устойчивые положения. В результате было получено 9 уровней состояния предприятия на векторе изменения финансового положения предприятия, что даёт возможность принять более адекватные и верные управленческие решения в вопросах стабилизации финансового состояния и стратегического развития.

Критерий «возможность восстановления экономических и финансовых характеристик» даёт информацию пользователям о вероятности восстановления устойчивого (стабильного) финансового состояния предприятия на данном положении вектора изменений. Данный показатель оценивает возможность и целесообразность применения антикризисных мер как основу для принятия управленческих решений и условий привлечения внешних источников финансирования.

По мнению учёных, такое разделение в представленной таблице имеет достаточно условный характер. Можно сказать, что существует два крайних положения – абсолютно неустойчивое и абсолютно устойчивое. Очевидно, что после абсолютно неустойчивого финансового положения наступает стадия банкротства. Остальная градация зависит от необходимой в данном типе диагностики степени детализации [5].

Однако, с точки зрения управленческих решений, следует всегда иметь ориентир, некоторую критическую область или так называемую «точку критического состояния» (критическую точку). Наглядное представление о возможных вариантах развития ситуации до и после прохождения критической точки изобразим в виде графика (рис. 4):

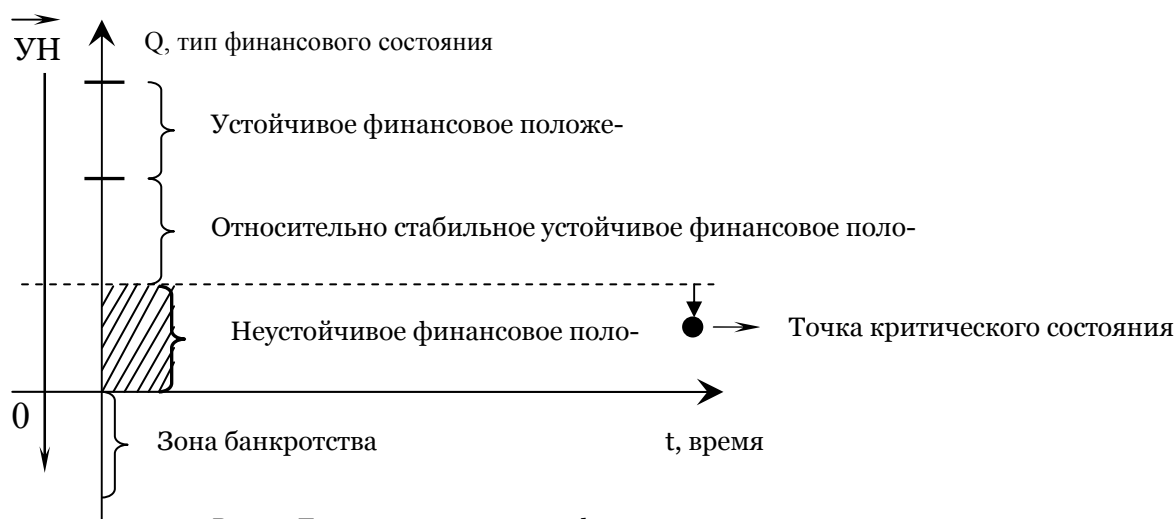


Рис. 4. Динамика изменения финансового состояния предприятия

Вертикальная ось – ось финансового состояния, – отражает возможные варианты, расположенные снизу-вверх от абсолютно неустойчивого к абсолютно устойчивому состоянию (табл.1). Горизонтальная ось – ось времени, – позволяет отразить развитие ситуации во времени. Вектор УН (Устойчивое-Неустойчивое) отражает изменение финансового состояния предприятия от устойчивого до неустойчивого положения. Пунктирной линией изображена граница, после которой наступает точка критического состояния. Точка критического состояния находится в области неустойчивого финансового состояния. Если в момент прохождения критической точки не будут приняты антикризисные меры, сохранится существующая динамика развития финансовых и экономических показателей, то предприятие не сможет восстановить платёжеспособность, стабильность экономического развития и продолжит движение к банкротству. Если в критической точке приложить вектор изменений, антикризисных мер, то предприятие имеет возможность при верных управленческих решениях восстановить накопленный потенциал и стабильность устойчивого финансово-экономического состояния.

Точка критического состояния в экономической сфере (точка бифуркации) – это такое состояние финансовой системы и экономического положения предприятия, при котором вероятность наступления неудовлетворительного финансового состояния может стать достаточно высокой и приблизится к единице, если не предпринять необходимых мер в целях предотвращения наступления банкротства.

В теории самоорганизации точка бифуркации определена как критическое состояние системы, при которой она становится неустойчивой и возникает неопределённость: станет ли состояние системы хаотическим, или оно перейдёт на новый, более высокий уровень упорядоченности. В любом случае, независимо от того, в какой области применяется данный термин, везде имеет место вероятностный характер того, что система дойдет до состояния кризиса и утраты возможности дальнейшего развития.

Индикатором, который определяет наступление точки критического состояния, является четырёхфакторная R-модель оценки риска банкротства предприятий Иркутской государственной экономической академии (Иркутская модель). Наступление точки критического состояния представим в виде следующей схемы (рис. 5):

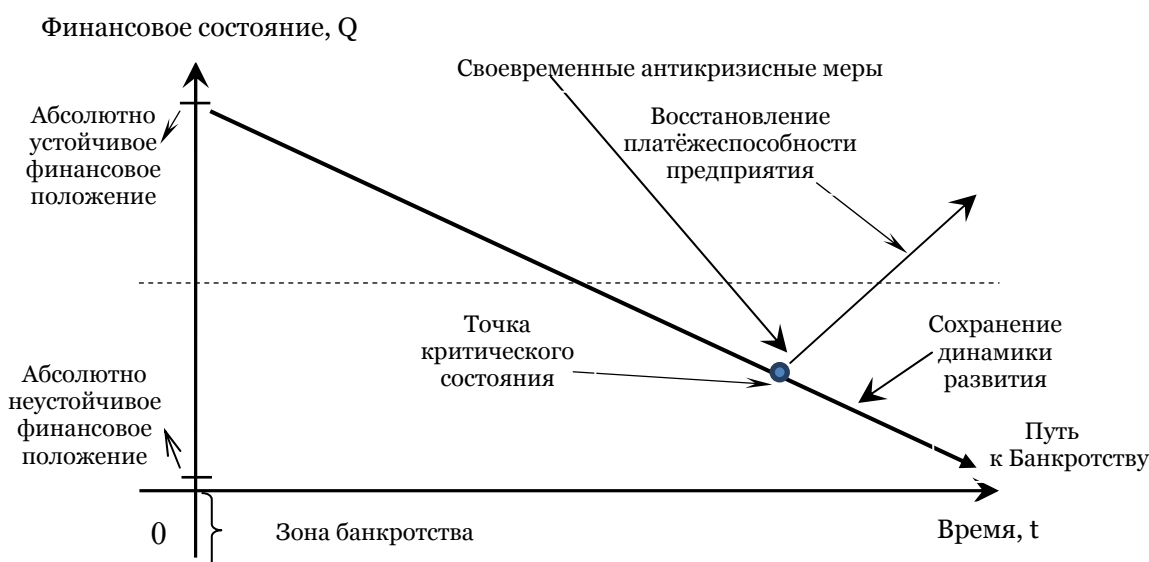


Рис. 5. Схематичное изображение момента наступления точки критического состояния

Из рисунка видно, что предприятие в данный момент имеет устойчивое финансовое положение с низкой вероятностью банкротства. В дальнейшем обстоятельства могут сложиться так, что предприятие будет иметь неустойчивое финансовое положение, и вероятность банкротства резко возрастёт. Точка критического состояния показывает, что если компания оперативно примет антикризисные меры, то это поможет избежать бан-



кротство. Если же компания будет продолжать развиваться без изменений, не принимая мер по сохранению стабильного финансового состояния, то это приведёт к нестабильному финансовому положению и далее – к банкротству. Все зависит от того, как быстро руководство компании сумеет выявить ухудшающееся положение и принять соответствующие меры, чтобы не идти прямым курсом к краху. Важным является тот факт, что у предприятия, которое достигло точки критического состояния (критической области), уже нет возможности «вернуться назад», пересмотреть сложившуюся ситуацию и принять меры для полного восстановления своей платёжеспособности.

Теоретические вопросы определения и количественного измерения критической точки освещены в монографиях К.В. Балдина, В.В. Бандурина, В.Ю. Жданова [3]. Мнения учёных несколько расходятся. Автор в своём исследовании предлагает уточнить формулировку определения точки критического состояния (критической точки). Критической точкой финансово-экономического состояния предприятия следует считать такое положение, при котором:

- в случае сохранения имеющихся тенденций и темпов роста экономических и финансовых показателей или принятия антикризисных мер после прохождения данного рубежа предприятие с высокой долей вероятности будет признано банкротом;
- если же принять систему эффективных и обоснованных антикризисных мер до прохождения критической точки, то предприятие имеет возможность восстановить платёжеспособность и устойчивое финансовое положение.

Для того, чтобы определить, наступила ли точка критического состояния, необходимо воспользоваться четырёхфакторной R-моделью оценки риска банкротства предприятий Иркутской государственной экономической академии, которая имеет следующий вид [5]:

$$R = 8,38K_1 + K_2 + 0,054K_3 + 0,63K_4;$$

где:  $K_1$  – отношение собственного оборотного капитала к сумме активов;

$K_2$  – отношение чистой прибыли к собственному капиталу;

$K_3$  – отношение выручки от реализации к валюте баланса;

$K_4$  – отношение чистой прибыли к себестоимости проданных товаров, работ, услуг;

R – вероятностная оценка прогнозирования банкротства в четырёхфакторной R-модели оценки риска банкротства предприятий Иркутской государственной экономической академии.

Стандартную и предлагаемую градацию вероятностных оценок прогнозирования банкротства при использовании четырёхфакторной R-модели оценки риска банкротства предприятий в целях определения наступления точки критического состояния представим следующим образом (табл.2):

Таблица 2

**Интерпретация вероятностных оценок прогнозирования банкротства по результатам диагностики с применением Иркутской модели**

Стандартная	Предлагаемая
1	2
Z<0 (очень высокая)	Z<0 (без возможности восстановления финансовой устойчивости)
Z=0-0,18 (высокая)	Z=0-0,18 (низкая вероятность восстановления финансовой устойчивости)
Z=0,18-0,32 (средняя)	Z=0,18-0,32 (средняя степень вероятности для восстановления финансовой устойчивости)
Z=0,32-0,42 (низкая)	Z=0,32-0,42 (высокая вероятность восстановления финансовой устойчивости)
Z>0,42 (минимальная)	Z>0,42 (полное восстановление финансовой устойчивости)

Иркутская модель определяет вероятностный характер того, сможет ли предприятие перевести в нормальное состояние свою платёжеспособность, тем самым избежав наступления банкротства. Если на каком-либо этапе развития предприятия было определено, что вероятностная оценка прогнозирования банкротства  $R < 0,18$  (при использова-



нии Иркутской модели), то это означает, что точка критического состояния уже наступила и нет возможности восстановить платёжеспособность.

Если было выявлено, что вероятностная оценка прогнозирования банкротства  $Z \geq 0,18$  (при использовании Иркутской модели), это означает, что точка критического состояния еще не наступила, и существует вероятность восстановления платёжеспособности при наличии грамотного и оперативного проведения антикризисных мероприятий. Чем больше значение  $R$ , тем больше шансов у предприятия восстановить свою платёжеспособность и достичь стабильного и устойчивого финансового состояния. Следует также учитывать, что чем больше у предприятия будут значения таких важных финансовых показателей, как чистая прибыль и выручка, тем выше будет вероятность полного восстановления платёжеспособности.

Осуществляя управление экономическими процессами развития предприятия, необходимо иметь индикатор, систему финансовых показателей, которые показывают, что дальнейшее развитие предприятия при сохранении текущей динамики приведёт к высокой степени вероятности наступления неустойчивого финансового положения на рынке. Исходя из вышесказанного, необходимо отметить, что руководство всегда должно иметь некоторый ориентир при входе в критическую область развития компании. Это необходимо для того, чтобы своевременно определить, вошла ли компания в критический сектор. Если такая ситуация наступила, то необходимо своевременно предпринимать соответствующие антикризисные меры. Определение наличия точки критического состояния является важным аспектом при проведении диагностики финансового состояния предприятия.

В ходе данной статьи был рассмотрен вопрос о процедуре диагностики. Определено, что диагностика деятельности хозяйствующего субъекта – это процедура финансового контроля, целью проведения которого является оценка достоверности ведения финансового учёта, показателей бухгалтерской отчётности. Была рассмотрена взаимосвязь целей и методов проведения различных типов диагностики банкротства.

Следует отметить, что градация типов финансового состояния предприятия в некоторой степени условна. Результаты экспресс-диагностики и диагностики потенциального банкротства служат основой для проведения комплексного анализа экономического состояния при прогнозировании банкротства. Однако в процессе оперативного контроля деятельности предприятия необходимо иметь ориентиры, показатели критического состояния, после которого уже невозможно сохранить устойчивое финансовое положение, если не предпринять мер по устранению недостатков.

В статье было обосновано, что системой показателей для выявления точки критического состояния является четырёхфакторная  $R$ -модель оценки риска банкротства предприятий Иркутской государственной экономической академии, которая определяет вероятностный характер того, способно ли предприятие достичь восстановления своей платёжеспособности, избежав при этом наступления кризиса.

### Литература

1. Ван, Хорн Д. Основы финансового менеджмента: монография [Текст] / Хорн Д. Ван, Д. Вахович / Пер. с англ. – 12-е изд. – М.: Издательский дом «Вильямс». – 2008. – 1232 с.
2. Жарковская, Е. П. Антикризисное управление [Текст] / Е.П. Жарковская, Б.Е. Бродский. – М.: Омега-Л. – 2005. – 357 с.
3. Жданов, В. Ю. Антикризисный механизм диагностики риска банкротства предприятия / В.Ю. Жданов // Современные технологии управления – 2011. – №11 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sovman.ru/ru/all-numbers/archive-2011/november2011/item/48-01-11-11.html> (дата обращения 05.03.2012).
4. Кукукина, И. Г. Учёт и анализ банкротств: учебное пособие [Текст] / И. Г. Кукукина, И. А. Астраханцева. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Финансы и статистика. – 2006. – 304 с.
5. Матвеева, Д. Р. Диагностика банкротства градообразующего предприятия посредством моделей У.Бивера и ИГЭА / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tvp.ru/> (дата обращения: 28.02.2012).



6. Фёдорова, Г. В. Учёт и анализ банкротств: учебник [Текст] / Г. В. Фёдорова. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Омега-Л. – 2008. – 248 с. – (Высшее финансовое образование)

7. <http://www.afdanalyse.ru/> (дата обращения: 02.03.2012).

## **Methodical aspects of the diagnostics process of enterprise bankruptcy**

**D.I. Kostenko**

*The Moscow State University  
of Economics, Statistics  
and Computer Science*

*e-mail: demonessdi@mail.ru*

The present article studies some methodical aspects connected with the diagnostics process of possible enterprise bankruptcy. It also discusses the generalized concept of diagnostics activity of managing subjects, as well as some specific features of the diagnostics procedure. The article reports on the options of carrying out the diagnostics procedure depending on the management purposes. The relationship of diagnostics types based on the range of the tasks to be achieved and the problems to be solved has been determined. The gradation of the stability degree of the enterprises financial condition according to the possibility of its restoration has also been given.

It has been revealed that for the management decision-making it is necessary to determine such indicator with the help of which the enterprise is most likely to lose its financial stability. This indicator has been defined as «a point of critical condition». The expediency of the use of a probable assessment of bankruptcy forecasting of a four-factorial R-model of a bankruptcy risk assessment of Irkutsk State Academy of Economics as an indicator of a point of critical condition has been substantiated.

Key words: express diagnostics, potential bankruptcy diagnostics, complex diagnostics of economic condition, probable bankruptcy forecasting, a point of critical condition, financial stability, solvency restoration, four-factorial R-model of a bankruptcy risk assessment.

УДК 338.26

## ОСОБЕННОСТИ МЕДИЦИНСКОГО УЧРЕЖДЕНИЯ КАК ОБЪЕКТА СОЦИАЛЬНО-ИНДИКАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

**Б.А. ТХОРИКОВ**

*Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет*

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

Данная работа является первой в цикле статей, посвященных социально-индикативному управлению в сфере здравоохранения. В работе рассматриваются особенности медицинского учреждения как объекта социально-индикативного управления. Приводится описание областей приложения индикативных методов, имеющих наибольшую отдачу для эффективности индикативного управления. Сформулированные особенности декомпозируются для удобного выбора впоследствии индикаторов оценки деятельности учреждения здравоохранения. Анализируются существующие недостатки в рамках действующего медицинского менеджмента и обосновываются преимущества индикативного подхода.

Ключевые слова: социально-индикативное управление, медицинское учреждение, сфера здравоохранения

В качестве перспективного механизма планирования и управления, отвечающего современным социально-экономическим условиям хозяйствования, в отечественной и зарубежной научно-практической литературе рассматривается применение индикативных методов [7].

Потенциальный интерес к индикативному управлению связан, главным образом, с возможностью применения системного подхода в решении задач управления, то есть индикативные методики позволяют оперировать множеством альтернатив развития управляемой системы и использовать итерационные процедуры при обратной связи с объектом управления. При разработке стратегии развития конкретных экономических систем индикативная информация способствует обозначению в перспективе их собственной функциональной полезности в макромире, без которой невозможно выживание и дальнейшее развитие организации (рис. 1).

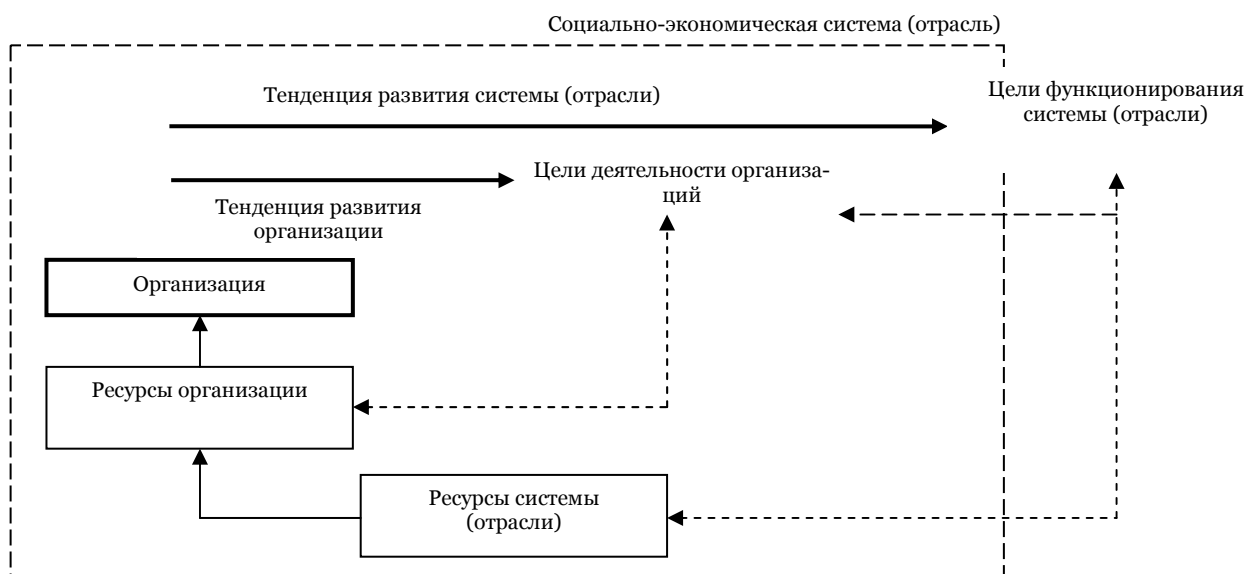


Рис. 1. Взаимосвязь уровней индикативного управления

В общем виде индикативное управление выступает в качестве набора рекомендательных процедур согласования процессов развития различных систем одного иерархического ряда, но большинство частных теоретических и методических положений индикативного подхода остаются дискуссионными и недостаточно разработанными. Однако, проведя сравнение теоретико-методологической базы при использовании индикативных методов в управлении объектами различной масштабности и детализации [1, 4], мы пришли к выводу о том, что возможно осуществить корректную экстраполяцию существующих наработок в области макроиндикативного управления на работу хозяйствующих субъектов, предварительно адаптировав их с учетом требований специфики выбранной отрасли народного хозяйства.

Для определения специфики отрасли здравоохранения мы рассмотрели порядок взаимодействия медицинского учреждения (МУ) с окружающей средой и установили ряд особенностей учреждения здравоохранения как объекта индикативного управления (рис. 2).

1) *Диверсификация оказываемых услуг.* Внезапность развития у пациента какого-либо заболевания из множества нозологий требует на макроуровне системы охраны здоровья обеспечения функционирования медицинских учреждений различных типов, на микроуровне – организацию оказания широкого спектра медицинских услуг соответственно специализации МУ.

Определенная учреждением здравоохранения ассортиментная политика закрепляется государственным заданием на предстоящий календарный год в виде плановых объемов медицинской помощи, которые являются базой расчета потребности в кадровых и материально-технических ресурсах. Предметно анализируя работу МУ по набору индикаторов, можно решить существующие затруднения формирования ассортимента. Во-первых, сделать число неликвидных медицинских услуг минимально необходимым; во-вторых, обеспечить согласованность между прогнозной статистической потребностью в различных видах медицинской помощи и реальной обращаемостью пациентов. Данные мероприятия, помимо прочего, позволят повысить эффективность нормирования труда медицинского персонала, материального обеспечения и отдачу основных фондов.

2) *Сложность социально-экономического планирования.* В цикле управления отдельным учреждением здравоохранения существует критический пробел на этапе социально-экономического планирования работы МУ, который оказывает негативное влияние на оценку эффективности текущей работы по достижению поставленных целей и снижает качество последующей оптимизации работы медицинского учреждения. Это связано с тем, что широкая интеграция деятельности медицинского учреждения в работу различных хозяйствующих субъектов, оказание различных видов медицинской помощи (от социально значимых до сервисных), имеющих различные источники оплаты, непостоянство половозрастной структуры обслуживаемых пациентов и прочее снижают точность и качество прогнозирования на основе традиционных экономико-математических методов. В том числе существуют следующие затруднения: 1) отсутствие достоверных статистических данных; 2) наличие размерных величин. Простые способы нормировки субъективны и часто влияют на результат исследования; 3) наличие пропусков в данных. Восстановление или просеивание данных возможно при наличии представительной статистики; 4) интервальный характер данных, обусловленный неопределенностью условий их получения; 5) большая размерность признакового пространства, вызванная наличием нескольких десятков характеристик.

Применение методов индикативного управления позволит администрации учреждения здравоохранения констатировать прогнозируемые изменения во внешней среде и проводить стратегические масштабные преобразования, а также настраивать внутриорганизационные микропроцессы на основе выявления трудно коррелируемых связей между ними за счет: 1) построения сводного показателя, используемого для интегральной оценки состояния объекта здравоохранения: качества медицинского обслуживания, построения прогнозных моделей и прочее; 2) снижения размерности пространства характеристик с целью их визуализации, выявления причинно-следственных связей, построения обоб-



ценных характеристик для анализа данных и интерпретации полученных результатов; 3) кластеризации данных для выявления их корреляции в условиях трудно формализуемой зависимости между ними, для наглядного представления; 4) оценки информативности используемых медицинских показателей для проведения более детального и достоверного обследования больных.

3) *Стандартизация и алгоритмизация лечебного процесса.* Терапевтический процесс включает комплекс медицинских мероприятий, связанных с постановкой диагноза (предварительного, клинического, заключительного, патоморфологического), диагностики и терапию. И имеет, два, иногда взаимоисключающих, результата: реальные изменения в состоянии пациента и изменения в состоянии пациента, зафиксированные в первичной медицинской документации и отчетных статистических формах [5, 6, 10]. Отсутствие единого результата, главным образом, связано с разными требованиями, предъявляемыми пациентами и органами государственной власти, а также рядом отраслевых особенностей субъекта управления: 1) пациенты при обращении за медицинской помощью могут самостоятельно выбирать маршрут движения между врачами-специалистами и параклиническими подразделениями; 2) текущая деятельность врачей-специалистов в рамках сложившейся системы управления скрыта от оперативного контроля со стороны администрации МУ; 3) отсутствует единый механизм управления движением пациентов и аккумулирования всех затрат связанных с оказанием медицинской помощи; 4) учет расходов в медицинском учреждении ведется, как правило, «котловым» методом; 5) в системе оказания медицинской помощи отсутствуют центры ответственности, отвечающие за конечное состояние здоровья пациента; 6) общая стоимость лечения пациента зависит, в первую очередь, от врача-специалиста, а не от нозологической формы; 7) система перспективного планирования не имеет законодательно регулируемых требований к корреляции с фактически достигнутыми результатами МУ; 8) работа медицинского учреждения не имеет единой оценки, каждый из участников внешнего окружения формирует свою.

В сложившихся условиях индикативное управление позволяет придать лечебному процессу нужный уровень механистичности с точки зрения оценки эффективности продолжительности его выполнения и полученных результатов, на основании создания внутренних «центров ответственности», логистических потоков движения пациентов, оперативного учета произведенных затрат и прочее.

4) *Сложность координации внутренних социальных процессов.* Развитие медицинской науки вовлекает в лечебный процесс все большее число участников, увеличивается доля узкоспециализированных врачебных консультаций, расширяется спектр диагностических исследований. В подобной ситуации медицинские работники, выполняющие отдельные исследования или манипуляции, не видят общей динамики патологического процесса, возрастает время постановки диагноза, снижается эффективность контроля за рациональностью использования ресурсов. Кроме того, в большинстве случаев на пациентов перекладывается работа по сбору медицинской документации из различных источников и передача ее лечащему врачу, возлагается ответственность самостоятельного передвижения между структурными подразделениями для получения медицинских услуг. В результате лечебный процесс становится несогласованным, раздробленным и в целом слабоуправляемым, что в конечном итоге проявляется во множестве негативных последствий для пациентов.

Индикативное управление позволит рационализировать менеджмент медицинского учреждения за счет радикального перепроектирования рабочих процессов и концентрации управленческого воздействия не на задачах (управление запасами, управление продажами, управление персоналом и т.п.) и функциях (материально-техническое снабжение, производство, маркетинг, учет и т.п.), а на процессах, выстроенных от пациента [8, 9]. Данная возможность связана с тем, что сущность индикативного подхода позволяет организовать внутреннее управление с учетом реинжиниринга бизнес-процессов (business process reengineering) (BPR).



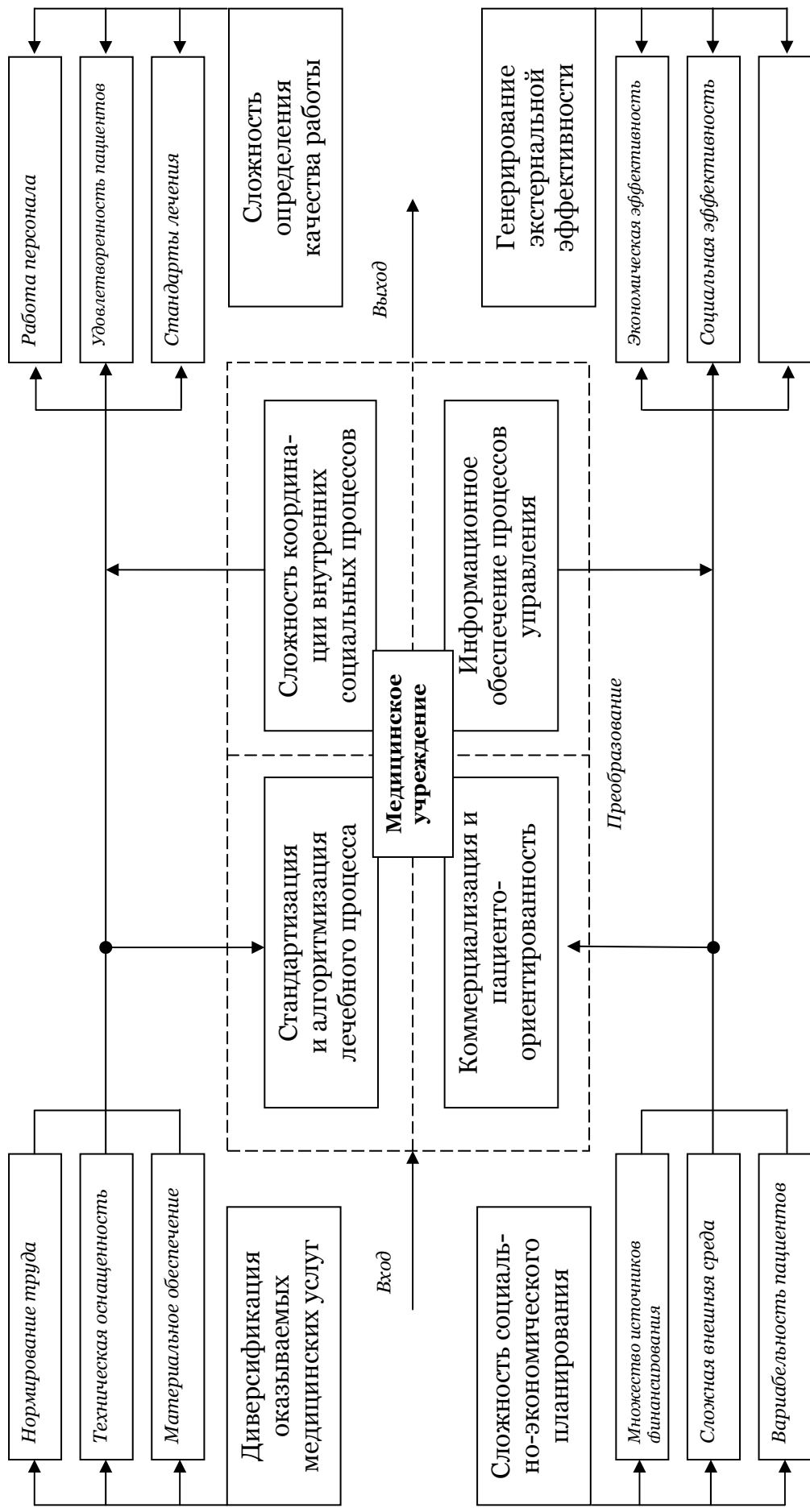


Рис. 2. Функционирование медицинского учреждения как открытой социальной системы



5) *Информационное обеспечение процессов управления.* В государственной политике информатизация определена одной из приоритетных задач интеллектуального и технического развития страны, требующей безотлагательного решения. Механизмами реализации избран программно-целевой принцип, директивно обозначенный в Федеральной программе «Электронная Россия», подпрограммой в которой является информатизация здравоохранения, «Концепции информатизации здравоохранения России», «Концепции развития системы здравоохранения в Российской Федерации до 2020г.» и иных нормативных документах [2]. Можно отметить положительные сдвиги в этом направлении деятельности на региональном уровне, в том числе в Москве, Санкт-Петербурге, Алтайском, Ставропольском, Краснодарском, Приморском краях, Кемеровской, Тульской, Свердловской, Новосибирской, Томской, Омской, Архангельской, Воронежской областях. Однако основное внимание разработчиков, главным образом, сосредоточено на создании отдельных, не связанных между собой программных продуктов (ПО), решающих следующие узкоспециализированные задачи здравоохранения: 1) методическое обеспечение лечебного процесса и облегчение медицинским работникам принятия решений; 2) формирование в электронном виде первичной медицинской документации и осуществление с созданным массивом данных заданных действий; 3) автоматизация ведения бухгалтерского учета и составления специальных периодических отчетных форм (преимущественно финансово-экономических);

Автоматизация иных областей работы медицинских учреждений развивается менее интенсивно. По нашему мнению, это связано с целым комплексом системных проблем: 1) низкая компьютерная грамотность большинства медицинских сотрудников и незначительное оснащение рабочих мест средствами вычислительной техники и цифровой связи; 2) компьютеризация МУ осуществляется фрагментарно, исключительно для информационной поддержки реализации законодательных актов, связанных с расходованием бюджетных средств; 3) компьютерные технологии не являются действенным рычагом повышения эффективности управления здравоохранением; 4) отсутствие государственного регулирования в областях стандартизации разработок и распространения специализированного программного обеспечения, формирования единого информационного пространства в здравоохранении.

Одна из наиболее специфичных сфер деятельности учреждений здравоохранения – управленческий учет, основанный на интеграции медицинской, социальной и экономической деятельности, затронута процессами автоматизации незначительно. По нашему мнению МУ связан с преобладанием ситуационного подхода к управлению их деятельностью, обусловленного спецификой здравоохранения как социального института.

Большинство медицинских учреждений организуют собственную работу интуитивно, исходя из региональных особенностей с присущими им «институциональными ловушками» и собственными традициями, постепенно сформировавшимися с момента введения в эксплуатацию учреждения [3]. В результате внутренняя организационная структура МУ одного города или области, в том числе Белгородской, Курской, Липецкой и прочих, существенно отличается друг от друга. В связи с этим, разработчики IT-продуктов не стремятся участвовать в автоматизации процессов управления, так как подобная работа требует проведение детального изучения организационных процессов конкретного медицинского учреждения, иначе автоматизация только ускорит получение неудовлетворительных результатов или не будет обладать нужным потенциалом для модификации программного обеспечения в условиях конвенционального подхода к реинжинирингу.

На основании вышеизложенного мы можем утверждать, что принципы индикативного управления позволяют реализовать автоматизацию процессов медицинского менеджмента на основе перспективной технологии BPMS.

6) *Коммерциализация и пациентоориентированность.* Конституция Российской Федерации закрепляет в своих нормах право на охрану здоровья и медицинскую помощь (статья 41). Правом на медицинскую помощь гарантируется право на охрану здоровья. В свою очередь, право на охрану здоровья гарантирует два конституционных права более высокого уровня – право на достойное существование и право на свободное развитие, закрепленные в норме пункта 1 статьи 7 Конституции, а эти два права гарантируют конституционное право на жизнь.

Достойная жизнь, в первую очередь, характеризуется наличием минимального набора бесплатных для человека благ, позволяющих ему как приобрести определенный уровень духовного и физического состояния, так и сохранить этот уровень перед лицом ряда бедствий и жизненных невзгод – так называемых социальных рисков. При этом данный уровень защищается, в том числе путем установления некоторых нормативов получения бесплатных благ.

Свободное развитие означает наличие свободного доступа к дополнительным благам, превосходящим минимальный уровень бесплатных для гражданина благ. Это свободный доступ к дополнительному образованию, дополнительным медицинским услугам, культуре, досугу для развития и самоусовершенствования и тому подобному. Для обеспечения свободного развития личности государством принимаются меры, основанные преимущественно на поощрении частной инициативы. При этом поощряется не только частная инициатива со стороны того, кто нуждается во благах, но и частная инициатива с противоположной стороны, то есть лиц, предоставляющих необходимые блага.

Как было изложено ранее, государственные гарантии медицинской помощи для достойной жизни имеют эфемерный характер. Неоднозначно воспримется и инициатива МУ реализовать права граждан на свободное развитие: оказание платных медицинских услуг (ПМУ) на базе государственных медицинских учреждений является объектом острой полемики среди теоретиков и практиков экономики здравоохранения и не может быть разрешено в рамках существующей концепции развития системы охраны здоровья. Однако, по нашему мнению, применение индикативной основы управления позволит внедрить в деятельность МУ взвешенный управленческий механизм по организации и оказанию ПМУ населению. Подобная практика позволит достичь: 1) удовлетворения скрытого спроса на медицинские услуги, не вошедшие в территориальную программу государственных гарантий оказания гражданам бесплатной медицинской помощи (ТПГГ); 2) разграничения между частными медицинскими организациями и государственными учреждениями здравоохранения видов и объемов медицинской помощи, предоставляемых населению соответственно на платной и бесплатной основе; 3) упреждения стихийного развития рынка платных медицинских услуг; 4) выведения «теневых трансфертов», возникающих между пациентом и медицинскими работниками, на уровень цивилизованных договорных отношений; 5) усиления контроля со стороны администрации МУ за процессом оказания ПМУ; 6) планирования, прогнозирования и выработки стратегических направлений развития внебюджетной деятельности; 7) усиления профессиональной конкуренции между медицинскими работниками; 8) создания дополнительного источника повышения дохода медицинских работников; 9) прекращения «утечки» высококвалифицированных специалистов в другие частные медицинские организации; 10) повышения ответственности медицинских работников за выполняемую работу, что связано с обратным контролем со стороны пациентов, выступающих в качестве полноправных потребителей медицинских услуг; 11) сохранения лучших медицинских традиций государственной медицины в предпринимательской деятельности; 12) создания преемственности между бесплатной и возмездной медицинской помощью в рамках одного медицинского учреждения.

7) *Генерирование экстернальной эффективности.* Эффективность работы учреждения здравоохранения может быть определена с позиции любого экономического контрагента МУ. По нашему мнению, только интегральная оценка, включающая представления о деятельности медицинского учреждения основных участников его контактного окружения, может претендовать на приближение к объективности. При этом необходимо учитывать, что оценка эффективности должна производиться по предварительно определенным параметрам и нести информацию для последующего управления социосистемой на всех уровнях, что требуется для комплексного социально-индикативного управления.

8) *Сложность определения качества (измерения результатов) работы.* В научной литературе приведены многочисленные определения качества медицинской помощи, рассматриваются основные методические подходы к его обеспечению, даются характеристики системы стандартов и предлагаются методы, организационные технологии оценки

качества медицинской помощи. Однако в практической работе большое научно-информационное поле, главным образом, вносит затруднение в выбор единого инструмента. При этом для целей социально-экономического управления результаты качества работы медицинского учреждения могут быть однозначно формализованы через соответствующие показатели, основанные на механистическом восприятии лечебного процесса. Например, в качестве оценочной базы могут использоваться медико-экономические стандарты, субъективная удовлетворенность пациентов, профессиональная работа персонала МУ и прочее.

Сформированный перечень особенностей учреждения здравоохранения для целей индикативного управления будет положен в основу системы индикаторов комплексной оценки деятельности МУ.

Система индикаторов – расчетный инструмент менеджмента, позволяющий получить информацию о некоторых качественных и количественных состояниях объекта управления, достаточную для принятия предсказуемых в рамках определенной социально-экономической системы управленческих решений.

На рисунке 3 в общем виде представлена система индикаторов, соответствующая задачам индикативного управления.

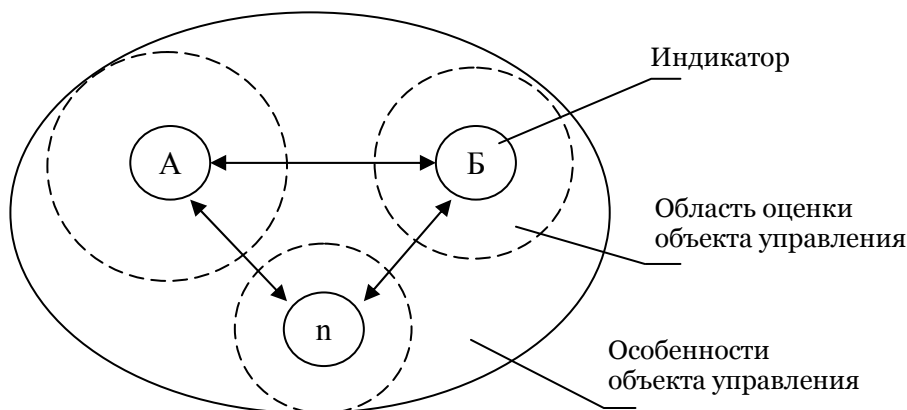


Рис. 3. Структура системы индикаторов оценки социально-экономической системы

Таким образом, система индикаторов представляет собой набор расчетных инструментов, позволяющих получить системную информацию о качественных и количественных состояниях объекта управления – различных подсистемах медицинского учреждения. Однако при их разработке необходимо учитывать специфику отрасли, связанную с действием перечисленных выше факторов, а также сложившуюся высокую инертность процессов организационных изменений в медицинских учреждениях и связанные с ними отсроченные во времени социальные риски.

### Литература

1. Баков, Н.Х. Нормативный метод индикативного планирования в сельскохозяйственном производстве (на материалах Кабардино-Балкарской Республики): автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Нальчик. – 2002. – 23 с.
2. Вялков, А. И. Государственная политика в области информатизации здравоохранения в РФ // Главврач. – 2008. – № 4. – С. 19–33.
3. Гасников, В.К. Многолетний опыт совершенствования методологического и информационно-аналитического обеспечения управления региональным здравоохранением / В.К. Гасников, В.Н. Савельев, Н.С. Стрелков // Организация здравоохранения и общественное здоровье. – 2008. – № 4. – С. 11-14.
4. Лигчиу, А.И. Об индикативном планировании в управлении финансами организаций // Экономический анализ: теория и практика. – 2007. – № 17. – С. 26-30.

5. Махинова, Н.В. Совершенствование организационных технологий планирования в здравоохранении: автореф... дисс. кан. экон. наук. – Екатеринбург. – 2010. – 24с.
6. Петрова, Н.Г. Современные проблемы менеджмента в здравоохранении // Менеджмент в России и за рубежом. – 2009. – № 4. – С. 57-60.
7. Шаккум, М. Механизм реализации индикативных планов // Экономист. – 2000. – № 7. – С. 19–27.
8. Шульман, Е.И. Настоящее и будущее клинических информационных систем: функции, свойства и распространение // Главный врач. – 2010. – №8. – С. 16-23.
9. Шульман, Е.И. ИТ-сообщество должно осознать, что работа врача – не «business process», а «brain process» // Врач и информационные технологии. – 2007. – № 6. – С. 4-11.
10. Яковлев, А.А. Формирование организационно-экономического механизма управления знаниями в организациях здравоохранения: автореф... дисс. кан. экон. наук. – Санкт-Петербург. – 2009. – 29 с.

## **MEDICAL FACILITY CHARACTERISTICS AS AN OBJECT OF SOCIALLY INDICATIVE MANAGEMENT**

**B.A. TKHORIKOV**

*Belgorod National  
Research University*

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

This paper is the first in a series of articles about socially indicative management in health care. This paper considers the peculiarities of the medical facility as an object of socially indicative management. Description for the application areas of indicative methods that have the greatest impact to the effectiveness of the indicative management is given. Formulated specifications are decomposed for the comfortable future use in medical facility analysis. Existing problems in medical management are analyzed and advantages of the indicative approach are explained.

Key words: socially indicative management, medical facilities, public health services.



## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ОБУВИ

**Л.Г. ГРЕЦКАЯ**  
**Н.В. ЩЕРБАКОВА**

*Южно-Российский  
государственный  
университет экономики  
и сервиса,  
г. Шахты Ростовской обл.*

*e-mail: bothman@yandex.ru*  
*e-mail: navasherbakova@mail.ru*

Разработана методика многокритериальной оценки эффективности технологической системы производства обуви на основе применения методологии целевого программирования. Рассмотренный подход позволяет с учётом производственной программы сравнить между собой перспективные варианты сочетания технологий и оборудования, выбрать наиболее эффективный, сформировать гибкий технологический процесс для обеспечения работы многоассортиментных потоков. Достоверность проведённых расчётов по оценке эффективности технологических процессов методами целевого программирования при различных технологических и организационных решениях подтверждена расчётами показателей экономической эффективности.

Ключевые слова: оценка эффективности, целевое программирование, технологический процесс.

Основным показателем успешной работы предприятия является выпуск конкурентоспособной и пользующейся спросом у покупателей продукции. При проектировании технологического процесса сборки обуви необходимо выбирать эффективный вариант с минимумом затрат [3, 4]. Для разработки методики оценки эффективности технологического процесса сборки обуви определены две группы критериев – минимизации и максимизации.

К первой группе критериев, подлежащих минимизации, относятся:

- трудоёмкость, мин.;
- потери по заработной плате на единицу мощности, руб.;
- удельные приведенные затраты на единицу мощности, руб.;
- объём незавершенного производства, пар;
- технологическая себестоимость, руб.

Ко второй группе критериев, подлежащих максимизации, относятся:

- производительность труда одного рабочего, пар/смену;
- процент загрузки рабочих, %;
- выпуск обуви в смену (мощность), пар.

Критерии оценки эффективности технологического процесса сборки обуви в условиях реального обувного предприятия могут принимать разные значения. В каждом конкретном случае их величина определяется экспертными методами. Выбор эффективного технологического процесса осуществляется при условии одинаковой значимости критериев, и при условии что один ряд критериев важнее другого, например: критерий «технологическая себестоимость» важнее критерия «трудоёмкость» с коэффициентом 0.5 ( $\theta_{51}=0,5$ ) и критерий «объём незавершенного производства» важнее критерия «удельные приведенные затраты» с коэффициентом 0.3 ( $\theta_{43}=0,3$ ) [2].

Для разработки методики оценки эффективности выбраны три варианта технологических процессов сборки обуви, применяющихся на обувных предприятиях:

Вариант 1: Мужская закрытая обувь из гладких кож хромового метода дубления, задник и подносок из термопластических материалов, затяжка двухпроцессная, подошва формованная, организация производства с применением конвейера.

Вариант 2: Мужская закрытая обувь из гладких кож хромового метода дубления, задник и подносок из термопластических материалов, затяжка трёхпроцессная, подошва формованная, организация производства с применением конвейера.

Вариант 3: Мужская закрытая обувь из гладких кож хромового метода дубления, задник и подносок из термопластических материалов, затяжка двухпроцессная, подошва формованная, организация производства РИНГ-системе.

На ЭВМ выполнены расчёты оптимальной мощности и составлена таблица технико-экономических показателей для выбранных вариантов технологических процессов сборки обуви с учётом производственной программы для возможных комплектов оборудования (табл. 1).

Таблица 1

**Технико-экономические показатели технологических процессов сборки обуви с учётом производственной программы**

Вариант технологического процесса	Выпуск в смену, пар	Трудоемкость, мин.	Расчетное количество рабочих, чел.	Производительность труда 1 рабочего, пар/смену	Коэффициент загрузки рабочих, %	Потери по заработной плате на единицу мощности, руб.	Удельные приведенные затраты на 100 пар, руб.	Незавершенное производство, пар	Технологическая себестоимость на пару обуви, руб.	Количество операций в технологическом процессе
Вариант 1	560	19,35	22,58	25,28	71,47	5,74	4610,96	70	28,18	31
	606		24,43		70,51	6,02	4835,99	84		
	636		25,64		68	6,77	4911,94	112		
	651		26,23		66,04	7,4	4974,93	127		
	763		30,76		73,62	5,15	4411,85	105		
	812		32,73		74,71	4,87	4290,87	123		
Вариант 2	560	20,95	24,44	22,91	71,89	6,21	5037,5	89	30,97	33
	606		26,45		69,6	6,93	5339,14	109		
	651		28,41		67,7	7,57	5391,36	112		
Вариант 3	548	13,9	15,84	37,59	76,73	2,93	3531,46	14	21,49	19

За идеальный вектор принимается начало координат  $o = (0,0)$ . В качестве метрики используется евклидово расстояние  $\rho$  с вектором  $a = (1,1)$ , имеющим одинаковые компоненты, т.к. относительная важность критериев была учтена ранее.

По данным таблицы 1 получены три варианта технологического процесса (выделены цветом) с набором технико-экономических показателей (n-мерных векторов), для которых требуется провести оценку эффективности:

$$U_1 = (19,35; 5,74; 46,11; 70; 28,18)$$

$$U_2 = (20,95; 6,21; 50,37; 89; 30,97)$$

$$U_3 = (13,9; 2,93; 35,31; 14; 21,49)$$

и

$$Y^1 = (25,28; 71,47; 560)$$

$$Y^2 = (22,91; 71,89; 560)$$

$$Y^3 = (37,59; 76,73; 548)$$

Критерии «трудоемкость», «удельные приведенные затраты на единицу мощности, руб.» подлежат минимизации. В соответствии с указанными выше условиями пересчитываем возможные векторы. В результате получим:

Исходные значения критериев по первой группе:

1	2	3	4	5
19,35	5,74	46,11	70	28,18
20,95	6,21	50,37	89	30,97
13,9	2,93	35,31	14	21,49

Исходные значения критериев по второй группе:

1	2	3
25,28	71,47	560
22,91	71,89	560
37,59	76,73	548

Модифицированные значения критериев по первой группе:

1	2	3	4	5
23,765	5,74	34,833	70	28,18
25,96	6,21	41,811	89	30,97
17,695	2,93	14,793	14	21,49

В результате получаем следующие значения эффективности:

а) по исходным критериям

$$P_1 = 71,81079$$

$$P_2 = 90,10926$$

$$P_3 = 36,00756$$

и

$$P'_1 = 44,57601$$

$$P'_2 = 44,57613$$

$$P'_3 = 44,00828$$

б) по модифицированным критериям

$$P_1 = 70,62705$$

$$P_2 = 89,5294$$

$$P_3 = 23,75512$$

Согласно методу целевого программирования, вектор №3 является лучшим, т.е. технологический процесс сборки обуви с приведенными выше исходными параметрами является предпочтительнее, хотя и в первом и во втором случае на выходе процесса будет одинаковый результат.

Технологические процессы сборки обуви (вариант №1, №2) с учётом сменной программы (таблица 1) оценивались по критериям: «расчётное количество рабочих, чел.», «потери по заработной плате на единицу мощности, руб.», «удельные приведенные затраты на единицу мощности, руб.», «объём незавершенного производства, пар», «коэффициент загрузки рабочих, %» ( $\theta_{51}=0,5$ ,  $\theta_{34}=0,5$ ).

Для технологического процесса с использованием двухпроцессной затяжки используем следующие данные.

Исходные значения критериев:

	Выпуск в смену, пар	1	2	3	4	5
1	560	22,58	5,74	46,11	70	71,47
2	606	24,43	6,02	48,35	84	70,51
3	636	25,64	6,77	49,12	112	68
4	651	26,23	7,4	49,75	127	66,04
5	763	30,76	5,15	44,12	105	73,62
6	812	32,73	4,87	42,91	123	74,71



Модифицированные значения критериев:

	Выпуск в смену, пар	1	2	3	4	5
1	560	47,025	5,74	46,11	58,055	71,47
2	606	47,47	6,02	48,35	66,175	70,51
3	636	46,82	6,77	49,12	80,56	68
4	651	46,135	7,4	49,75	88,375	66,04
5	763	52,19	5,15	44,12	74,56	73,62
6	812	53,72	4,87	42,91	82,955	74,71

По результатам оценки эффективности технологического процесса сборки обуви получены следующие комплексные значения:

А) по исходным критериям		Б) по модифицированным критериям	
P1=	82,23031	P1=	78,40344
P2=	90,87589	P2=	81,1405
P3=	114,142	P3=	88,26741
P4=	128,1872	P4=	93,53851
P5=	108,6204	P5=	87,12891
P6=	125,1194	P6=	92,7091

из, которых, следует, что технологический процесс при сменной программе 560 пар выпуск обуви будет эффективным, несмотря на то, что по данным таблицы 1 единичные показатели этого варианта «коэффициент механизации», «потери по заработной плате» и «удельные приведенные затраты на 100 пар, руб.» не самые предпочтительные.

Для технологического процесса с использованием трёхпроцессной затяжки используем следующие данные.

Исходные значения критериев:

		1	2	3	4	5
1	560	24,44	6,21	50,37	89	71,89
2	606	26,45	6,93	53,39	109	69,6
3	651	28,41	7,57	53,91	112	67,7

Модифицированные значения критериев:

		1	2	3	4	5
1	560	48,165	5,74	46,11	69,685	71,47
2	606	48,025	6,02	48,35	81,195	70,51
3	651	48,055	7,4	49,75	82,955	66,04

А) по исходным критериям		Б) по модифицированным критериям	
P1=	95,24282	P1=	83,1536
P2=	111,7995	P2=	89,6516
P3=	114,3124	P3=	89,50895



Рассмотренный подход позволяет на основе производственной программы сформировать перспективные варианты технологии и оборудования, выбрать наиболее эффективный и на этой основе создать технологические системы для данного конкретного многоассортиментного потока, выявить возможности совершенствования потока сборки обуви, исключить «узкие» места, минимизировать простои оборудования, что является одним из условий проектирования эффективных технологических процессов [1].

Достоверность проведенных расчётов по оценке эффективности технологических процессов методами целевого программирования при различных технологических и организационных решениях подтверждена расчётами показателей экономической эффективности: себестоимости, прибыли и рентабельности и др.

Наиболее обобщающим показателем, характеризующим использование основных фондов, является фондоотдача.

В связи с совершенствованием технологического процесса и форм организации производства: отсутствием капитальных затрат на некоторые виды оборудования, конвейер, и уменьшение их на здание произошло увеличение фондоотдачи на 21%.

Реорганизация технологического процесса и отсутствие конвейера уменьшило установленную мощность с 108,46 кВт до 57,6 кВт, что привело к сокращению потребления электроэнергии на технологические нужды. Уменьшение производственной площади обеспечило снижение годовых затрат на освещение с 39152,16 руб. до 29918,16 руб. В два раза сократился объём колодочного хозяйства и объём незавершённого производства.

Результаты расчёта себестоимости калькуляционной единицы (100 пар) по вариантам технологического процесса, выполненные на ЭВМ, приведены в табл. 2.

Таблица 2

#### Расчёт себестоимости по вариантам технологического процесса

Наименование показателя	Единица измерения	Величина показателя		
		вариант 1 (с применением конвейера)	вариант 2 (с применением конвейера)	вариант 3 (РИНГ-система)
1. Выпуск	Пар	560	560	548
2. Численность работающих, в т.ч. рабочих	Чел.	36	39	25
		30	33	19
3. Выработка 1 работающего	Пар	15,52	14,29	22,21
1 рабочего		18,61	16,87	29,34
4. Среднемесячная зарплата 1 работающего	Руб.	9484,60	8808,78	13213,22
1 рабочего		8641,17	7922,28	13052,31
5. Себестоимость одной пары	Руб.	517,49	519,91	515,22
6. Прибыль	Руб.	75,73	73,31	78,01
7. Рентабельность	%	14,64	14,10	15,14
8. Затраты на 1 рубль товарной продукции	Коп.	73,93	74,27	73,60
9. Фондоотдача	%	8,08	7,63	9,26

Снижение себестоимости происходит по следующим статьям:

- основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с страховыми взносами в государственные внебюджетные фонды;
- топливо и электроэнергия на технологические нужды;
- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования;
- общепроизводственные расходы.

Выполнен расчёт снижения себестоимости для каждого варианта технологического процесса сборки обуви, результаты сведены в табл. 3.

Таблица 3

**Результаты расчётов по снижению полной себестоимости обуви**

Вариант технологического процесса	Величина снижения полной себестоимости обуви, руб.
Вариант 1 (с применением конвейера)	2,42
Вариант 2 (с применением конвейера)	Базовый показатель
Вариант 1 (Ринг-система)	4,69

Проведенные экономические расчёты подтверждают целесообразность и правомочность применения многокритериального метода оценки эффективности технологических процессов. Предложенная методика, в сравнении с типовым расчётом полной себестоимости производства обуви, менее трудоёмкая, и позволяет на основных стадиях разработки нового ассортимента (техническое задание, проектно-конструкторская документация, опытный образец) сократить сроки экспертных работ при сохранении требуемой глубины и обоснованности инженерных решений.

**Литература**

1. Грецкая, Л.Г. Рекомендации обувным предприятиям Южного федерального округа по их выходу из экономического кризиса: кол. монография / Л.Г. Грецкая, И.М. Мальцев [и др.]; под общ. ред. проф. В.Т. Прохорова. ГОУ ВПО «Южно-Рос. гос. ун-т экономики и сервиса». Шахты: издательство ГОУ ВПО «ЮРГУЭС», 2010. 658 с. – с. 94-265.
2. Моделирование и оценка эффективности инновационных технологических процессов изготовления обуви / Колпакова Л.Г., Мальцев И.М., Прохоров В.Т. // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. Новочеркасск, 2009. №2. с.82-88.
3. Щербакова, Н.В. Управление качеством конкурентоспособных и востребованных материалов и изделий: кол. монография/ Н.В., Щербакова, Л.Н. Резванова [и др.]; под общ. ред. проф. В.Т. Прохорова. ГОУ ВПО «Южно-Рос. гос. ун-т экономики и сервиса». Шахты: издательство ГОУ ВПО «ЮРГУЭС», 2009. 443 с. – с. 24-116.
4. Щербакова, Н.В. Технологическое обеспечение качества производства обуви // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности: Материалы междунаучной конференции, Витебск, ноябрь 2009г. в 2 ч. Ч.2. УО «ВГТУ. Белорусь, Витебск: УО «ВГТУ», 2009. 244 с. – с.31-34.

**THE ASSESSMENT OF THE TECHNOLOGICAL SYSTEM EFFICIENCY  
IN THE FOOTWEAR PRODUCTION**

**L.G. GRETSKAYA  
N.V. SCHERBAKOVA**

*South Russia State University  
of Economics and Service,  
Shakhty*

*e-mail: bothman@yandex.ru  
e-mail: navasherbakova@mail.ru*

In the article is developed methods of multi-criteria assessment of the technological system efficiency in the footwear production with the methodology the target programming application. This approach allows taking into consideration the production program to compare between a promising combinations of technologies and equipment, to choose the most effective, form a flexible technological process to ensure the operation of многоассортиментных flows. The accuracy of calculation and assessment of the effectiveness of technological processes of the methods of target programming in different technological and organizational solutions is confirmed by calculations of economic efficiency indicators.

Key words: effectiveness evaluation, the purpose programming, technological process.

# ИНВЕСТИЦИИ И ИННОВАЦИИ

---

УДК 658:657.421.3:001.89

## МЕТОДИКА АНАЛИЗА НАКОПЛЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

**Ю.И. СЕЛИВЕРСТОВ**

*Белгородский  
государственный  
технологический  
университет  
им. В.Г. Шухова*

В статье предлагается методика, позволяющая дать комплексную оценку функционирования системы управления интеллектуальной собственностью (ИС) предприятия. Методика базируется на совокупности методов экономического анализа. Она предусматривает возможность реализации трех аналитических подходов: экспертной диагностики системы управления ИС; оценки с использованием системы показателей накопления и использования ИС; оценки уровня достижения целей управления ИС.

Ключевые слова: интеллектуальная собственность (ИС), нематериальные активы, накопление ИС, использование ИС, управление, система, цель, показатель, анализ, оценка.

---

Несмотря на общеизвестные проблемы развития национальной инновационной системы России (низкий уровень инновационной активности бизнеса, преобладание государственного финансирования НИОКР в сочетании с коррупционностью системы распределения средств и низкой эффективностью этих инвестиций, отсутствие стимулов к спецификации и защите прав на интеллектуальную собственность, низкий уровень коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности), в последние несколько лет наблюдается усиление интереса к ИС. Как правило, она рассматривается в контексте усиления значимости интеллектуального капитала в конкурентной борьбе, как потенциальный источник роста масштабов бизнеса, его финансовых результатов и рыночной капитализации. Причем очевидно, что ИС становится предметом интереса не только представителей научных кругов, но и практиков, в том числе собственников и топ-менеджеров промышленных предприятий.

Управлением ИС начинают заниматься как крупные корпорации, способные инвестировать собственные средства в разработку и освоение новшеств, так и малые инновационные предприятия (МИПы), созданные для реализации конкретных проектов по коммерциализации полученных результатов интеллектуальной деятельности, например, МИПы при университетах. Нужно подчеркнуть, что значение новых технологий, технических решений, компонентов и материалов становится все более высоким не только в отраслях, выпускающих наукоемкую высокотехнологичную продукцию, но и в традиционных отраслях. Для любого производства актуальна задача повышения эффективности использования ресурсов и снижения вредного воздействия на окружающую среду. Например, в добывающей промышленности остро стоит проблема поддержания уровня добычи на истощаемых месторождениях.

Интересно, что ИС имеет значение при реализации двух противоположных типов инновационной стратегии. Наступательная стратегия предполагает стремление к технологическому лидерству, получению монопольной ренты и формированию клиентской базы за счет обладания исключительными правами на ИС. Один из приемов оборонительной стратегии – блокировать действия наиболее активных конкурентов путем упреждающего патентования технических решений, связанных с совершенствованием продукции или технологии. Объекты и права ИС вносят положительный вклад в стоимость бизнеса, даже если не используются компанией в собственном производстве. Согласимся с точкой зрения С.В. Валдайцева, что защищенные правами ИС оригинальные технические решения можно рассматривать как реальные опционы по продолжению или осуществлению своих ранее начатых (либо возможных для реализации) инновационных проектов [1, с. 40].

В свете значимости ИС возникает потребность в методических разработках в области анализа накопления и использования ИС предприятий реального сектора экономики. Нами предлагается следующая методика.

**Этап 1. Определение цели, ключевых пользователей результатов оценки и подхода к анализу.** Наиболее типичны две ситуации.

1) Оценка производится с целью информирования внешних по отношению к компании субъектов, например, потенциальных партнеров по участию в финансировании инновационных проектов, органов государственного управления, управляющих компаний (центрального аппарата) интегрированных корпоративных структур.

2) Оценка эффективности производится для внутренних целей бизнеса в рамках функции контроля и анализа хода процесса управления ИС. Тогда ключевыми пользователями результатов оценки будут руководители подразделений, участвующих в процессе управления ИС, владелец данного процесса, генеральный директор (управляющий) компании, а также собственники бизнеса.

Полагаем, что в каждой из этих ситуаций уместен свой методологический подход. В первом случае целесообразно применение комплексной системы критериев, которая изначально формируется аналитиком исходя из специфики предприятия и задач оценки. Использование широкого круга критериев в данном случае направлено на повышение прозрачности накопления и использования ИС предприятия для внешних заинтересованных. Данный подход описан как этап 3 предлагаемой методики. Во втором случае наиболее релевантным представляется анализ степени достижения целей, стоящих перед системой управления ИС и согласующихся со стратегическими целями бизнеса. Описание данного подхода представлено как этап 4.

Оба аналитических подхода реализуются в сочетании с диагностикой системы управления ИС.

**Этап 2. Диагностика системы управления ИС на предприятии.**

Одной из функциональных компонент системы менеджмента компании является система управления ИС, которая имеет различные варианты структурирования. В частности, с точки зрения фазы жизненного цикла объекта ИС в ней можно выделить подсистемы формирования и использования ИС. Следуя функциональной логике, можно говорить о наличии учетно-аналитической, правовой и транзакционной подсистем. Независимо от варианта структурирования должен осуществляться процесс управления ИС, то есть последовательность типовых действий (процедур, операций), направленная на достижение поставленных целей. Диагностика системы управления ИС призвана выявить качество организации данного процесса, его полноту и управляемость или, в терминологии процессного подхода, уровень его зрелости.

Представляется правильным тезис авторов публикации [2] о невозможности оценки системы управления ИС предприятия только по критерию «разности между доходами, которые приносит создание интеллектуального капитала и затратами на его создание и воспроизводство. ...Не всякий вид деятельности, связанный с управлением ИС в компании, может быть оценен только с экономической точки зрения». Предлагается проводить опрос участников процесса управления ИС относительно организации работ и взаимодействий, связанных с созданием, охраной и коммерциализацией ИС. Шаблон для проведения экспертного опроса представлен в табл. 1.



### Шаблон для проведения экспертной оценки системы управления ИС предприятия

№	Положения, требующие экспертной оценки	Балльная оценка
<b>1.</b>	<b><i>Уровень организации управления ИС</i></b>	
1.1	С заданной периодичностью устанавливаются цели и показатели системы управления ИС	
1.2	Цели системы управления ИС связаны со стратегией развития предприятия, устанавливаются исходя из стратегических целей	
1.3	Достижение целевых показателей контролируется, отклонения анализируются	
1.4	Определена ролевая концепция процесса управления ИС (определены владелец, руководитель, участники процесса)	
1.5	Разработана модель процесса управления ИС: определена последовательность процедур, их исполнители, инициирующие и завершающие события, информационные входы-выходы каждой процедуры, задействованные в выполнении процедур информационные системы, участки взаимодействия с другими бизнес-процессами предприятия	
1.6	Участники процесса хорошо понимают свою роль в достижении целей процесса и круг выполняемых функций	
1.7	Процесс управления ИС детально регламентирован (установлены этапы, сроки их выполнения, ответственные исполнители, прописана схема документооборота по процессу, определен порядок взаимодействия специалистов разных структурных подразделений в ходе реализации процесса, а также порядок взаимодействия специалистов предприятия с представителями регулирующих органов и подрядных организаций)	
1.8	Процесс управления ИС постоянно совершенствуется	
1.9	Корпоративная культура и система мотивации труда направлены на поддержание лояльности участников процесса управления ИС к предприятию-работодателю	
1.10	Осуществляется профессиональная подготовка и повышение квалификации участников процесса управления ИС	
<b>Итого средняя балльная оценка уровня организации управления ИС</b>		
<b>2.</b>	<b><i>Функциональная полнота процесса управления ИС</i></b>	
2.1	Имеется и используется доступ к патентным базам, базам товарных знаков	
2.2	Развита учетно-аналитическая подсистема управления ИС (учет объектов ИС и анализ их движения и использования)	
2.3	Осуществляется оценка коммерческого потенциала результатов интеллектуальной деятельности	
2.4	Осуществляется оценка рыночной стоимости ИС предприятия	
2.5	Развита правовая подсистема управления ИС (охрана исключительных прав, защита нарушенных прав, правовое обеспечение оборота ИС)	
2.6	В трудовые договоры, положения о структурных подразделениях внесены юридически корректные нормы, направленные на обеспечение режима коммерческой тайны в отношении ноу-хау, маркетинговых и управленческих инноваций	
2.7	Обеспечена техническая защита информационных потоков предприятия (разделение прав доступа к базе знаний предприятия, разделение информационных потоков, обеспечение защиты данных, передаваемых по каналам связи корпоративных сетей и Интернет)	
2.8	В течение трех последних лет подавались заявки на получение национальных и/или международных патентов/свидетельств на ИС	
2.9	Развита транзакционная подсистема управления ИС (мониторинг рынка ИС; мониторинг патентной активности конкурентов; договорная работа с потенциальными и существующими контрагентами по лицензионным договорам и договорам уступки исключительных прав)	
2.10	Осуществляется разработка и продвижение средств индивидуализации	
<b>Итого средняя балльная оценка полноты процесса управления ИС</b>		
<b>Итого средняя балльная оценка системы управления ИС</b>		

Предлагается использовать следующую шкалу балльных оценок. Оценка 0 баллов – «представленная к оценке характеристика не соответствует состоянию системы управления ИС предприятия», 1 балл – «для оцениваемой характеристики свойственно низкое качество и/или выполнение от случая к случаю», 2 балла – «среднее качество оцениваемой характеристики и/или недостаточная регулярность осуществления», 3 балла – «высокое качество оцениваемой характеристики и достаточная регулярность осуществления». Итоговая оценка рассчитывается как средняя арифметическая.

Подобная диагностика позволяет идентифицировать «узкие места» системы управления ИС и поэтому может рассматриваться как подготовительный этап проекта по переводу системы управления ИС с текущего на желаемый уровень.

### **Этап 3. Анализ системы показателей накопления и использования ИС предприятия.**

3.1. *Оценка накопления ИС.* Предлагается анализировать в динамике следующие показатели:

- число и балансовая стоимость охраняемых объектов ИС, в том числе охраняемых в режиме коммерческой тайны и охраняемых путем патентования (в том числе по видам объектов ИС);

- количество поданных заявок на получение патентов;
- количество полученных патентов (в том числе по видам объектов ИС);
- расходы на исследования и разработки в разрезе собственных и заказных НИОКР в абсолютном выражении и в процентах к выручке от продаж;

- расходы на охрану ИС в разрезе расходов на патентование, поддержание патентов в силе и на обеспечение режима коммерческой тайны в абсолютном выражении и в процентах к выручке от продаж;

- амортизационные отчисления по нематериальным активам;
- коэффициенты износа, ввода и выбытия нематериальных активов;
- рыночная стоимость объектов ИС (в случае ее оценки).

3.2. *Анализ использования ИС.* Предлагается к использованию следующий набор показателей:

- уровень коммерциализации ИС (доля используемых объектов ИС от общего числа охраняемых объектов), в том числе в собственном производстве и в лицензионной торговле;

- экономический эффект от использования объектов ИС в собственном производстве;
- экономический эффект от использования неисключительных прав на объекты ИС (приобретенных лицензий);

- прибыль от лицензионной торговли;
- суммарный экономический эффект от использования ИС в абсолютном выражении;

- суммарный экономический эффект от использования ИС в отношении к величине расходов на функционирование системы управления ИС предприятия (калькулирование данной категории расходов основывается на методологии планирования и учета затрат по центрам финансовой ответственности).

При практическом применении для каждого из перечисленных показателей должен быть конкретизирован порядок расчета и источники исходных данных.

### **Этап 4. Анализ достижения целей управления ИС.**

Деятельность системы управления ИС направлена на достижение конкретных целей в области ИС, которые должны быть согласованы со стратегическими целями компании или входить в число стратегических целей. Будем считать, что *процесс накопления и использования ИС компании эффективен, если поставленные цели достигнуты в запланированные сроки. Соответственно, степень эффективности управления ИС определяется уровнем достижения поставленных целей.* Сущность аналитического подхода данного этапа методики сводится к анализу соотношения фактических и плановых значений целевых показателей.

Для получения интегрального критерия эффективности накопления и использования ИС обосновано использование одного из методов комплексной оценки, описание которых дано, например в [3].

Наглядную интерпретацию значения интегрального показателя дает метод лепестковой диаграммы. Его сущность сводится к следующему.

1) Для обеспечения сопоставимости показателей, оцифровывающих цели в области управления ИС, их фактические значения ( $x_i^{факт}$ ) стандартизируются путем сопоставления с плановыми значениями ( $x_i^{план}$ ):

$$a_i = x_i^{факт} / x_i^{план}, \quad (1)$$

где  $a_i$  – уровень достижения  $i$ -й цели управления ИС,  $i = 1, \dots, n$ .

2) В одной системе координат строятся две диаграммы. Число осей соответствует количеству показателей  $n$ . Одна диаграмма отражает фактические уровни достижения целей  $a_i$ , вторая диаграмма соответствует ситуации, когда все цели достигнуты, то есть  $a_i = 1$  (рис. 1).

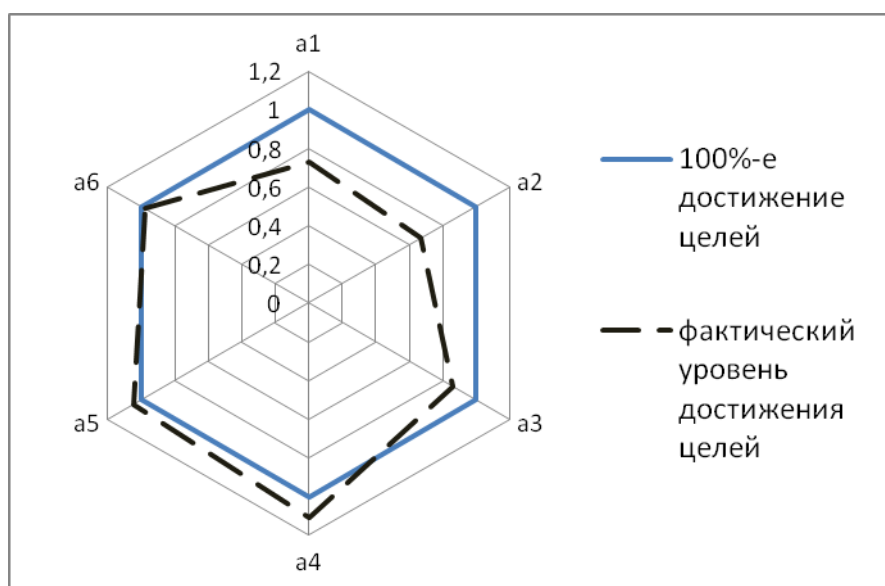


Рис. 1. Построение интегрального показателя эффективности управления ИС методом лепестковой диаграммы

Интегральный показатель рассчитывается как площадь многоугольника с вершинами, соответствующими фактическому достижению целей. Она может быть представлена как сумма площадей входящих в него треугольников:

$$S_{факт} = \frac{1}{2} \sin \frac{360^\circ}{n} \left[ \sum_{i=1}^{n-1} a_i \cdot a_{i+1} + a_1 \cdot a_n \right]. \quad (2)$$

Для сравнения определяется площадь «эталонного» многоугольника, соответствующего стопроцентному уровню достижения целей:

$$S_{эталон} = \frac{1}{2} \sin \frac{360^\circ}{n} \cdot n. \quad (3)$$

Таким образом, с использованием описанного аналитического подхода производится оценка достижения каждой из целей системы управления ИС, которая дополняется комплексной оценкой уровня достижения всей совокупности целей.

### Литература

1. Валдайцев, С.В. Оценка интеллектуальной собственности: Учебник // СПбГУ, экон. факультет; С.В. Валдайцев. – М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2010. – 471 с.



2. Воронина, Л.А. Методика экспресс-диагностики эффективности управления нематериальными активами предприятия / Л.А. Воронина, Л.В. Иосифова, Н.Р. Аракедян // Сфера услуг: инновации и качество, 2011. – № 1. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: // [http://journal.kfrgteu.ru/files/1/2011\\_1\\_5.pdf](http://journal.kfrgteu.ru/files/1/2011_1_5.pdf)

3. Бендерская, О.Б. Теория экономического анализа: учебник / О.Б. Бендерская, И.А. Слабинская. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. – 252 с.

## **METHODOLOGY OF ANALYZING THE ACCUMULATION AND UTILIZATION OF AN ENTERPRISE'S INTELLECTUAL PROPERTY**

**Y.I. SELIVERSTOV**

*Belgorod Shukhov  
State Technological  
University*

The article suggests a methodology, which allows giving an integrated assessment of an enterprise's intellectual property (IP) management system functioning. The methodology is based on the complex of methods of economic analysis. It provides for the possibility of implementing 3 various analytic approaches: the expert diagnostic of IP management system; assessment with using the IP accumulation and utilization indices system; assessment of IP management objectives achievement level.

Key words: intellectual property (IP), intangible assets, accumulation of IP, utilization of IP, management, system, objective, index, analysis, assessment.

**УДК 332.1-001.895(470.325)****МОДЕЛЬ «ТРОЙНОЙ СПИРАЛИ» КАК МЕХАНИЗМ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА****И.Ю. Пахомова***Белгородский государственный  
национальный  
исследовательский университет**e-mail:**pakhomov@obrnadzor.gov.by*

В статье рассмотрена гипотеза о «тройной спирали» развития, в основе которой лежит генерация знаний университетами за счет сотрудничества с властью и ее поддержки, и последующий трансфер технологий за счет сотрудничества университетов с бизнесом. Контур этой спирали приводит к выведению на рынок результатов интеллектуальной деятельности, а партнерства между властью, бизнесом и университетом являются ключевыми элементами инновационной системы любой страны. Особую роль в этих процессах имеют во всем мире исследовательские университеты, поэтому для России создание условий для государственно-частного партнерства, то есть привлечения бизнеса к сотрудничеству с исследовательскими университетами в области создания и внедрения новых отечественных разработок и технологий, является фактором перехода к наукоемким технологиям во всех отраслях экономики.

Ключевые слова: «тройная спираль», региональное развитие, государственно-частное партнерство, трансфер технологий, наукоемкое производство, исследовательский университет, экосистема инноваций.

Теория «тройной спирали» (TripleHelix) создана в Англии и Голландии в начале XXI века профессором университета Ньюкастла Генри Ицковицем и профессором амстердамского университета Лойетом Лейдесдорфом. Тройная спираль символизирует союз между властью, бизнесом и университетом, которые являются ключевыми элементами инновационной системы любой страны. Модель «тройной спирали» показывает включение во взаимодействие определенных институтов на каждом этапе создания инновационного продукта. На начальном этапе генерации знаний взаимодействуют власть и университет, затем в ходе трансфера технологий университет сотрудничает с бизнесом, а на рынок результат выводится совместно властью и бизнесом [2].

Возникновение «тройной спирали» может быть связано со следующими изменениями в науке, экономике и политике. Во-первых, произошла смена «ведущего звена» во взаимоотношениях участников процесса создания инноваций. Уровень неопределенности в инновационной сфере всегда был достаточно высоким, включая все элементы «производственного цикла» знаний: затраты, результаты, связи с внешней средой. Взаимодействие участников инновационного процесса осуществляется методом проб и ошибок, контроль все в большей мере становится «рефлексивным», то есть включает замкнутые контуры отрицательной обратной связи между производителями, потребителями и посредниками.

Во-вторых, вследствие нарастающего динамизма систем появилась необходимость организации эффективных форм взаимодействия трех субъектов развития (государства, бизнеса, науки) и создания новой основы построения этих связей – сетей коммуникаций. Эффективность сетевой организации любой деятельности состоит в том, что ее результат нелинейно повышается при росте масштабов сети. Каждый узел сети, будь то производитель или потребитель продукции, получает дополнительный эффект от простого увеличения количества узлов. Наличие сети подразумевает необходимость преобразования в инновационном развитии функций государства, университетов (научных организаций) и фирм [1].

В-третьих, на изменение условий инновационной деятельности влияет глобализация, которая проявляется по-разному, в том числе через деятельность транснациональных корпораций, наднациональных союзов и альянсов. Функции организации и управления инновационной деятельностью, ранее выполнявшиеся государством на основе иерархических структур, меняются как по исполнителям, так и механизмам. Когда экономика приобретает черты экономики знаний, главными изменениями в ее свойствах становятся

включение науки в сферу производственных интересов и стимулов для фирм, а также повышение уровня ответственности за инновационное развитие для государства.

Роль исследовательских университетов в модели «тройной спирали» неоспорима. Большинство стран сегодня переходит к экономике знаний, когда ключевым фактором конкурентоспособности государства становятся новые знания и технологии. Именно университеты, ведущие исследования и разработки, становятся в такой ситуации важнейшим ресурсом для наукоемкого производства. Если бизнес уже приходит к пониманию того, что он должен придерживаться стратегии, основанной на инновациях, то власть в «тройной спирали» пока слабое звено. Одно из основных требований к власти – 3,5-5% ВВП на науку и инновации. Задача государства – совершенствование законодательной базы инновационной деятельности и создание условий для государственно-частного партнерства, то есть привлечения бизнеса к сотрудничеству с исследовательскими университетами в области создания и внедрения новых отечественных разработок и технологий, когда государство готово разделять с бизнесом риски и затраты на НИОКР и внедрение технологий.

По данным отчетов комиссии по оценке результативности НИУ на рисунке 1 представлены размеры их целевого финансирования. Это средства, которые вузы-победители получают сверх обычного сметного госфинансирования.

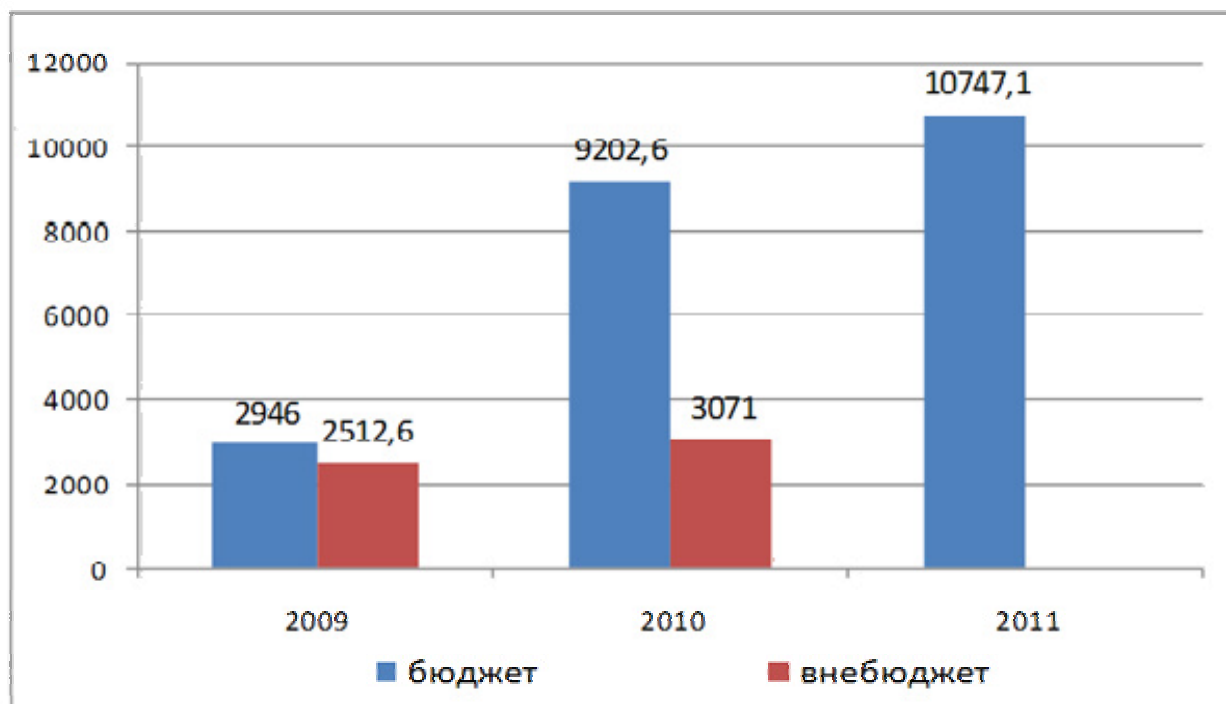


Рис. 1. Объемы финансирования НИУ в 2009-2011 г.г., млн. руб

Сюда также не включаются средства, выигранные по конкурсам ФЦП, и по Постановлениям Правительства РФ №№218–220 (их по российской традиции записывают во внебюджет). Подтвержденные объемы программных ассигнований на НИУ из всех источников на 2009-2011 годы составляют около 28,5 миллиарда рублей плюс внебюджет за 2011 год. Программные деньги университетам запрещено тратить на зарплаты, зато можно на стажировки. Для этого есть и специальный индикатор: «доля аспирантов и ПНР, имеющих опыт работы (прошедших стажировки) в ведущих мировых научных и университетских центрах».

Поскольку само понятие исследовательского университета подразумевает активное развитие науки, важным показателем является включенность профессорско-преподавательского состава в научную работу. Например, в Санкт-Петербургском государственном горном институте имени Г.В. Плеханова до 70% профессорско-преподавательского состава участвуют в научной работе, в НИУ ВШЭ – 45%, тогда как в



среднем по российским вузам – менее 20%. Однако задача состоит не только в увеличении числа преподавателей, привлеченных к научным исследованиям, но и в изменении объемов и качества этих исследований. Пока в среднем по группе из 14 университетов число статей, индексируемых в зарубежных и российских базах данных, в расчете на одного научно-педагогического работника составляет 0,7 (в среднем по всем 29 университетам – 0,58), т.е. на одного работника не приходится даже одной статьи в год.

Не менее важным аспектом деятельности исследовательских университетов, отличающий их от других вузов, является международное сотрудничество в образовании и науке, привлечение кадров (как преподавателей, так и студентов) из-за рубежа.

Региональная «тройная спираль» вырастает из пространства знаний, консенсуса и инноваций. Пространство знаний создает строительные блоки для регионального роста в виде «критической массы», концентрации научных и исследовательских ресурсов на отдельной теме, которая может породить технологические идеи. Эти ресурсы, достигнув определенного уровня, могут оказывать влияние на региональное развитие. Инновационное пространство означает создание в принципе новых организаций или адаптацию старых с целью заполнить пробелы в региональном развитии, которые часто можно определить только в фазе достижения согласия. Усилия по созданию новой гибридной организации похожи на общественное движение, которое объединяет ресурсы и людей и действует в рамках «тройной спирали».

Региональное пространство состоит из совокупности государственных организаций, промышленных предприятий и научных учреждений (исследовательских университетов), которые работают вместе, чтобы улучшить условия для инноваций, и образуют региональную «тройную спираль». Эти три ключевых элемента в региональном пространстве играют свои особые роли в процессе развития бизнеса в регионе. А если один элемент отсутствует или устраняется от участия, то его роль берут на себя другие. В индустриальном обществе университет готовит обученных работников и занимается научными исследованиями, как фундаментальными, так и прикладными, но очень редко участвует в трансфере технологий в производство. А в обществе, основанном на знаниях, формируется исследовательский университет, который начинает играть расширенную роль, ставя «капитализацию знаний» в качестве академической цели. Исходя из этого, назначение исследовательских университетов в модели региональной «тройной спирали» – развитие научно-технологического комплекса и обеспечение его необходимыми человеческими ресурсами за счет проведения исследований, трансфера технологий в экономику и формирования пояса инновационных компаний вокруг университета. Таким образом, появляется третья миссия университета – быть активным игроком в социально-экономическом развитии регионов.

Каждый исследовательский университет сформулировал собственную программу развития и установил количественные значения для индикаторов достижения целей. Состав индикаторов определен Минобрнауки РФ при участии ряда университетов и включает 22 показателя по следующим 5 группам:

- успешность образовательной деятельности;
- результативность научно-инновационной деятельности;
- развитие кадрового потенциала;
- международное признание;
- финансовая устойчивость.

Регионы сейчас переживают процесс коренного преобразования из географических, политических и культурных субъектов в субъекты с «тройной спиралью» из бизнеса, науки и государственной власти, которые выдвигают новые инновационные инициативы. Действительно, критерием успешного развития региона, выделившегося на основе наукоемких технологий, является его способность плавно перейти от одной технологической парадигмы к какой-либо другой. Экосистема, благоприятствующая инновациям и созданию предприятий, становится движущей силой, способной создавать новые технологии и бизнес-концепции, овладевать ими и реализовывать их в регионе [3].

Необходимо отметить, что основной тезис теории «тройной спирали» заключается в том, что в системе инновационного развития доминирующее положение начинают за-

нимать исследовательские университеты, ответственные за создание нового знания в регионах страны. Причиной столь важного преобразования послужила логика развития науки, рождающей все больше синтетических направлений, которые включают как фундаментальные, так и прикладные исследования междисциплинарного характера и разработки. В этих областях наблюдается образование кластеров, формирующих будущий потенциал регионального инновационного развития (био- и нанотехнологии, информационные технологии), а связи между учеными, технологами и пользователями становятся качественно другими, так же, как и функции, выполняемые отдельными участниками.

В этом же направлении развивается экономика, где производство добавленной стоимости все в большей степени концентрируется в звеньях глобальной «цепочки», которые являются носителями специальных знаний. Эволюционируют внешние по отношению к науке и инновациям условия, главными из которых являются переход к постиндустриальной экономике (экономике знаний), глобализация и появление новых форм организации экономической и научной деятельности. В одних странах институты, включенные в процесс производства нового знания, оформлены в виде исследовательских университетов, в других они представляют собой систему академических организаций.

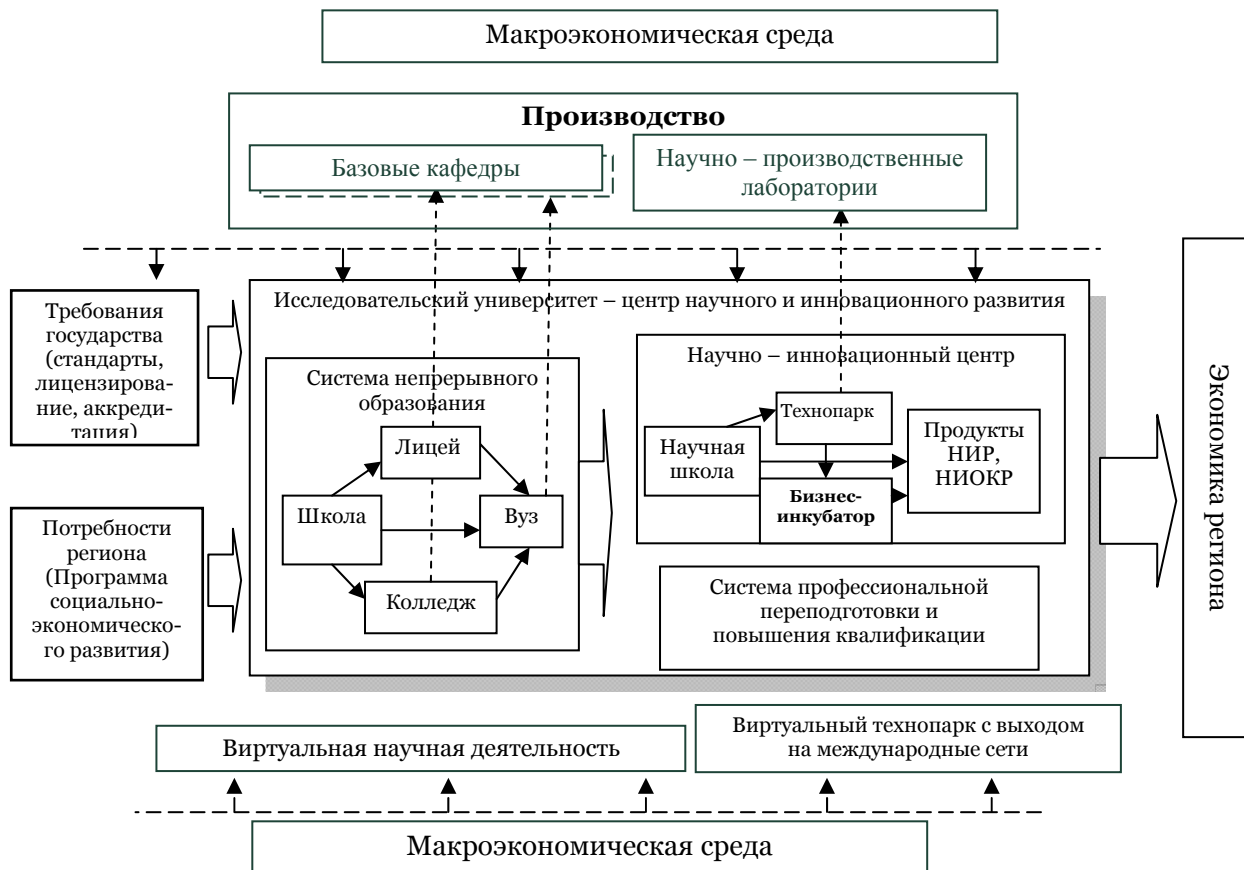


Рис. 2. Взаимосвязь исследовательского университета с региональной экономикой

В контексте социального и экономического развития новая миссия исследовательских университетов очень часто фокусируется на развитии какого-то специфического ресурса в регионе или на каком-то особом изобретении, которое является результатом исследовательской деятельности университета. Если более широко взглянуть на такую деятельность, то можно оценить, какую роль исследовательский университет совместно с бизнесом и государством играет для развития экономики региона. Это позволяет провести тщательный анализ сильных и слабых сторон социально-экономического развития региона и выработать стратегию совместной работы на данном поле.

Все три институциональные сферы – исследовательские университеты, бизнес и государство – имеют свои традиционные миссии, но начинают играть новую роль, выполняя функции других институциональных сфер. Исследовательские университеты занимаются образованием и научными исследованиями, но также вносят свой вклад в развитие экономики, что всегда считалось прерогативой бизнеса. Это происходит через создание новых компаний в университетских инкубаторах. Аналогично, бизнес совершенствует свои образовательные структуры и частично выполняет функции университетов, оказывая образовательные услуги. Традиционная роль государства – установление норм и правил игры, а также регулирование жизни нашего общества. Теперь же государство создает фонды для обеспечения финансированием нового бизнеса, начиная таким образом выполнять функции самого бизнеса. В отличие от административно-командной модели, в модели «тройной спирали» государство меньше контролирует другие институциональные сферы, чтобы позволить инициативам исходить от участников этих институциональных сфер [4, 5]. С другой стороны, государство начинает играть более активную роль в продвижении инноваций, нежели это происходит в рыночной модели. Таким образом, от разных отправных точек происходит движение к более сбалансированной модели (рис. 3).

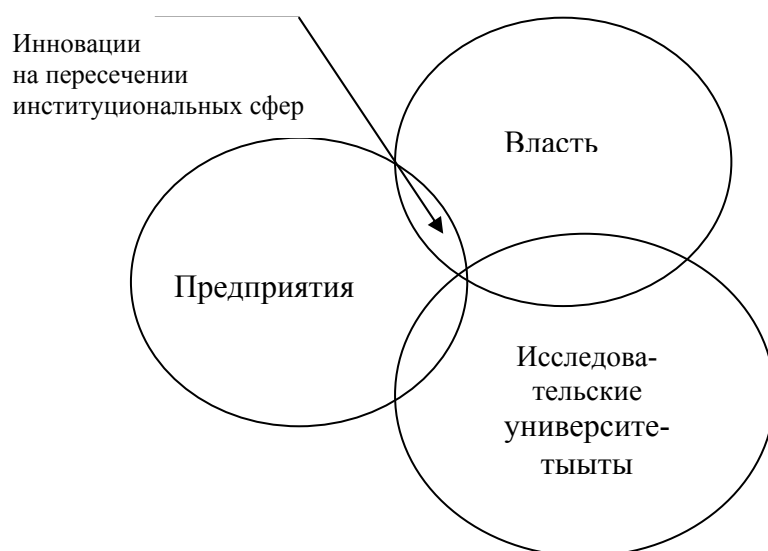


Рис. 3. Сбалансированная модель «тройной спирали»

Учитывая выше сказанные положения можно сказать, что модель инновационного развития региона по «тройной спирали» включает в себя три основных элемента:

- в обществе, основанном на научном знании, характерно усиление роли исследовательских университетов во взаимодействии с производством и правительством;
- три института (исследовательский университет, бизнес, власть) стремятся к сотрудничеству, при этом, инновационная составляющая происходит из данного взаимодействия, а не по инициативе государства;
- в дополнение к традиционным функциям, каждый из трех институтов «частично берет на себя роль другого». Институты, способные выполнять нетрадиционные функции считаются наиважнейшим источником инноваций.

Таким образом, модель «тройной спирали» предполагает, что именно университеты становятся центрами, генерирующими технологии и новые формы предпринимательства, оставляя за собой, естественно, и научные исследования, а также показывает включение во взаимодействие определенных институтов на каждом этапе создания инновационного продукта.

---

### Литература

1. Исследовательские университеты. Интеграция науки и образования: материалы российско-американской научной конференции «Исследовательские университеты». – Москва, 4-6 апр. 2004. – Тверской ИнноЦентр, 2005. – 234 с.
2. Тройная спираль. Университеты – предприятия – государство. Инновации в действии / Генри Ицковиц; пер. с англ. под ред. А.Ф. Уварова. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2010. – 238 с.
3. Управление инновационным развитием региона: монография / Под ред. А.П. Егоршина. – Н. Новгород: НИМБ, 2008. – 288 с.
4. O'Shea R., Allen T., Morse K. Creating the Entrepreneurial university: The Case of MIT / Presented at Academy of Management Conference. – Hawaii, 2005.
5. MIT and the Rise of Entrepreneurial Science: Henry Etzkowitz. – L.: Routledge Press, 2002.

## TRIPLE SPIRAL MODEL AS A MECHANISM FOR INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE REGION

**I.Y. PAKHOMOVA**

*Belgorod National  
Research University*

*e-mail:*

*pakhomov@obrnadzor.gov.RU*

The article deals with the hypothesis of a "triple spiral" of development which is based on the generation of the universities' knowledge due to cooperation with authority and its maintenance and further transferring of technologies due to cooperation with business. The outline of the spiral leads to the transferring of the results of intellectual activities to the market and the partnerships between authority, business and university are the key elements of the innovative system of every country. The particular role in these processes is given to research universities, that's why for Russia creating conditions for state –private partnership i. e. attraction of business to cooperation with research universities in the field of making and implementation of new domestic products and technologies is a factor of shifting to science-consuming technologies in all branches of industry.

Key words: "triple spiral", regional development, state-private partnership, transfer of technologies, science-consuming industry, research university, ecosystem of innovations.



УДК 001.895:332.146.2

## ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ

**Е.В. ПЕТРУКИНА***Орловский государственный университет**e-mail:  
petrukhinelena@yandex.ru*

В настоящее время цели инновационного развития и научно-технического прогресса стали доминировать и подчиняют себе государственную политику и экономику. Инновация сегодня представляется как условие экономического роста и развития общества. Уровень развития инновационных процессов формирует направления и темпы регионального развития в целях качественного преобразования и увеличения основных экономических показателей. В связи с этим изучение инновационного развития регионов приобретает большое значение и является весьма актуальным. В статье автор проанализировал основные факторы, влияющие на инновационное развитие регионов Российской Федерации.

Ключевые слова: управление, стратегическое планирование, инновация, фактор, региональное развитие, экономический рост.

Экономический рост любой страны определяется шестью основными факторами, четыре из которых связаны с физической способностью экономики к росту:

- 1) количеством и качеством природных ресурсов;
- 2) количеством и качеством трудовых ресурсов;
- 3) объемом основного капитала;
- 4) технологией.

Эти четыре фактора экономического роста можно объединить под названием факторов предложения. Именно они делают рост производства физически возможным. Только доступность большего количества лучших по качеству ресурсов, включая технологический потенциал, позволяет увеличить производство реального продукта. В данном аспекте, ввиду ограниченности ресурсов, развитие технологии и технологического потенциала начинает занимать приоритетное место среди всех факторов экономического роста.

Л. Абалкин в своем труде «Стратегический ответ России на вызовы нового века» [1], анализировал рыночное развитие России, обосновывал факторы обеспечения экономического развития и социальной стабильности и отмечал оригинальность российской модели рыночной экономики, где рассматривается возросшая роль человека, его квалификация и интеллект, адекватный современным требованиям профессионализма, а также инновационный подход к решению назревших экономических проблем.

Особенно актуально применение инноваций как стратегического фактора экономического роста для регионов России, обладающих достаточно высокими интеллектуальными и промышленными потенциалами. Их развитие связано не только с использованием передовых технологий, но и с возможностью их создания и освоения.

Исследование особенностей инновационной деятельности регионов требует, прежде всего, изучения таких основных понятий как инновации и их классификация, инновационный процесс и его составляющие, инновационная деятельность.

Понятие «инновация» ввел в научный оборот в 1911 году известный ученый Иозеф Шумпетер в работе «Теория экономического развития» [6]. Он написал об инновационных процессах как о новых комбинациях, которые формируются в результате реорганизации производства благодаря использованию новой техники, появлению нового сырья, внедрению новой продукции, возникновению новых рынков сбыта.

Согласно классическим определениям по Лундвалу и Нельсону, «инновации представляют собой комплексный процесс, объединяющий различных участников, таких, как фирмы, производители новых знаний, технологические центры, аналитические центры, которые соединены множеством взаимосвязей, создающими таким образом инновационную систему» [12, 13].



Американский исследователь Б. Твисс определил понятие «инновация» как «техническая, производственная и маркетинговая деятельность, направленная на коммерческое использование нового (или улучшенного) продукта или первое коммерческое использование нового (или усовершенствованного) производственного процесса или оборудования» [4].

Еще одно из современных определений инноваций приводится в экономическом энциклопедическом словаре. Здесь инновация определяется как «процесс создания, разработки новой техники, технологии, научных исследований (инноваций), а также процесс инвестирования, создания, разработки и ее практического внедрения» [2].

Фатхудинов Р.А. под новшеством понимает оформленный результат фундаментальных, прикладных исследований, разработок или экспериментальных работ в какой-либо сфере деятельности, повышающий ее эффективность. Новацией является какой-либо материальный объект, которого не было раньше. Инновацию и нововведение он определяет как конечный результат внедрения новшества с целью изменения объектов управления и получения экономического, социального, научно-технического или другого вида эффекта [5].

Кокурин Д.И. говорит об инновации как о результате деятельности по обновлению, преобразованию предыдущей деятельности, приводящей к замене одних элементов другими или дополнению уже имеющихся новыми. Отдельно автором используется категория «нововведение», под которым понимается переход вещи в новое состояние или новое качество [3].

Согласно проекту Федерального закона «Об инновационной деятельности и государственной инновационной политике» под инновацией понимается конечный результат творческого труда, получивший реализацию в виде новой или усовершенствованной продукции, либо нового или усовершенствованного технологического процесса, используемого в экономическом обороте.

Проведенный анализ показал, что понятию «инновация» присущи следующие свойства:

- комплексность;
- последовательность;
- новизна;
- эффективность.

Из проведенного анализа и перечисленных свойств следует, что наиболее полным и всеобъемлющим представляется, на наш взгляд, следующее определение: инновация – это комплексная деятельность с участием различных взаимосвязанных друг с другом субъектов, конечным результатом которой является практическое внедрение новшества, научных исследований, новой техники, технологии с целью получения экономического, социального, экологического, научно-технического или другого вида эффекта.

Инновации можно классифицировать по следующим признакам:

- 1) по уровню новизны – базисные, улучшающие, псевдоинновации;
- 2) по характеру – продуктовые, технологические, организационно-управленческие;
- 3) по результативности – высоко-, средне-, низкорезультативные;
- 4) по степени риска – высоко-, средне-, низкорисковые;
- 5) по масштабу внедрения – трансконтинентальные, транснациональные, региональные, местные, отраслевые, новые для предприятия;
- 6) по области внедрения – в сфере науки, образования, социальной сфере, в производстве;
- 7) по виду получаемого эффекта – научно-технические, социальные, экономические, комплексные.

С понятием инновации тесно связаны категории инновационной деятельности и инновационного процесса. Сущность инновационного процесса заключается в том, что его следует рассматривать как цепь событий, в ходе которых новшество вызревает от идеи до конкретного продукта, технологии или услуги и распространяется в хозяйственной практике, либо удовлетворяет потребности человека.



Основные этапы и характеристики инновационного процесса представлены следующим образом.

На первом этапе проводятся фундаментальные исследования (в академических институтах, высших учебных заведениях и отраслевых специализированных институтах, лабораториях). Финансирование осуществляется, в основном, из государственного бюджета на безвозвратной основе.

На втором этапе проводятся исследования прикладного характера. Они осуществляются во всех научных учреждениях и финансируются как за счет бюджета, так и за счет заказчиков. Поскольку результат прикладных исследований далеко не всегда предсказуем, сопряжен с большей долей неопределенности, на этом этапе и далее велика вероятность получения отрицательного результата. Именно с этого этапа возникает возможность риска потери вложенных средств, поэтому инвестиции в инновацию носят рискованный характер и называются рискоинвестициями, а коммерческие организации, занимающиеся рискоинвестициями, – рискофирмами (венчурными).

На третьем этапе осуществляются опытно-конструкторские и экспериментальные разработки. Они проводятся как в специализированных лабораториях, КБ, опытных производствах, так и в научно-производственных подразделениях крупных промышленных предприятий. Источники финансирования те же, что и на втором этапе, а также собственные средства организаций.

На четвертом этапе осуществляется процесс коммерциализации от запуска в производство и выхода на рынок и далее по основным этапам жизненного цикла продукта.

Основной проблемой, снижающей результативность инновационной деятельности, является отсутствие потребностей в инновациях, вызванное низким уровнем развития производственной деятельности. В «Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 года» заявлено, что к 2020 году удельный вес инновационной продукции в общем объеме промышленного производства достигнет 25-35%, а доля промышленных предприятий, осуществляющих технологические инновации, – 40-50%. Производительность труда в секторах, определяющих национальную конкурентоспособность, должна возрасти в 3-5 раз. Однако, сегодня в России очень низкий уровень востребованности инновационных идей со стороны промышленности. Количество заявок на изобретения на душу населения в 3-4 раза ниже, чем в США и Германии, и в 18 раз – чем в Японии. В последние годы лишь 5% зарегистрированных изобретений являются объектами коммерческих сделок. Это связано с тем, что ресурсный потенциал промышленных предприятий не удовлетворяет современным требованиям: к 2009 году коэффициент обновления основных фондов в России составил 4,1%, а коэффициент выбытия – 1,0% при среднем возрасте оборудования машиностроительных предприятий более 20 лет. Степень износа основных фондов достигла 48,8% – максимального значения за период с 1992 года, что свидетельствует о необходимости инвестирования как со стороны государства, так и со стороны частных инвесторов. Основные показатели уровня инновационного развития экономики России в период 2005-2009 годов приведены в таблице 1. Как видим, растут в основном лишь факторные показатели: расходы федерального бюджета на науку, внутренние затраты на исследования и разработки, удельный вес вузовского сектора науки во внутренних затратах на исследования. Результативность выросла по коэффициенту изобретательской активности и созданным передовым производственным технологиям на 2% и 8,9%, соответственно.

Таким образом, основными задачами развития промышленности должны стать: технико-технологическое обновление, решение задач формирования и наращивания компетенций отдельных предприятий, согласованности действий участников конкурентного рынка, обеспечения интересов владельцев инвестиционного капитала и реализации государственной политики в этой сфере. Спрос на инновационную продукцию нужно стимулировать с помощью существенного госзаказа или развития нишевых инноваций, высокий спрос на которые гарантирован в силу местных условий.

Развивая на своей территории инновационную деятельность и всемерно содействуя в масштабах имеющихся сил и средств ее осуществлению, регионы, даже обладающие относительно скромным по количественным параметрам и техническим возможностям

потенциалом, реально смогут решать две принципиально важные задачи. Во-первых, эта деятельность будет создавать региону возможности для решения имеющихся в нем проблем социально-экономического развития на современном передовом уровне с наименьшими затратами времени и средств. Во-вторых, она сама станет источником сохранения, а в дальнейшем и возникновения новых рабочих мест в сфере науки и техники, снижения социальной напряженности, даст возможность поддержки существовавших прежде научных традиций и школ через участие в этом процессе талантливой молодежи, т.е. послужит решению целого ряда острых социальных и экономических проблем, связанных с трудностями и особенностями современного периода.

Таблица 1

**Показатели инновационного развития экономики России в 2005-2009 гг. [11]**

Показатели	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Ср. темп роста, %
Внутренние затраты на исследования и разработки в % к ВВП (%)	1,07	1,07	1,12	1,04	1,24	103,7
Удельный вес внебюджетных средств во внутренних затратах на исследования и разработки (%)	38,1	38,9	37,4	35,3	33,5	96,8
Удельный вес вузовского сектора науки во внутренних затратах на исследования и разработки (%)	5,8	6,1	6,3	6,7	7,1	105,1
Удельный вес России в общем числе публикаций в ведущих научных журналах мира (по данным ISI) (%)	2,7	2,4	2,5	2,5	2,5	98,0
Удельный вес исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности исследователей (%)	30,7	30,1	31	31,8	31,9	100,9
Прирост числа малых инновационных предприятий (единиц/в год)	82	37	40	-30	-43	-
Коэффициент изобретательской активности (число патентных заявок на изобретения, в расчете на 10 тыс. населения)	1,66	1,96	1,93	1,95	1,8	102,0
Удельный вес используемых передовых производственных технологий, включающих объекты интеллектуальной собственности, в общем их числе (%)	2,2	1,3	1,8	1,3	0,7	75,1
Удельный вес инновационной продукции в общем объеме продаж промышленной продукции на внутреннем рынке (%)	4,4	5	4,8	4,7	4,4	100
Созданные передовые производственные технологии (ед.)	637	735	780	854	897	108,9
Организации, выполняющие научные исследования и разработки (ед.)	3566	3622	3957	3666	3536	99,7
Численность персонала, занятого инновационными исследованиями и разработками (тыс.чел.)	813,2	807,1	801,1	761,3	742,4	97,7
Расходы федерального бюджета на науку (млн.руб.)	76909,3	97363,2	132703,4	162115,9	219057,6	129,9
Внутренние затраты на исследования и разработки (млн.руб.)	230785,2	288805,2	371080,3	431073,2	485834,3	120,4

Можно сделать вывод, что инновационное развитие региона, осуществляемое через активизацию в нем инновационной деятельности, является одновременно и инструментом для решения задач его социально-экономического развития и составной неотъемлемой частью самого этого развития.



К особенностям инновационных процессов в региональных экономических системах можно отнести: область форм организации процесса интеграции науки и производства; область форм организации промежуточного звена между наукой и производством, малые инновационные предприятия; организация управления инновационной деятельностью в региональных экономических системах государственными органами власти; правовое регулирование; экономические отношения в инновационной сфере, связанные с длительным сроком и особо высоким риском вложение в нее; прямое государственное инвестирование; многоканальное частное финансирование; реструктуризация.

Для социально-экономического развития региона на инновационной основе развития необходимы четыре исходных условия:

- технологический и интеллектуальный потенциал, достаточный для запуска инновационного процесса;
- постоянный рост числа участников инновационной «цепочки», в том числе в результате вовлечения в нее новых социальных групп;
- институциональная система (включающая как формальные, так и неформальные элементы), ориентированная на инновационное развитие;
- востребованность инноваций хозяйствующих субъектов, физических лиц, национальной инновационной системы в целом.

К перечисленным условиям также можно добавить следующие факторы регионализации инновационного развития: кадровое обеспечение; социальные и экологические проблемы инноваций; формирование инновационной инфраструктуры; преимущественно региональный характер малого инновационного предпринимательства; социально-правовые вопросы регулирования инновационной активности; защита интеллектуальной собственности; влияние внешнеэкономических связей на инновационную активность; количественный и качественный состав занятости и т.д.

Прежде всего, эти факторы влияют на инновационное развитие региона через кадровую составляющую и систему образования. Развитый вузовский и научный сектор региона служат важнейшей интеллектуальной предпосылкой развития человеческого капитала и повышения уровня инновационного потенциала. Человеческий капитал, который характеризуется уровнем интеллектуального и духовного развития, квалификации, инновационных способностей, профессионального мастерства и добросовестности, приобретаемых в процессе воспитания, образования и трудового опыта, является элементом невещественного богатства общества и взаимосвязан с инновационной составляющей экономического развития страны.

Для повышения качества человеческого капитала нужны институты, обеспечивающие своевременную и адекватную реакцию экономики и общества на изменения профессиональной структуры рабочей силы и спроса на нее. В России такие институты еще не развиты, что делает проблему структурного дисбаланса российского рынка труда особенно острой. В развитых рыночных экономиках именно такие институты обеспечивают устойчивые и эффективные связи между работодателями, образовательными учреждениями и населением и, соответственно, быструю адаптацию трудовой сферы к изменениям в экономике. Как видно из таблицы 2, число организаций, выполнявших научные исследования и разработки в России, за последние годы существенно уменьшилось, особенно научно-исследовательских, проектных и проектно-изыскательских организаций и конструкторских бюро. При этом число ВУЗов в данной сфере с 2005 по 2009 гг. выросло на 100 единиц.

Таблица 2

#### Организации, выполнявшие научные исследования и разработки [11]

Виды организаций	1992 г.	1995 г.	2000 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Число организаций – всего	4555	4059	4099	3566	3622	3957	3666	3536
в том числе:								
научно-исследовательские организации	2077	2284	2686	2115	2049	2036	1926	1878
конструкторские бюро	865	548	318	489	482	497	418	377



Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
проектные и проектно-изыскательские организации	495	207	85	61	58	49	42	36
опытные заводы	29	23	33	30	49	60	58	57
образовательные учреждения высшего профессионального образования	446	395	390	406	417	500	503	506
научно-исследовательские, проектно-конструкторские подразделения в организациях	340	325	284	231	255	265	239	228
прочие организации	303	277	303	234	312	550	480	454

В настоящее время в результате переосмысления значения системы образования в экономике страны ведется активная работа по привлечению инвестиций в данную стратегически важную отрасль. Теория человеческого капитала, согласно которой образованность, знания и квалификация наемных работников являются важнейшими факторами, влияющими на рост эффективности производства, приобрела новое дыхание.

Благодаря интеллектуальным и информационным технологиям знания, воплощенные в человеке, носят универсальный характер и являются мировым достоянием. В то же время особенностью современного периода, определяющей динамизм экономики, выступает упор на массовое формирование творческой индивидуальности, способной к созданию инноваций и принятию инновационных решений в различных сферах деятельности.

Транзитивная экономика настоятельно требует быстрого изменения качества человеческого капитала. Ресурсов для этого у предприятий явно недостаточно. Разорвать данный порочный круг без активного участия государства невозможно (хотя полагаться только на него было бы нереалистично). Задачи государства в этой сфере состоят в разработке государственной политики по направлениям повышения качества человеческого капитала на федеральном и региональном уровнях и осуществлении соответствующего законодательного и административного регулирования.

Формирование благоприятной инновационной среды – долгий процесс, требующий значительных инвестиций. Без поддержки со стороны государства развитие инновационных процессов сильно затруднено. Государство является непосредственным участником инновационной деятельности, в первую очередь как субъект, осуществляющий управление этой деятельностью и ее поддержку.

Российская практика государственной поддержки научных исследований отличается от зарубежной тем, что государство оплачивает не интеллектуальную собственность, а действия специалистов. Государственное финансирование научных разработок является, по сути, сметой на затраты, в результате чего исследования проведены, результаты опубликованы, но не внедрены в производство. Это дает нулевую эффективность финансовых вложений в прикладную науку, что доказывают нижеприведенные цифры. По оценкам Росимущества, стоимость нематериальных активов в России составляет всего 5 млрд. рублей (с учётом частных инвестиций), в том числе государственная собственность, накопленная за всю историю России и Советского Союза, оценивается лишь в 3,5 млрд. рублей. При этом почти 250 млрд. рублей ежегодно расходуется на НИОКР [11]. Можно сказать, что на 250 млрд. рублей в год производятся отчеты, которые не оформлены в виде продукции интеллектуальной собственности, не поддерживают и не развивают экономику. Все это снижает инвестиционную привлекательность инновационных проектов в глазах зарубежных и отечественных инвесторов. Государственные программы, нацеленные на поддержку малых предприятий, имеющих достаточно сильную мотивацию по созданию рабочих мест, не стимулируют эффект от внедрения инноваций.

Предпринятые в последние годы меры по поддержке инновационной активности оказались неэффективны, и переломить сложившиеся негативные тенденции пока не



удалось. Такое состояние российской инновационной сферы требует разработки новой концепции инновационного развития экономики России; смещение акцентов с наращивания общих объемов поддержки и прямого финансирования по всем составляющим национальной инновационной системы на радикальное повышение эффективности ее функционирования; концентрация усилий государства на решении критических для инновационного развития проблем – проблем реализации инноваций в практической деятельности и создания адекватной рыночной среды для этого.

Для достижения эффективной работы инновационной системы субъекты экономической деятельности, в том числе, государство, должны быть заинтересованы в принятии участия во всех звеньях цепочки: фундаментальная наука – прикладные разработки – опытно-конструкторские разработки – опытное производство – серийное производство и выход на рынок. Только государство не может, да и не должно вкладывать огромные средства по всей цепочке: от фундаментальных исследований до рыночной реализации. Но создать условия, чтобы производственный сектор был чувствителен к новым идеям, разработкам и мог воплотить передовые идеи в товар, пользующийся спросом на рынке, является основной государственной задачей.

Меры воздействия государства в области инноваций можно разделить на прямые и косвенные. Их соотношение определяется экономической ситуацией в стране и с избранной в связи с этим концепцией государственного регулирования – с упором на рынок или на централизованное воздействие. Как правило, в период экономического спада характерно преобладание «кейнсианского» подхода к государственной экономической политике, предполагающего чрезвычайно активное вмешательство государства в экономическую жизнь общества. В период подъема экономики берет вверх философия консерватизма, отдающего предпочтение игре рыночных сил. Как отмечают большинство современных исследователей в области инновационного развития, рынок не способен обеспечить адекватное вложение ресурсов в науку, тем самым, указывая на необходимость государственного регулирования инноваций.

Отметим принципиальные особенности государственного стимулирования коммерциализации инноваций в высокотехнологичной сфере:

1. Поддержка инновационной деятельности должна осуществляться на всех ее стадиях (от выполнения научно-исследовательской работы до реализации технологической продукции (услуг). Государством должен предлагаться целый спектр программ в зависимости от стадии развития технологии.

2. Многокомпонентная поддержка инновационной деятельности должна осуществляться с учетом региональных особенностей и государственных приоритетов. Каждая из стадий развития и преобразования знаний нуждается в финансовой, консультационной, информационной и других видах поддержки.

3. Большое внимание необходимо уделять программам, переводящим результаты исследований и разработок в стадию коммерческого приложения, а также комплексным программам поддержки начинающих технологических компаний. Государство, участвуя в гарантировании рисков и финансируя высокорисковые проекты, тем самым не подменяет собой бизнес, а компенсирует «провалы рынка».

4. Государству необходимо активно поддерживать развитие связей науки с промышленностью через финансирование кооперативных НИОКР на доконкурентных стадиях. При этом сотрудничество выгодно как научным организациям, так и бизнес-сектору. Существенным стимулом в таких программах является передача прав на исследования и разработки, созданные за счет бюджетных средств, в промышленность для ее последующей коммерциализации.

5. При создании инновационной инфраструктуры важно строить не только те элементы, которые непосредственно относятся к сфере науки и технологического производства. «Внешняя» инфраструктура – состояние дорог, аэропортов, других коммуникаций – должны быть привлекательными для потенциальных инвесторов, а не служить препятствием инновационному развитию.

Основными регулирующими функциями органов исполнительной и законодательной власти в инновационной сфере являются:

- аккумуляция средств на научные исследования и инновации;
- координация инновационной деятельности;

- стимулирование инноваций, конкуренции в данной сфере, страхование инновационных рисков, введение государственных санкций за выпуск устаревшей продукции;
- создание правовой базы инновационных процессов, особенно системы защиты авторских прав инноваторов и охраны интеллектуальной собственности;
- институциональное обеспечение инновационных процессов в отраслях государственного сектора;
- повышение общественного статуса инновационной деятельности;
- обеспечение социальной и экологической направленности инноваций;
- региональное регулирование инновационных процессов;
- формирование на федеральном и региональном уровнях научно-инновационной инфраструктуры.

Для реализации этих функций используются следующие меры экономической и бюджетной политики:

- включение затрат на исследования и разработки частного сектора в себестоимость продукции;
- списание значительной части научного оборудования по ускоренным нормам амортизации;
- применение системы адресных налоговых льгот, нацеленных на постоянное наращивание объема научных расходов в крупных корпорациях и на привлечение мелкого и среднего бизнеса к инновационной деятельности в сфере новых технологий;
- льготное кредитование научно-технических разработок и доленое финансирование крупных проектов, создание институциональных условий для развития венчурного финансирования;
- безвозмездная передача или предоставление на льготных условиях государственного имущества или земли для организации инновационных предприятий (в основном в сфере образования или для мелкого и среднего бизнеса), а также для создания научной инфраструктуры в регионах.

Необходимо отметить, что основная роль по взвешенному регулированию инновационных процессов должна лечь на региональные органы управления. В этой связи, основная задача региональной политики – обеспечить концентрацию ресурсов на приоритетных направлениях, создать условия для межрегиональной кооперации и стратегического партнерства власти, бизнеса и общественных институтов в рамках инновационной модели развития. Поэтому, в рамках административно-правового обеспечения научно-технического и инновационного развития региона главным является формирование институциональных и законодательных условий поддержки и стимулирования инвесторов, инновационных предприятий, в осуществлении институциональных преобразований. В данном случае инструментами реализации региональной политики должны выступать:

- административно-управленческие;
- средства сдерживания размещения новых предприятий в перенаселенных районах;
- пространственное распределение экономической деятельности государства;
- финансовое стимулирование компаний (в виде дотации на определенные суммы инвестиций, кредиты, финансовые льготы, субсидии в связи с созданием рабочих мест и т.п.);
- организация физических инфраструктур и «мягкие» меры стимулирования развития (создание благоприятной бизнес-среды, поддержка информационных сетей, консалтинговой деятельности, образования, научных исследований и технических разработок). Говоря об обеспечении устойчивого развития инновационной среды, необходимо отметить, что важным элементом является формирование разветвленной инновационной инфраструктуры. Под инновационной инфраструктурой понимается совокупность всех систем, обеспечивающих доступ к ресурсам и оказывающих различные услуги субъектам инновационной деятельности.

Обычно выделяются следующие виды инновационной инфраструктуры [5]:

- финансовая – различные типы фондов (бюджетные, венчурные, страховые, инвестиционные), а также другие финансовые институты, такие как, например, фондовый рынок, особенно в части высокотехнологичных компаний;
- производственно-технологическая (или материальная) – технопарки, инновационно-технологические центры, бизнес-инкубаторы, центры трансфера технологий и т.п.;



- информационная – собственно базы данных и знаний и центры доступа, а также аналитические, статистические, информационные и т.п. центры (т.е. организации, оказывающие услуги);

- кадровая – образовательные учреждения по подготовке и переподготовке кадров в области научного и инновационного менеджмента, технологического аудита, маркетинга и т.д.;

- экспертно-консалтинговая – организации, занятые оказанием услуг по проблемам интеллектуальной собственности, стандартизации, сертификации, а также центры консалтинга, как общего, так и специализирующегося в отдельных сферах (финансов, инвестиций, маркетинга, управления и т.д.).

Важной частью формирующейся национальной инновационной системы должен стать сектор малого инновационного предпринимательства, выполняющий ведущую роль в апробации и освоении новейших и наиболее рискованных технологий. Гибкость, способность при необходимости быстро перестроиться, вырасти или, наоборот, свернуться делает этот сектор более конкурентоспособным. Сектор малого инновационного предпринимательства является движущей силой инновационного развития высокотехнологичных отраслей промышленности.

Малые самостоятельные инновационные предприятия, нацеленные на общий для всех членов команды конечный результат, работают быстрее и эффективнее. В малом коллективе вполне возможна универсализация специалистов, следовательно, здесь возможна взаимопомощь и временная концентрация интеллектуальных усилий, «мозговой штурм». Кроме того, каждый в прошлом узкий специалист в таком коллективе лучше понимает и свои собственные узкоспециализированные задачи. И, пожалуй, главное: в таких коллективах практически невозможны межведомственная бюрократическая борьба и перекладывание ответственности друг на друга.

Помимо вышеперечисленного, малое предпринимательство, задействованное в инновационной сфере, решает ряд очень важных социальных проблем. Развитие малого инновационного предпринимательства сопровождается увеличением размера налоговых поступлений в бюджет страны, следовательно, и расширением возможностей государства по выполнению социальных обязательств. Деятельность малых и большей части средних предприятий ориентирована в наибольшей мере на удовлетворение местных нужд в товарах и услугах и очень сильно способствует обеспечению занятости населения и наполнению доходной части скудных местных бюджетов. Опыт развитых стран показывает, что оживление экономики депрессивных районов происходит за счет внутренних ресурсов региона благодаря развитию такого рода предприятий.

Таким образом, значительное улучшение условия жизнедеятельности людей, повышение уровня жизни, здоровья, образовательный и интеллектуальный потенциал при инновационном развитии региона являются элементами достижения социальной стабильности, непосредственно влияющей на социально-экономическое развитие страны.

### Литература

1. Абалкин, Л.И. Стратегический ответ России на вызовы нового века [Текст] / Л.И. Абалкин. – М.: Экзамен, 2004. – 605 с.
2. Большой экономический словарь [Текст] / под ред. А.Н. Азрилияна. – М.: Фонд «Правовая культура», 2004. – 528с.
3. Кокурин, Д.И. Инновационная деятельность [Текст] / Д.И. Кокурин. – М.: Экзамен, 2001. – 576с.
4. Твисс, Б. Управление научно-техническими нововведениями [Текст] / Б. Твисс. – М.: Экономика, 1989. – С. 186.
5. Фатхудинов, Р.А. Инновационный менеджмент [Текст] / Р.А. Фатхудинов. – М.: ЗАО «Бизнес-школа Интел-Синтез», 2000. – 624 с.
6. Шумпетер, Й. Теория экономического развития (Исследование предпринимательской прибыли, капитала, кредита, процента и цикла конъюнктуры) [Текст]: пер. с англ. / Й. Шумпетер. – М.: Прогресс, 1982. – 455 с.



7. Захарова, А.А. Проблемы методологического обеспечения стратегического планирования инновационного развития региона [Текст] / А.А. Захарова // Региональная экономика: теория и практика. – 2011. – № 16. – С. 11-16.

8. Кильдюшкина, И.Г. Инновационные подходы к развитию экономики на региональном уровне [Текст] / И.Г. Кильдюшкина // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. – 2011. – № 1. – С. 116-124.

9. Лукашева, Н.Е. Приоритеты стратегического планирования в вопросах инновационного развития мегаполиса [Текст] / Н.Е. Лукашева // Креативная экономика. – 2011. – № 8. – С. 77-81.

10. Панчешенко, А.В. Методы и инструментарий оценки эффективности управления инновационной деятельностью [Текст] / А.В. Панчешенко // Вестник Калининградского юридического института МВД России. – 2011. – Т. 1. – С. 134-138.

11. Россия в цифрах. 2011: Крат. стат. сб./Росстат. – М., 2011. – 581 с.

12. Lundvall, B. National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning [Text] / B. Lundvall. – London, 1992.

13. Nelson, R. National Systems of Innovation: A Comparative Analysis [Text] / R. Nelson. – Oxford, 1993.

## MAJOR FACTORS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF REGIONS

**E. V. PETRUKHINA**

*Oryol State University*

*e-mail:*

*petrukhinelena@yandex.ru*

Now the purposes of innovative development and scientific and technical progress began to dominate and subordinate to itself a state policy and economy. The innovation is represented today as a condition of economic growth and society development. The level of development of innovative processes is formed by directions and rates of regional development with a view of qualitative transformation and increase in the basic economic indicators. In this connection studying of innovative development of regions gets great value and is rather actual. In article the author has analysed the major factors influencing innovative development of regions of the Russian Federation

Key words: management, strategic planning, an innovation, the factor, regional development, economic growth.



# РЫНОК ТРУДА И ЭКОНОМИКА ОБРАЗОВАНИЯ

УДК:339.5

## ВПЕЧАТЛЕНИЯ КАК УСЛОВИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ УСЛУГ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

**И.А. Дудина***Волгоградский  
государственный  
университет**e-mail: dudina777@gmail.com*

В статье обосновывается понимание конкурентоспособности услуг высшего образования в рамках конструктивистского подхода к обучению и концепции «экономики впечатлений» Б. Дж. Пайна и Дж. Х. Гилмора. Автор доказывает, что переход от традиционного оценочного способа создания потребительской стоимости образовательных услуг к инновационному предложению услуг, основанному на впечатлениях, является результатом изменения отношений между создателями и потребителями услуг высшей школы в XXI веке. Процесс трансформации самих потребителей образовательных услуг трактуется как комплексное преобразование их целеполагания, курирования и поведенческой ориентации с помощью методов создания впечатлений: смыслообразующей интеракции, персонализации и проблемной ориентации обучения.

Ключевые слова: потребительская стоимость, образовательная услуга, «экономика впечатлений», обучение, основанное на впечатлениях, смыслообразующая интеракция, проблемно-ориентированный метод.

### **Введение в проблему.**

Спрос на высшее образование как уникальную услугу стал основной причиной его превращения в объект экономической деятельности не только для национальных правительств, но и для организаций и частного сектора. Экономически развитые страны, отточившие мастерство соревнования за каждого студента на внутренних конкурентных рынках, давно превратили продажу своих академических продуктов в прибыльную статью экспорта. Однако все больше современных исследователей потребления образовательных услуг сходятся во мнении, что финансовые, материальные и репутационные ресурсы внутреннего и внешнего потребления услуг высшего образования уже не дают желаемого социально-экономического эффекта в XXI веке [14].

Потребители, уставшие от стандартизированных продуктов высшего образования, все чаще ставят под сомнение качество услуг этого сектора экономики. Даже раскрученный бренд американского МВА не приносит сегодня того уровня доходности, которым так гордились его провайдеры в прошлом веке [21]. Исследователи сходятся во мнении, что для повышения конкурентоспособности высшего образования необходимо более глубокое изучение внутреннего мира потребителей академических услуг, отказ от традиционных методов академической рекламы и перенос взаимодействия вузов со студентами в область постановки впечатлений от комплекса академических и экономических предложений университетов. Понятие *experience economy* («экономика

впечатлений»), введенное Б. Дж. Пайном II и Дж. Х. Гилмором в конце прошлого века [4, 18], в актуальных условиях растущей академической конкуренции приобретает вполне конкретные очертания.

В целях данной статьи анализ причин перехода к экономике впечатлений в образовательном секторе будет рассматриваться в рамках подхода к высшему образованию как к рыночной форме и частной собственности на знания и технологии. Такой подход не исключает социальной ответственности государств за надлежащее качество своих трудовых ресурсов, и не противостоит пониманию образования как общедоступного ресурса или «продукта, который становится тем больше, чем его потребляют» [1, 36]. В то же время, его рамки позволяют обосновать возможности создания качественно новой потребительской стоимости высшего образования благодаря синергетическому эффекту повышения качества образовательных услуг и использования новых путей привлечения их покупателей.

Вслед за Б. Дж. Пайном и Дж. Х. Гилмором мы рассматриваем впечатления от оказания услуг в качестве экономического предложения, которое может сопровождать или не сопровождать услугу. В первом случае потребительская стоимость предложения увеличивается благодаря специальным постановочным действиям, создающим у потребителя положительные личностные ощущения собственной причастности к постановке. Во втором случае услуга представляет собой стандартизированный продукт, привлекательность которого достигается только одним способом – снижением цены. Но низкая цена на образовательную услугу, так называемый «промышленный подход» к образованию [20, 26], всегда сопровождается чувством отчуждения потребителя услуги от процесса ее оказания, поэтому краткосрочные выгоды от приобретения знаний делают студентов лишь пассивными зрителями даже самых лучших и ярких презентаций преподавателей.

#### **От стратегии экспорта к стратегии постановки впечатлений.**

Применительно к экономике высшего образования западные исследователи Г. Де Витт, Х. Кэллан, Р. Ламберт и Е. Кларк всегда подчеркивали взаимосвязь притока иностранных студентов и роста национальных экономик за счет снижения объема собственных инвестиций стран в высшее образование. Г. Де Витт ссылается на принятый в Великобритании в конце 70-х годов прошлого века курс на оплату реальной стоимости обучения для студентов из стран, не входящих в Европейское Сообщество [23, 91]. В результате этого решения основной экономической стратегией интернационализации высшего образования в Соединенном Королевстве стало привлечение платежеспособных иностранных студентов.

Основываясь на сравнительном анализе финансовых стратегий международного академического предпринимательства в Швеции и Австралии, Е. Карнштедт заключает, что для скандинавских, австралийских и континентальных европейских университетов основным стимулом для набора иностранных студентов является не безусловная финансовая мотивация (в этих странах образование в основном бесплатное), а повышение статуса и позиционирование вуза [12, 35]. Именно статус и связанные с ним понятия репутации, образа, престижа, *впечатлений* от университета и страны рассматриваются исследователями как экономическое предложение, создающее большую ценность высшего образования, чем стандартные методы набора студентов [21, 17-18].

С начала 60-х годов XX века США удерживают лидерскую позицию по экспорту образовательных услуг и товаров. Сегодня эта страна не делает каких-либо заметных инвестиций в рекрутирование иностранных студентов, эксплуатируя в основном традиционно высокую репутацию американских вузов [16, 28-32]. С 80-х годов XX века Австралия, Новая Зеландия и несколько в меньшей степени Канада повторяют эту стратегию поведения на образовательных рынках. Последователи мировых лидеров торговли услугами высшего образования – Великобритании, Франции, Германии и Нидерландов [23, 25-30], а также новые экспортеры образовательных услуг Малайзия и Сингапур [23, 92, 185] в последние десять лет ведут активные конкурентные действия на образовательном рынке именно в области создания репутационных активов своих академических систем.



Время, когда полное возмещение прямых образовательных расходов иностранными студентами в Великобритании определялось Х. Кэлан как «основной финансовый инструмент ... ввиду резкого сокращения государственного финансирования» [11, 9], уходит в прошлое. Сегодня уже не только иностранцы, но и граждане Великобритании вынуждены платить более высокую цену за учебу в университетах. В США, где основным национальным экономическим аргументом в пользу импорта иностранных студентов и экспорта научно-образовательных услуг и товаров был тот факт, что они представляли «важнейший актив международного торгового баланса» [18, 1], все чаще задумываются над несоответствием компетенций собственных выпускников вузов требованиям работодателей [9]. Такой вывод делают и исследователи Австралии, в которой внутренняя и оффшорная реализация услуг высшего образования остается ведущей статьей экспорта [13], но и в этой стране сегодня озабочены тем, как «заинтересовать и оставить студентов в университете, соблюдая баланс целей университета и студентов» [24, 646].

Было бы упрощением рассматривать постановку впечатлений в образовательном бизнесе в качестве конечного экономического предложения. Впечатления, не ориентированные на покупателя образовательной услуги и не изменяющиеся вместе с изменением его потребностей, быстро обесцениваются. Для управления изменениями потребностей студентов необходимо использовать не только методы создания впечатлений от образовательной услуги, но и методы трансформации самого потребителя.

#### **Методы создания впечатлений.**

Особенностью методов создания впечатлений является их постановочная составляющая, которая объединяет в себе преимущества когнитивного, поведенческого и конструктивистского подходов к обучению. Следует признать, что конструктивизм, возникший из недр когнитивизма [10, 96] как образовательная философия рефлексивного опыта, позволяющего создавать свое понимание мира, является ключевой теорией для аргументации создания новой потребительской стоимости образовательной услуги. Каждый из нас имеет прошлый опыт-основу наших мыслительных схем, своеобразный внутренний потенциал обучения. В процессе приобретения знаний и нового опыта мы пытаемся понять их содержание и ценность, адаптируя наши когнитивные «рамки» к новым впечатлениям. Этим можно объяснить многие поведенческие «странности» наших студентов, которые не интерпретируют содержание учебного материала и заданий к нему так, как это делает преподаватель.

Конструктивистская составляющая академических впечатлений представляет собой придание особого смысла преподаванию и обучению через интеракцию студентов и преподавателей. Условием такой интеракции являются разделение всеми ее участниками принципа поиска смысла в обучении через понимание общего и частного для создания субъектами учебного процесса индивидуальных ментальных рамок восприятия мира.

Смыслообразующая интеракция выступает основным методом создания впечатления, инкорпорированного в оказание образовательных услуг: впечатления создаются в процессе организованного взаимодействия обучения, которое, по сути, представляет собой коллективное действие субъектов, создающих собственную учебную среду. Поскольку цели и уровни подготовки субъектов обучения не могут быть одинаковыми, учебная деятельность организуется преподавателем по уровням подготовки и притязаний, а также индивидуальным стилям обучения. Цель такой интеракции – создание своего потребителя услуги, способного не только к восприятию постановочного учебного действия, но и к самостоятельному использованию ресурсов учебной среды, в частности, модулей образовательных программ.

Модульная система обучения представляет собой совместный с потребителем выбор образовательных услуг, которые полностью отвечают уровню его притязаний. Если деятельность студентов структурирована по модулям учебных курсов в соответствии с их потребностями, это повышает ценность персонализированного предложения образовательных услуг и способствует эффективности личностного и компьютерно-опосредованного взаимодействия с преподавателем. Персонализация учебного контента

может поддерживаться таким инструментами как моделирование потребностей студентов в тех или иных впечатлениях, и сопоставление этих потребностей с возможностями вуза.

С помощью персонализации впечатлений потребителя происходит трансформация его восприятия образовательной услуги – от предметной ориентации на процесс обучения – к проблемной постановке задач обучения и направленности на результат освоения курсов и программ. Таким образом, мы можем изменять восприятие образовательной услуги потребителем, предоставляя ему возможность максимально удовлетворить свои запросы в приобретении необходимых для профессиональной деятельности компетенций в процессе решения модельных проблем.

Проблемно-ориентированный метод интегрирует содержание образовательных программ в реальные профессиональные ситуации, которые разбиваются на выделенные их создателями дидактические единицы или объекты изучения. Рефлексия по выявлению совпадений и различий подходов преподавателей и студентов к выделению этих объектов побуждают студентов к самостоятельной идентификации проблемы, поиску информации для анализа причин ее возникновения и возможных последствий, а также к сотрудничеству для нахождения наилучших вариантов решения проблемы. Данный метод обучения предполагает личностно-ориентированное и ролевое взаимодействие медиаторов, работающих со студентами. В этом случае потребитель образовательной услуги рассматривается уже не только как целевая аудитория вуза, на которую направлено воздействие, но и как ключевая, способствующая созданию ценности услуг [8, 14-14], так как он выявляет именно то, что хочет получить от учебной среды.

Ключевая роль потребителей образовательных услуг подчеркивалась в недавнем выступлении М. Милкена на инвестиционном форуме в Москве. Упомянув уже известные оценки ведущих аналитиков российской реформы образования об обесценивании этого важнейшего национального актива [7], Милкен усомнился в выполнимости предвыборного обещания создать в России университеты мирового класса по всему спектру современных материальных и социальных технологий в условиях одновременной реструктуризации высшего образования [5, 1-2].

Действительно, неоднократно декларированная попытка Правительства РФ использовать европейские стратегии экспорта академических услуг, в частности открытие оффшорных образовательных центров, не могла быть успешной из-за отсутствия государственного бюджетного финансирования, которое и внутри страны не было ориентировано на повышение ценности услуг вузов. Очевидно и то, что меры по формированию федеральных и исследовательских университетов и привлечению ведущих ученых в российские университеты также не могут дать быстрых результатов. Между тем, проблема «утечки мозгов» носит не только мотивационный характер. Это проблема плохих впечатлений от реформ: низкой отдачи от полученных квалификаций и разочарования от многолетних ожиданий перемен [7].

Процесс исхода кадров высшей квалификации, а также потенциальных потребителей российских образовательных услуг происходит и по причине деперсонализации высшего образования, номинально ставшего потребительским товаром на Российском рынке, но в основном товаром обезличенным. Формальная стандартизация российских образовательных программ и процедур нового поколения в русле Болонских решений и зарегулированность административных процессов внутри университетов внесли в это свой «достойный» вклад. Но основной пробел нам видится в недооценке такой актуальной тенденции развития потребительской ценности образования в XXI веке, как создание опыта деятельности вузов по повышению качества своих образовательных услуг, то есть контекста, в котором экономическая выгода потребителей этих услуг должна быть очевидна им самим.

Мы рассматриваем впечатления от полученных образовательных услуг не как формализацию результата полученных знаний в виде диплома об образовании, а как условие признания работодателем ценности конкретных компетенций выпускника в виде его заработной платы и возврата потраченных на образование средств. Для российских вузов, большая часть которых в скором будущем получит статус автономных организаций, достижение конкурентоспособности, то есть предоставления



востребованных, но дифференцированных качественных академических услуг без существенного повышения издержек материального и нематериального спектра невозможно. Дело даже не в том, что в образовании услуги (преподавательская деятельность) и товары (учебники, ИКТ) «перетекают» друг в друга, а в том, что в современной экономике услуг люди хотят получать не только услуги, но и личные впечатления от их потребления. Таким образом, в условиях обостряющейся рыночной конкуренции между университетами значимость экономических впечатлений от оказанных услуг трудно переоценить.

Особенностью академической деятельности, направленной на удовлетворение потребностей конкретного клиента, является то, что она полностью не освобождает студентов от «необходимости самостоятельно делать то, что они хотели бы видеть сделанным» [4, 25; 3, 214-217], а требует активной вовлеченности пользователей учебного процесса. Для преподавателя создание впечатлений теперь не ограничивается презентацией учебного материала, который доступен и в информационных сетях. Преподавание как потребительская услуга приобретает дополнительный статус не только посредника между знаниями и студентами, но и генератора учебных ситуаций, приближенных к реальной профессиональной деятельности, то есть постановки востребованных пользователем впечатлений. Только в этом случае возможен переход от студентов-потребителей к студентам-пользователям, который характеризуется трансформациями:

- преподавателя – от авторитарного руководителя к медиатору;
- студента – от пассивного потребителя образовательной услуги к активному и взаимодействующему с другими пользователями участнику процесса обучения.
- контекста обучения – от статичного усвоения знаний – к динамичному сочетанию проблемно-ориентированного метода преподавания с постановочной организацией учебного процесса.

Трансформации процесса предоставления образовательных услуг, построенные на основе впечатлений от процесса их оказания, способствуют изменению потребителей, позволяя им контролировать и самостоятельно проектировать собственную учебную среду. Поэтому трансформационные предложения вузов могут рассматриваться как отдельные экономические предложения, отвечающие на актуальные запросы потребителей образовательных благ [15].

### **Постановочное образование versus традиционное образование, основанное на впечатлениях.**

Постановочная организация системы обучения в высшей школе, предложенная А. Дж. Ким и получившая название технологии *edutainment*, основана на цельном восприятии университета. Ее ключевым элементом являются обучающие впечатления, вовлекающие в процесс обучения ум и провоцирующие интеракцию студентов [17]. Сегодня, когда финансовые, материальные, статусные и репутационные рычаги не дают ожидаемого результата обучения на рынке труда, ресурс *edutainment*, позволяет ведущим университетам мира повышать ценность своих предложений, используя ощущения и чувства потребителей образовательных услуг.

Однако термин *edutainment*, имеющий коннотацию развлечения, с нашей точки зрения, не включает в себя дидактическое наполнение учебного процесса, поэтому представляется целесообразным использовать более емкое понятие «процесс обучения, основанный на впечатлениях» *experience education*. Данный выбор обусловлен и основным значением слова *experience* – опыт, что особенно важно как для определения способа формирования компетенций студентов, так и для закрепления их привычки к постоянному развитию и изменению приобретенных умений и самих себя в течение всей жизни.

Мы отдаем себе отчет в том, что введение понятия *experience education* содержит, по крайней мере, два противоречия. С одной стороны, сегодня невозможно создать впечатление от предлагаемых образовательных услуг, не эксплуатируя коммуникационные ресурсы Интернет, с другой – сетевые информационные технологии и общедоступность мира знаний плохо совмещаются с увеличением его потребительской стоимости в условиях глобальной коммерциализации. Кроме того, в связи с тем, что

рассматриваемое понятие включает коллективные действия с использованием технологий открытого доступа информационных сетей, требуется уделять внимание вопросам этики пользователей, соблюдению соглашений ВТО о торговых аспектах прав интеллектуальной собственности и обязательствами стран-членов GATS по торговле услугами высшего образования [2, 183-189].

Представляется, что разрешение этих противоречий может быть найдено в балансе эксплуатации коммерческих преимуществ *experience education* вузами, установлении ими этических норм и ограничений, с одной стороны, и социальной ответственности государства, которое может обеспечить условия для развития университетов, способных увеличивать ценность своих образовательных предложений, – с другой. Такой подход создаст дополнительные преимущества тем университетам, впечатления, от услуг которых действительно работают на рынках труда.

### **Потребление впечатлений как условие качества образования.**

Для высшей школы до сих пор актуально создание методик приобретения и мониторинга компетенций специалистов, которые бы базировались на измерении специфических развиваемых качеств человека. Моделям компетенций, прописанным в Федеральных государственных стандартах третьего поколения, еще предстоит апробация с точки зрения их соответствия востребованным качествам и умениям выпускников на рынке труда. Не вызывает сомнения лишь тот факт, что для формирования значимых компетенций в условиях новых стандартов с существенным смещением нагрузки в сторону самостоятельной работы студентов, учебный процесс необходимо сделать проблемно-ориентированным, моделирующим реальные ситуации будущей профессиональной деятельности.

В идеале критерии качества подготовки специалистов в вузе должны отражать степень приближения поведения выпускника к образцам поведения и понимания профессиональных задач, которые демонстрируют лучшие специалисты в конкретных отраслях. Для достижения желаемого качества обучения необходимо приблизить критерии качества образовательных программ к компетенциям как критерию качества персонала в организациях. Если мы хотим получить именно такие результаты, нам нужны методы обучения, позволяющие самим обучаемым стать активными дизайнерами учебного процесса, способными создать собственное понимание учебного материала, дать самостоятельную оценку явлениям и процессам, а также продемонстрировать конкретные умения по завершению обучения по конкретной образовательной программе или ее модулю.

Сложность решения данной проблемы заключается в приобретении студентами реальных поведенческих компетенций, которые сочетают знания, навыки и личностные качества человека именно в накопленном опыте разрешения проблем, жизненно важных для него, а также опыте адаптации и взаимодействия человека с другими людьми. Принято считать, что «в процессе разрешения проблем человек преодолевает разрыв между накопленным опытом и поставленной целью путем обучения. Поэтому навыкам самообразования как одной из ключевых характеристик успешного поведения придается сейчас приоритетное значение [6, 27-28]. С нашей точки зрения, создание самостоятельного опыта осмысления реальности возможно только в процессе получения соответствующих впечатлений от процесса выполнения профессиональной работы и ее оценки самим студентом, другими студентами, преподавателем, специалистом-практиком. Именно поэтому наши рассуждения о процессе обучения, основанном на впечатлениях от выполнения проблемно-ориентированных заданий, результатом которых становятся приобретенные профессиональные компетенции, представляются нам своевременными и требующими дальнейшего детального исследования.

### **Заключение и выводы.**

Впечатления как условие потребления услуг высшего образования рассмотрено нами с точки зрения конструктивистского подхода к академической деятельности. Такой подход предполагает создание потребителями нового смысла приобретения образовательных услуг как результат персонализации предлагаемого к освоению учебного контента и трансформации самих потребителей во взаимодействующих участников процесса обучения.



Потребительская стоимость образовательной услуги, а значит и конкурентоспособность вуза, растет, если сами вузы рассматривают впечатление потребителей от своей деятельности как экономическое предложение, обеспечивающее их положение на образовательном рынке. Это положение может быть устойчивым только в том случае, если создание и постановка впечатлений будут ориентированы на их потребителя, а значит, будут курироваться, корректироваться и применяться в соответствии с изменениями их мотивации, так как постановка проблемно-ориентированных обучающих ситуаций вне общего контекста намерений и поведения студентов не гарантирует трансформацию их целеполагания.

### Литература

1. Бузгалин, А.В. Альтерглобализм: к теории феномена / Альтерглобализм: теория и практика «антиглобалистского движения» / Под ред. А.В. Бузгалина. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 256 с.
2. Дудина, И.А. Международное сотрудничество вузов: институциональный аспект. – Волгоград: Волгоградское научное издательство, 2005. – 222 с.
3. Искренко, Э.В. Проблемно-ориентированное обучение: Особенности методики преподавания в Великобритании (на примере St. George University, London) / Э.В. Искренко, Т.А. Полтон // Научные ведомости БелГУ. – № 10(50). – 2008. Вып.8. – С. 214-217.
4. Пайн, Б.Дж. Экономика впечатлений / Б.Дж. Пайн, Дж. Х.Гилмор. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 304 с.
5. Путин, В.В. Строительство справедливости. Социальная политика для России Комсомольская правда. – №20. – 13.02.2012. – С. 1-2.
6. Рябов, В.В. Проектирование критериев оценки качества подготовки и переподготовки специалистов / В.В. Рябов, Ю.В. Фролов // Материалы XI симпозиума «Квалиметрия в образовании: методология, методика, практика». – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2006. – С. 27-28.
7. Форум «Россия 2012». Режим доступа: <http://2012.russiaforum.com/news/news-03022012-8/> (дата обращения: 04.04.2012).
8. Чернов, Д.В. Волна или как управлять корпоративными коммуникациями в России, когда все меняется. – М.: Коммуникативная группа АГТ, 2008. – 264 с.
9. Amble B. Us Employers Give Graduates the Thumbs Down // Management Issues. 15 Dec. 2010. // <http://www.management-issues.com/2010/12/15/>.
10. Avgerinou M.D. Papa Was a Rolling Stone: Online Constructivism, Plato and Aristotel. In K. Fernstrom (Ed). Proceedings of the International Conference on Information Communication Technologies in Education. Samos, Greece: INEAG, 2005. – P.94-105.
11. Callan H. The Idea of Internationalization in British Higher Education // International Education Magazine, 1993. No.1. – P. 9-12.
12. Carndstedt E. Internationalization Strategies in Higher Education: A Comparative Study between Australian and Swedish Universities. – Master's theses. Institute of International Education, 1997. – P. 35.
13. Clark E. and Clark P. Taking the Educational Show on the Road: the Promises and Pitfalls of Intensive Teaching in Off-shore Post Graduate Coursework Programs // International Education. Canberra, 2000. – Vol. 4, № 1. – P. 1-13.
14. Corporate Recruiters Survey. The GMAC Survey Series. – Reston, VA, 2011. – 28 p.
15. Dudina I. Using the Google Sites Technology to Teach Undergraduate Courses. Readings in Technology and Education. Proceedings of ICICTE 2011 / In Ken Ferstrom (Ed), Proceedings of the International Conference on Information Communication Technologies in Education. – Abbotsford: University of Frazer Valley Press. 2011. – P. 131-139.
16. Dunnet S.C. International Recruitment in US Higher Education: A Brief History // International Spectator. – № 7 (Fall). – 1998. – P. 28-32.
17. Kim A. J. Killers Have More Fun // Wired. May 1998. – P. 140-144.
18. Lambert R.D. Foreign Student Flows and the Internationalization of Higher Education. / Working Paper No 37. – Washington, D.C.: NAFSA, 1992. – 28 p.



19. Shead M. Never Hire an MBA . Режим доступа: <http://www.productivity501.com/never-hire-an-mba/7918/>. 2010 (дата обращения: 12.01.2012).
20. Riell H. Upscale Grocer Chain Grows // Stores. – March 1995. – P. 26.
21. Rooijen M. van. No Business Like International Education. / Unpublished IDP Education Australia Conference Paper. Canberra: IDP Education Australia, 1998. – P. 17–18.
22. Roth J.D. Is MBA Worth It? Режим доступа: <http://www.getrichslowly.org/blog/2011/05/18/is-an-mba-worth-it/> 2011 (дата обращения: 12.01.2012).
23. Wit H. de. Internationalization of Higher Education in the United States of America and Europe. London: Greenwood Press, 2002. – 270 p.
24. Woodley C., Meredith C. Engaging and Retaining Students – Supporting Student Transition Through Social Media. In K. Fernstrom (Ed). Proceedings of the International Conference on Information Communication Technologies in Education. Abbotsford, BC, Canada: University of Frazer Valley Press. – P. 646.

## EXPERIENCE AS A PREREQUISITE FOR HIGHER EDUCATION CONSUMPTION

**I.A. DUDINA**

**Volgograd State University**

**e-mail: dudina777@gmail.com**

The paper discusses understanding of higher education competitiveness in the framework of the constructivist theory and B.J. Pine and J.Y. Gilmore's *experience economy* conception. The author proves that transformation of the traditional commoditized way of education output into the innovative "experience education" has come as a result of the change in the higher educational designers and customers' relationship in the 21<sup>st</sup> century. The transformation of higher education consumers is viewed as a complex change of education process goals, tutoring and behavior with the help of experience education methods: formative interaction, customization and problem-based learning.

Key words: economic value, education service, "experience economy", constructivism, "experience education", formative interaction, problem-based learning.



## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГЕНЕЗИСА КОНЦЕПЦИИ КОРПОРАТИВНОЙ СОЦИАЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

**О.А. ИГУМНОВ**

*ЗАО Управляющая компания  
«Агропромышленная  
группа БВК»,  
г. Ст. Оскол*

*e-mail: oleg\_igumnov@mail.ru*

Возрастающий интерес к проблеме корпоративной социальной ответственности (КСО) требует глубокого осмысления данного понятия для выработки мер по практической реализации социально ответственного поведения бизнес-структур. Анализ генезиса и содержания основных концепций КСО позволяет выявить «ядерные» и альтернативные теории, дающие возможность выявить различные аспекты КСО. В статье проанализированы основные подходы, сформировавшиеся в работах западных исследователей КСО, сделана попытка систематизации указанных подходов на основе соотношения их сущности и теоретического содержания.

Ключевые слова: социальная ответственность, корпоративная социальная ответственность, корпоративное гражданство, корпоративная социальная деятельность, корпоративная социальная восприимчивость, концепция заинтересованных сторон, корпоративная устойчивость.

Проблема корпоративной социальной ответственности (КСО) все более востребована российским бизнес-сообществом. Однако концепция КСО воспринимается преимущественно на уровне неакадемических дефиниций, представленных международными организациями, бизнес-ассоциациями и НКО [1]. Внедрение КСО в практику российского бизнеса и её теоретическое осмысление невозможны без анализа процессов её генезиса.

В настоящее время в мировой научной и деловой литературе, посвященной проблемам отношений бизнеса и общества, используется множество концепций, ассоциируемых с корпоративной социальной ответственностью. Среди них наибольшую известность получили следующие: собственно «корпоративная социальная ответственность», «корпоративная социальная восприимчивость» и «корпоративная социальная добросовестность», «этика бизнеса» и «корпоративная филантропия», «социальные проблемы», «корпоративная социальная деятельность» и «процесс корпоративной социальной политики», «менеджмент заинтересованных сторон» и «корпоративное гражданство», «устойчивое развитие» и «корпоративная устойчивость», «корпоративная репутация» и «социально ответственное инвестирование», «тройная отчетность» и «корпоративная социальная отчетность». В докладе А. К. Де Беттинье на учредительной конференции Европейской академии бизнеса и общества (European Academy of Business and Society, EABiS) в 2002 году упоминалось 18 основных концепций, ассоциируемых с КСО [10].

Все указанные концепции были разработаны в исторически короткие сроки. Несмотря на то, что первые попытки осмысления вопросов, ныне относимых к проблематике КСО, имели место еще в начале XX в., их систематический научный анализ начался лишь в 1950-х гг.

Роль пионерной сыграла работа Г. Боуэна «Социальная ответственность бизнесмена», опубликованная в 1953 г. [4]. В этой монографии, принесшей автору заслуженную славу «отца корпоративной социальной ответственности» [7], были определены рамки и заданы направления последующей дискуссии о КСО. Однако если важнейшей задачей, стоящей перед научными и деловыми кругами во второй половине XX в., являлась концептуализация обозначенной проблематики, то в настоящее время более актуальной становится систематизация достигнутого многообразия. Как справедливо отмечает в этой связи М. Ван Марревиик, «дальнейшее продолжение периода креативности – ... приведет нас к ситуациям неопределенности...» [27].

В настоящее время определение сущности базового понятия «корпоративная социальная ответственность» является актуальным уже потому, что благодаря плодотворной

дискуссии таких определений имеется слишком много. Наиболее полный анализ становления и развития указанных концепций, а также попытки их систематизации приведены в работах А. Кэрролла [7], Д. Виндзор [30], М. Ван Марревийка [27], Р. Штойера и др. [26].

А. Кэрролл, осознавая сложность и противоречивость генезиса концепции КСО, поставил перед собой задачу проследить лишь основные терминологические изменения, выбрав в качестве «шага» десятилетний период. Так, 1950-е гг. были определены им как «начало современной эры социальной ответственности», 1960-е гг. — как период «содержательного углубления дефиниций КСО», 1970-е гг. — как «усиление разнообразия дефиниций КСО». Периодом, характеризующимся «уменьшением числа дефиниций, ростом исследований и появлением альтернативных тем», стали 1980-е гг.; 1990-е гг. продемонстрировали «сохранение концепции КСО как «ядра» при его постепенной трансформации в альтернативные тематические рамки либо при его замещении последними» [7]. Не анализируя внутреннюю логику развития концепции КСО как многоуровневой, автор лишь выделил в качестве важнейших альтернативных тем «корпоративную социальную деятельность», «концепцию заинтересованных сторон» и «этику бизнеса».

Д. Виндзор, соглашаясь с ролью концепции КСО как теоретического «ядра», указала на «экономическую концепцию ответственности», «глобальное корпоративное гражданство» и «управление заинтересованными сторонами» как на «альтернативные» или «конкурирующие» с классическим подходом к КСО [30].

М. Ван Марревийк обратил внимание на необходимость согласования концепций КСО и «корпоративной устойчивости» [27].

Р. Штойер и его соавторы предложили модель, связывающую КСО с концепциями «устойчивого развития», «корпоративной устойчивости», «управления отношениями с заинтересованными сторонами» [26].

Следуя логике указанных авторов, возможно исследование генезиса концепции КСО как в рамках теоретического «ядра», так и в более широком контексте, включающем в себя «альтернативные темы» и позволяющем рассматривать КСО в качестве наиболее обобщающей концепции.

### **Теоретическое «ядро» концепций социальной ответственности.**

**Корпоративная социальная ответственность.** Пытаясь проследить основные вехи на пути развития концепции КСО как теоретического «ядра», можно выделить работы таких авторов, как Г. Боуэн, К. Девис, Дж. МакГуайр, С. Сети, А. Кэрролл, а также их наиболее известных критиков — Т. Левитта и М. Фридмена.

Как отмечалось, работа Г. Боуэна «Социальная ответственность бизнесмена» положила начало современной литературе о КСО. По мнению автора, социальная ответственность бизнесмена состоит в «реализации той политики, принятии таких решений либо следовании такой линии поведения, которые были бы желательны с позиций целей и ценностей общества» [4]. Иными словами, исходное определение, предложенное Г. Боуэном, носило явно *нормативный* характер (нормативный подход в данном контексте трактуется с деонтологических позиций категорического императива: «Делай (не делай) этого, поскольку это правильно (неправильно)»).

Подобный подход понятен: бизнес — институт, порожденный общественным развитием, и очевидно, что организации, занимающиеся бизнесом, должны нести некую ответственность перед социумом, обязаны соответствовать определенным общественным ожиданиям. Сложнее другое: каким должно быть содержание этой ответственности и какие общественные ценности оно должно отражать, на какие именно общественные ожидания и в какой степени должен «по определению» реагировать бизнес?

Соответственно, первая волна критики, направленной на социальную ответственность, в целом не выходила за рамки нормативного подхода, касаясь преимущественно его содержательного наполнения. В то же время эта критика продемонстрировала необходимость обоснования КСО и с *позитивных* позиций, как концепции, не противоречащей основной функции бизнеса — получению прибыли, причем не на абстрактном уровне «бизнеса вообще», а применительно к конкретной компании и конкретным менеджерам.

Начало современной критики КСО положил Т. Левитт — всемирно известный специалист в области маркетинга, представляющий Гарвардскую школу бизнеса. В своей классиче-



ской статье «Угрозы социальной ответственности» он трактовал растущее внимание бизнеса к развитию школ, больниц и социальных служб как «новую ортодоксию», «новый феодализм» и даже «фашизм», как концепцию, широкое применение которой ведет к гибели капитализма [19]. «Бизнес, — подчеркивал автор, — получит большие шансы на выживание, если откажется от абсурдного взгляда на свои цели, т. е. если долгосрочная максимизация прибыли останется единственной целью и в теории, и на практике» [19].

Нобелевский лауреат М.Фридман в работе «Капитализм и свобода» отмечал, что «некоторые тенденции в состоянии существенно подорвать самые основы свободного общества, в том числе принятие руководителями корпораций социальной ответственности, иной, чем получение как можно больших денег для акционеров» [14]. Позднее в получившей широкую известность статье с «говорящим» названием «Социальная ответственность бизнеса состоит в повышении его прибылей» М. Фридман использовал более сложную, но преимущественно нормативную аргументацию. Выступая против менеджеров, практикующих социальную ответственность, как «ворующих деньги у собственников», а также вторгающихся в сферу, лежащую за пределами их профессиональной компетенции, он подчеркивал невозможность «воровства» и отрицания «разделения труда» с ценностных позиций, лишь имплицитно отмечая пагубное влияние «социальной ответственности» на эффективность бизнеса [15].

Т. Дональдсон и Л. Престон, рассматривая роль нормативной аргументации при анализе проблем современной корпорации, подчеркивали, что «даже известная атака М. Фридмана на концепцию корпоративной социальной ответственности была проведена с использованием нормативной терминологии» [11].

Во многом под воздействием критики, претендующей на защиту интересов бизнес-сообщества, дальнейшее развитие концепции КСО шло в направлении прояснения управленческой природы социальной ответственности, а также уточнения и систематизации ее содержания. К. Девис первым обосновал, что проблема социальной ответственности должна рассматриваться в управленческом контексте. Он подчеркивал, что эта ответственность имеет отношение к тем «решениям и действиям бизнесменов, которые осуществляются по причинам, по крайней мере, частично выходящим за пределы прямого экономического или технического интереса фирм», причем «некоторые социально ответственные решения в бизнесе могут быть в ходе длительного, сложного процесса анализа объяснены как предоставляющие хороший шанс для получения фирмой долгосрочного экономического эффекта» [9]. Проблема содержания КСО была уточнена Дж. МакГуайром, указавшим, что «корпорация имеет не только экономические и правовые обязательства, но несет и некую ответственность перед обществом, выходящую за их пределы» [20]. С. Сети, в свою очередь, конкретизировал содержание КСО, указав, что она «предполагает выведение корпоративного поведения на уровень, соответствующий преобладающим социальным нормам, ценностям и ожиданиям» [25].

Вплоть до середины 1970-х гг. в фокусе дискуссии находилась социальная ответственность, трактуемая именно в нормативном смысле. Как справедливо отмечал В. Фредерик, еще один видный представитель «первой волны» исследователей КСО, они «ощущают брели сквозь нормативный туман, ища, но не находя моральных принципов, которые в нем безусловно были... Их работы были нормативными по тону, но не вполне конкретны в определении тех ценностей, которые находились в конфликте» [13]. Иными словами, попытки обосновать содержание КСО, не выходя за рамки нормативного подхода, вели исследователей в своеобразный логический тупик. С одной стороны, чрезмерно широкая трактовка содержания КСО не получала адекватного ценностного обоснования, с другой стороны, сведение КСО к «получению прибыли для акционеров» явно противоречило реалиям взаимодействия бизнеса и общества. В целом же концепция КСО оставалась чрезмерно широкой и неопределенной.

Своего рода высшей точкой развития нормативного подхода в конце 1970-х гг. стала модель А. Кэролла, предложившего трактовку КСО, подразумевающую «соответствие экономическим, правовым, этическим и дискреционным ожиданиям, предъявляемым обществом организации в данный период» [5]. Несколько позже автор придал этой модели законченную форму, согласно которой КСО представляет собой многоуровневую от-

ответственность, которую можно представить в форме пирамиды [6]. Лежащая в основании пирамиды *экономическая ответственность* непосредственно определяется базовой функцией компании на рынке как производителя товаров и услуг, позволяющих удовлетворять потребности потребителей и, соответственно, извлекать прибыль. *Правовая ответственность* подразумевает необходимость законопослушности бизнеса в условиях рыночной экономики, соответствие его деятельности ожиданиям общества, фиксированным в правовых нормах. *Этическая ответственность*, в свою очередь, требует от деловой практики соответствия ожиданиям общества, не оговоренным в соответствующих правовых нормах, но основанным на существующих нормах морали. *Филантропическая (дискреционная) ответственность* побуждает фирму к действиям, направленным на поддержание и развитие благосостояния общества через добровольное участие в реализации социальных программ. Дискреционная ответственность — полностью добровольная ответственность, продиктованная желанием организации вносить вклад в процветание общества и не обусловленная экономической необходимостью, законом или этикой.

Важно отметить, что в модели А. Кэрлла представлены не только упорядоченное содержание КСО, но и своего рода систематизация «уровней нормативности». Экономическая и социальная ответственность обязательны для бизнеса, они соответствуют жестким общественным *требованиям*; этическая ответственность обществом *ожидается*, тогда как филантропическая — лишь *желаема*. Позднее в публикации, написанной в соавторстве с М. Шварцем, А. Кэрлл отказывается от выделения филантропической ответственности в качестве самостоятельного уровня. Очевидно, что одной из причин подобного упрощения является сложность нормативного обоснования удовлетворения общественных «желаний» [24].

**Корпоративная социальная восприимчивость.** Уже к началу 1970-х гг. стало очевидно, что концепция КСО, развивающаяся в рамках нормативного подхода, позволяет ответить на вопросы: *почему* корпорация должна нести социальную ответственность и *каково содержание* этой ответственности, но не дает рецептов, *как именно* корпорация должна реагировать на соответствующие требования, ожидания и пожелания общества. Соответственно, фокус дискуссии о КСО сместился от вопросов философского характера к проблеме реализации социальной ответственности на уровне отдельной фирмы. Особо заметную роль в этой дискуссии сыграли работы Р. Акермана, Дж. Поста и Л. Престона, В. Фредерика и А. Кэрлла.

В ходе дискуссии 1970-х — 1980-х гг. выделилось два основных подхода к повышению эффективности восприятия корпорацией общественных проблем. Первый из них подразумевал интегрирование вопросов взаимодействия бизнеса и общества в систему стратегического управления. Р. Акерман, в частности, подчеркнул, что процесс социальной восприимчивости включает в себя мониторинг внешней среды, анализ ожиданий конкретных социальных групп, разработку и внедрение планов взаимодействия с этими группами и соответствующего управленческого инструментария [3]. Необходимость социальной восприимчивости была обоснована при этом сугубо прагматично. «Пока поставленные обществом проблемы не будут разрешаться с достаточной скоростью, — писал Р. Акерман, — они способны накапливаться до такой степени, которая в конечном счете лишит компанию возможности эффективно функционировать в своей традиционной роли поставщика товаров и услуг» [3]. Второй подход требовал прямого вовлечения корпорации в такие общественные процессы, как парламентские и президентские выборы, дискуссии в СМИ, лоббистские компании. Соответственно, социальная восприимчивость трактовалась как специфическая функция менеджмента, существующая наряду с планированием, отчетностью и иными функциями [23].

В. Фредерик, в свою очередь, первым сформулировал «корпоративную социальную восприимчивость» как концепцию, описывающую «способность корпорации воспринимать общественное воздействие», а также позиционировал ее как логическое продолжение и дополнение исходной концепции КСО [13].

Переход дискуссии в ценностно-нейтральные, позитивные рамки существенно приблизил проблематику КСО к рутине управленческих решений. В то же время «вторая волна» исследований КСО не сняла внутренне присущих этой концепции противоречий. С одной стороны, начал возникать очевидный перекося в сторону позитивных трактовок



КСО. С другой стороны, как справедливо отмечает В. Фредерик, «после крайне плодотворного десятилетия, в ходе которого теория корпоративной социальной ответственности была подробно проработана второй волной пионеров, проблематика отношений бизнеса и общества находилась примерно в том же состоянии, в каком она пребывала в начале периода озабоченности нормативными аспектами бизнес-операций» [13].

Показательно, что В. Фредерик рассматривал «восприимчивость» в качестве второй стадии развития концепции КСО, как путь перевода внимания академических и управленческих кругов в сторону реализации тех идей, которые были наработаны в ходе первой стадии. С. Сети предположил, что «восприимчивость» может рассматриваться как своего рода замена КСО. А. Кэрролл, однако, заключил, что «восприимчивость» концептуально неадекватна КСО и не может заменить последнюю, а компании могут быть весьма чувствительны к изменению условий внешней среды, но действовать при этом неэтично и безответственно. Д. Вуд, в свою очередь, отметила, что концепция, которая одобряет действия безотносительно к ответственности, не может рассматриваться в качестве «совершенствования» концепции, которая просто поддерживает идею социальной ответственности как таковую.

**Корпоративная социальная деятельность.** Логичным этапом генезиса концепции КСО стали попытки создания комплексной модели, включающей в себя ранее выработанные концепции в качестве элементов, а также интегрирующей нормативный и позитивный подходы. Нетривиальные трактовки были предложены Э. Эпштайном и В. Фредериком. Наиболее востребованной как научным сообществом, так и деловыми кругами, оказалась, впрочем, модель, воплощенная в концепции «корпоративной социальной деятельности». Эта концепция, последовательно разрабатываемая С. Сети, А. Кэрроллом, С. Вартиком и Ф. Кохреном, нашла свое законченное воплощение в работах Д. Вуд.

Э. Эпштайн ввел в научный оборот категорию «процесс корпоративной социальной политики», суть которой была сформулирована как «институционализация в рамках бизнес-организации... ключевых элементов этики бизнеса, корпоративной социальной ответственности и корпоративной социальной восприимчивости» [Epstein, 1987, p. 106]. КСО в рамках данной модели была определена автором как «имеющая отношение преимущественно к достижению таких результатов организационных решений... которые (в соответствии с некоторыми нормативными стандартами) оказывают на релевантные заинтересованные стороны больше положительного эффекта, чем отрицательного» [12].

В. Фредерик, как отмечалось, рассматривал «корпоративную социальную восприимчивость» как позитивный ответ на нормативность «корпоративной социальной ответственности». Идея «волн» анализа КСО была им логически продолжена в концепции «корпоративной социальной добросовестности», трактуемой как «встраивание понятия моральной корректности в реализуемые действия и формулируемую политику» [12]. Важно отметить, что нормативная по своей природе «корпоративная социальная добросовестность» не является простым повторением исходных трактовок КСО, а представляет собой более сложную категорию — своего рода продукт диалектического развития. Критерием «моральной корректности» выступает уже не общая идея ответственности, а ее отражение в «этической культуре» конкретного общества, исповедующего «христианский, марксистский или гуманистический» взгляд на бизнес [12]. Широкую популярность подходу В. Фредерика принесло оригинальное использование аббревиатур. Используя совпадение заглавных букв в оригинальном написании соответствующих терминов, автор придал им порядковые номера, удачно подчеркнув последовательность их концептуализации. Исходной концепции «корпоративной социальной ответственности» (*corporate social responsibility*) была «придана» аббревиатура CSR-1, «корпоративной социальной восприимчивости» (*corporate social responsiveness*) — CSR-2, «корпоративной социальной добросовестности» (*corporate social rectitude*) — CSR-3. Данный подход, впрочем, оказался весьма ограничен. Если сокращения CSR-1 и CSR-2 стали в современной научной литературе общим местом, то аббревиатура CSR-3 уже рассматривалась как искусственная, а более поздняя попытка сформулировать в качестве «следующей» концепцию единства «космоса, науки и религии» (*cosmos-science-religion*) — CSR-4 [13] осталась по сути незамеченной.

Вопрос об измерениях «корпоративной социальной деятельности» был впервые поставлен С. Сети еще в 1975 г. Не формулируя новой концепции, автор попытался увязать ставшую уже традиционной проблему содержания КСО с особенностями ее реализации. По мнению С. Сети, «корпоративная социальная деятельность» представляет собой корпоративное поведение, разделяемое на выполнение «социальных обязательств», принимаемых в ответ на «действия рыночных сил и правовые ограничения», реализацию «социальной ответственности», превышающей жесткие обязательства экономического и правового характера, а также «социальную восприимчивость», понимаемую как способность корпорации приспособлять свое поведение к нуждам общества [25]. А. Кэрролл также воздержался от детального концептуального обоснования «корпоративной социальной деятельности», предложив модель, включающую в себя три измерения: «корпоративную социальную ответственность», «социальные проблемы» и «социальную восприимчивость» [5]. Логическим продолжением подхода А. Кэрролла стала модель, разработанная С. Вартиком и Ф. Кохреном, которые переформулировали соответствующие «измерения» как принципы, процессы и политику, пытаясь привести разнородные элементы развивающейся концепции КСО в единую систему. Согласно определению С. Вартика и Ф. Кохрена, «корпоративная социальная деятельность» представляет собой «основополагающую взаимосвязь между принципами социальной ответственности, процессом социальной восприимчивости и политикой, направленной на решение социальных проблем» [28].

Переформулировав и реструктурировав предыдущие подходы, Д. Вуд предложила целостную концепцию «корпоративной социальной деятельности», определив ее как «существующую в бизнес-организации систему принципов социальной ответственности, процессов социальной восприимчивости и их обозримых результатов, относящихся к общественным взаимодействиям фирмы» [31]. Каждый из элементов новой модели был, в свою очередь, подразделен на три составляющие: *корпоративную социальную ответственность, корпоративную социальную восприимчивость и результаты корпоративного поведения.*

«Корпоративная социальная ответственность» дает ответ на вопрос «Почему?». Принципы легитимности, публично-правовой ответственности и свободы управленческого выбора структурируют, соответственно, отношения между обществом, бизнесом в целом, отдельными компаниями и индивидуумами. Термин «публично-правовая ответственность» (*public responsibility*) используется Д. Вуд в трактовке Л. Престона и Д. Поста [23], связывающих ее с ответственностью фирмы по отношению к «государственной политике», которая, наряду с рыночным механизмом, обеспечивает взаимодействие бизнеса и общества.

«Корпоративная социальная восприимчивость» отвечает на вопрос «Как?». Очевидно, что три грани «восприимчивости» тесно переплетены и в теории и на практике: заинтересованные стороны вовлечены в проблемы, затрагивающие их интересы, информация о бизнес-среде необходима для выработки решений, в свою очередь затрагивающих интересы заинтересованных сторон и т. д. «Результаты корпоративного поведения» представляют собой единственный «измеряемый» элемент системы, поскольку, как справедливо подчеркивает Д. Вуд, «мотивация не поддается наблюдению, а процессы можно изучать лишь на уровне гипотез» [Wood, 1991, p. 711]. При этом важно отметить, что корпоративная «социальная политика» является, по сути, логическим завершением всей системы. Как указывает автор модели, «детально разработанная корпоративная социальная политика, полностью институционализированная и операционно отлаженная, явилась бы логическим финалом корпоративного поведения, мотивированного принципами ответственности и реализованного посредством социально восприимчивых процессов» [31].

**Концепция заинтересованных сторон.** Важной особенностью концепции заинтересованных сторон является ее исторически сложившаяся релевантность широкому спектру управленческих дисциплин. Дискуссия о заинтересованных сторонах ведется в научной и деловой литературе как по проблемам взаимоотношений бизнеса и общества, так и в работах по общему и стратегическому менеджменту. За последние 20 лет было выпущено в свет огромное количество научных статей и монографий, а также практически ориентированных публикаций, посвященных разработке этой концепции. Так, в обзоре литературы, проведенном Т. Дональдсоном и Л. Престоном в 1995 г., упоминается около десятка



книг и более сотни статей [11]. В исследовании К. Гибсона, опубликованном в 2000 г., указано около двухсот статей, изданных лишь за несколько предшествующих лет [16].

Современная история концепции началась с монографии Э. Фримена «Стратегическое управление: роль заинтересованных сторон», изданной в 1984 г. Согласно предложенному в работе определению, к заинтересованным сторонам компании были отнесены любые индивидуумы, группы или организации, оказывающие существенное влияние на принимаемые фирмой решения и/или находящиеся под воздействием этих решений. Соответственно, классический перечень заинтересованных сторон фирмы включил в себя собственников, потребителей, группы защиты прав потребителей, конкурентов, средства массовой информации, работников, защитников окружающей среды, поставщиков, правительственные агентства, организации местных сообществ. Эта идея оказалась столь близка исследователям «корпоративной социальной восприимчивости», что начиная с середины 1980-х гг. термин «заинтересованная сторона» стал традиционным в их научном лексиконе.

Т. Дональдсон и Л. Престон, исследовав огромный массив литературы, посвященной данной концепции, предложили комплексный подход, включающий в себя дескриптивную (раскрытие того, что реально происходит), нормативную (то, что должно происходить) и инструментальную (то, что необходимо сделать для получения конкретного результата) составляющие. Этот подход «добавил концепции заинтересованных сторон логику, характерную для теории, а также обеспечил этой теории необходимую систематизацию» [17]. «Теория заинтересованных сторон, — отмечают Т. Дональдсон и Л. Престон, — является общей, но не бессодержательной; она выходит далеко за рамки эмпирического наблюдения, фиксирующего, что «у организаций существуют заинтересованные стороны» [11]. Важно подчеркнуть, что, выделяя дескриптивный и инструментальный аспекты теории как значимые, авторы трактуют ее «фундаментальную основу» в качестве нормативной. Они отмечают, что, во-первых, заинтересованные стороны имеют легитимные интересы в разных аспектах деятельности корпорации, и, во-вторых, интересы всех заинтересованных сторон обладают собственной внутренней ценностью. Нормативный аспект теории определяет ее инструментальную составляющую, а она, в свою очередь, — дескриптивную [11].

Необходимо заметить, что, возводя концепцию заинтересованных сторон на уровень теории, Т. Дональдсон и Л. Престон трактовали ее как новую теорию корпорации. Дальнейшее развитие этот подход получил в рамках уже упомянутого международного исследовательского проекта, итоги которого были во многом подведены в книге Д. Поста, Л. Престона и С. Сакс «Переосмысление корпорации: менеджмент заинтересованных сторон и организационное богатство», вышедшей в 2002 г. [22].

Развивая идею о сетевой природе корпорации, авторы впервые рассматривают систему заинтересованных сторон как ее важнейший атрибут. Используя категорию «организационного богатства», они выходят на новое определение корпорации как организации, вовлеченной «в мобилизацию ресурсов для их производительного использования с целью создания богатства и иных выгод (либо исключения преднамеренного разрушения богатства, усиления риска или нанесения ущерба) для своих многочисленных элементов, или заинтересованных сторон» [22]. Соответственно, отношения корпорации с ее заинтересованными сторонами выступают источником создания «отношенческих активов», развитие и поддержание которых превращается в ключевую компетенцию менеджмента, основное средство достижения устойчивого развития. Таким образом, концепция заинтересованных сторон не только выступила альтернативой «корпоративной социальной деятельности», но и предложила новую парадигму исследований отношений бизнеса и общества.

**Концепция корпоративного гражданства.** Термин «корпоративное гражданство» впервые появился еще в работе Г. Боуэна [4]. А. Кэрролл в ранних трактовках пирамиды КСО включал «корпоративное гражданство» в филантропический уровень социальной ответственности [6]. Однако лишь со второй половины 1990-х гг. данная концепция получила широкое распространение в научной и деловой литературе, причем именно в качестве «синтетической», альтернативной концепции. Как отмечает К. Давенпорт, «корпоративное гражданство стало термином, широко используемым практиками», поскольку данная концепция описывает корпоративное поведение более точно, чем «кор-





поративная социальная деятельность», являющаяся «теоретической конструкцией, предложенной академическими кругами» [8]. По мнению Д. Лонгсдон и Д. Вуд, внесшим наибольший вклад в разработку новой концепции, «язык корпоративного гражданства возник с целью замены языка корпоративной социальной ответственности», и «за этим лингвистическим переходом скрывается глубокое изменение в нормативной трактовке того, как организация в бизнесе должна действовать, проявляя уважение к своим заинтересованным сторонам» [18].

Действительно, концепция «корпоративного гражданства» является не столько констатацией неопределенности традиционных трактовок КСО, сколько попыткой трансформировать «обязательства» в «права и обязанности» в процессе распределения ресурсов на деятельность, способствующую повышению репутации компании. Язык данной концепции ставит корпорацию на один уровень с гражданином-индивидуумом.

С одной стороны, это во многом упрощает трактовку «корпоративной социальной деятельности» для практического руководства конкретной компанией. Как подчеркивают Д. Лонгсдон и Д. Вуд, «корпоративное гражданство» фокусируется не на проблемах, порождаемых взаимодействием со всеми заинтересованными сторонами, а на нуждах местного сообщества, в котором функционирует конкретный бизнес, и на связанной с этим сообществом благотворительности. Это, соответственно, должно представить компанию как «хорошего гражданина».

С другой стороны, концепция «корпоративного гражданства» порождает целый ряд новых теоретических проблем, превращая дискуссию из преимущественно экономической в политическую, посвященную сравнительному анализу либеральной и консервативных трактовок гражданства [21].

**Концепция корпоративной устойчивости.** Концепция «корпоративной устойчивости» — самая молодая из претендующих на роль «альтернативной». Первые серьезные публикации, посвященные «корпоративной устойчивости», появились лишь после 2000 г. Строго говоря, она представляет собой своего рода «микроэкономический» уровень макроэкономической концепции устойчивого развития. Согласно Докладу ООН «Наше общее будущее», вышедшему в 1987 г. и известному как «Отчет Брундтланда», устойчивым является такое развитие, которое «отвечает потребностям нынешнего поколения, не входя в противоречие с нуждами и стремлениями поколений будущего» [29]. В настоящее время устойчивое развитие, как правило, трактуется в качестве модели общественного развития, основанного на интегрированном подходе к решению экономических, социальных и экологических задач.

«Корпоративная устойчивость» переводит идею устойчивого развития на язык практического менеджмента, превращаясь в «модель управления корпорацией, охватывающую экономическую, социальную и экологическую деятельность корпорации как в краткосрочной, так и долгосрочной перспективе» [26].

Что касается теоретической дискуссии, то она преимущественно ведется по поводу встраивания концепции «корпоративной устойчивости» в уже сложившуюся систему.

Все указанные концепции, находясь в русле общей проблематики, во многом продолжают восприниматься как элементы общей «зонтичной» концепции КСО. В таблице приведены основные концепции, ассоциируемые с КСО, рассмотренные в данной статье.

Таблица

**Основные концепции, корпоративной социальной ответственности**

Русскоязычный термин (аббревиатура)	Оригинальный англоязычный термин (аббревиатура)	Основные представители	Типология
1	2	3	4
<b>Концепции «ядра»</b>			
«Корпоративная социальная ответственность» (КСО)	Corporate social responsibility (CSR, CSR-1)	[Bowen, 1953] [Davis, 1960] [McGuire, 1963] [Sethi, 1975] [Caroll, 1979]	Нормативная



Окончание табл.

1	2	3	4
«Корпоративная социальная восприимчивость» (КСВ)	Corporate social responsiveness (CSR-2)	[Ackerman, 1973] [Preston, Post, 1975] [Frederick, 1978] [Caroll, 1979]	Инструментальная
«Корпоративная социальная деятельность» (КСД)	Corporate social performance (CSP)	[Sethi, 1975] [Caroll, 1979] [Wartick, Cochran, 1985] [Wood, 1991]	Нормативно – инструментальная
<b>«Альтернативные» концепции</b>			
Менеджмент заинтересованных сторон (МЗС)	Stakeholder management (SM)	[Freeman, 1984] [Clarkson, 1995] [Donaldson, Preston, 1995] [Post, Preston, Sachs, 2002]	Нормативно-инструментальная, (дескриптивная)
«Корпоративное гражданство» (КГ)	Corporate citizenship (CC)	[Logsdon, Wood, 2002]	Нормативно – инструментальная, (дескриптивная)
«Корпоративная устойчивость» (КУ)	Corporate sustainability (CS)	[Van Marrewijk, 2003] [Steurer et al., 2005]	Нормативно – инструментальная, (дескриптивная)

Дуализм исследований в области КСО во многом обеспечил своего рода диалектику развития концепции от некоей исходной идеи, сохраняющейся в качестве «ядра», до развернутой «синтетической» теории. Представляется, что именно он выступил катализатором генезиса концепции КСО, позволяющим ей на каждом новом этапе взаимодействия бизнеса и общества вырабатывать адекватную управленческую реакцию.

### Литература

1. Благоев Ю. Е. Бизнес и общество: новая парадигма исследований. Рецензия на книгу: Post J. E., Preston L. E., Sachs S. Redefining the corporation: stakeholder management and organizational wealth. Stanford: Stanford University Press, 2002 // Российский журнал менеджмента. 2003. Т. 1. № 2. – С. 151-159.
2. Корпоративная социальная ответственность: общественные ожидания. Потребители, менеджеры, лидеры общественного мнения и эксперты оценивают социальную роль бизнеса в России / Под ред. С. Е. Литовченко, М. И. Корсакова. М.: Ассоциация менеджеров, 2003.
3. Ackerman K. W. How Companies Respond to Social Demands // Harvard Business Review. 1973. Vol. 51. N4. P. 88-98.
4. Bowen H. Social Responsibilities of the Businessman. N. Y.: Harper & Row, 1953.
5. Caroll A. A Three-Dimensional Conceptual Model of Corporate Performance // Academy of Management Review. 1979. Vol. 4. N 4. P. 497-505.
6. Caroll A. The Pyramid of Corporate Social Responsibility: Toward the Moral Management of Organisational Stakeholders // Business Horizons. 1991. Vol. 34. N4. P. 39-48.
7. Caroll A. Corporate Social Responsibility: Evolution of Definitional Construct // Business and Society. 1999. Vol. 38. N 3. P. 268-295.
8. Davenport K. Corporate Citizenship: A Stakeholder Approach for Defining Corporate Performance and Identifying Measures for Assessing it // Business and Society. 2000. Vol. 39. N 2. P. 210-219.
9. Davis K. Can Business Afford To Ignore Social Responsibilities? // California Management Review. 1960. Vol. 2. N 3. P. 70-76.
10. De Bettines H.C. Reviewing Meanings and Contexts of Role of Business in Society. Launch of the European Academy of Business and Society. Fontenbleau. July 5. 2002. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.eabis.org.

11. Donaldson T., Preston L. The Stakeholder Theory of the Corporation: Concepts, Evidence and Implications // *Academy of Management Review*. 1995. Vol. 20. N 1. P. 65-91.
12. Epstein E. The Corporate Social Policy Process: Beyond Business Ethics, Corporate Social Responsibility and Corporate Social responsiveness // *California Management Review*. 1987. Vol. 24. N 3. P. 53-63
13. Frederick W.C. Toward CSR-3: Why Ethical Analysis is Indispensable and Unavoidable in Corporate Affairs // *California Management Review*. 1986. Vol. 18. N 2. P. 126-141.
14. Friedman M. *Capitalism and Freedom*. Chicago: University of Chicago Press, 1962.
15. Friedman M. The Social Responsibility of Business Is to Increase Its Profits // *New York Times Magazine*. 1970. September 13.
16. Gibson K. The Moral Basis of Stakeholder Theory // *Journal of Business Ethics*. 2000. Vol. 26. P. 245-257.
17. Jones Th., Wicks A. Convergent Stakeholder Theory // *Academy of Management Review*. 1999. Vol. 24. N 2. P. 206-221.
18. Longsdon J., Wood D. Business Citizenship: From Domestic to Global Level of Analysis // *Business Ethics Quarterly*. 2002. Vol. 12. N 2. P. 155-187.
19. Levitt T. The Dangers of Social Responsibility // *Harvard Business Review*. 1958. Vol. 36. N 5. P. 41-50.
20. McGuire J. *Business and Society*. N.Y.: McGraw-Hill, 1963.
21. Moon J., Crane A., Matten D. Can Corporations Be Citizens? // *Business Ethics Quarterly*. 2005. Vol. 15. N 3. P. 429-453.
22. Post J.E., Preston L.E., Sachs S. *Redefining the Corporation: Stakeholder Management and Organisational Wealth*. Stanford: Stanford University Press, 2002.
23. Preston L.E., Post J.E. *Private management and Public Policy*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1975.
24. Schwartz M., Carroll A. Corporate Social Responsibility: A Three Domain Approach // *Business Ethics Quarterly*. 2003. Vol. 13. N 4. P. 503-530.
25. Sethi S. Dimensions of Corporate Social Performance: An Analytic Framework // *California Management Review*. 1975. Vol. 17. N 3. P. 58-64.
26. Steurer R., Langer M., Konrad A., Martinuzzi A. Corporations, Stakeholders and Sustainable Development: A Theoretical Exploration of Business-Society Relations // *Journal of Business Ethics*. 2005. Vol. 61. N3. P. 263-281.
27. Van Marrewijk M. Concepts and Definitions of CSR and Corporate Sustainability: between Agency and Communion // *Journal of Business Ethics*. 2003. Vol. 44. N2/3. P. 95-105.
28. Wartick S., Cochran P. The Evolution of the Corporate Social Performance Model // *Academy of Management Review*. 1985. Vol. 10. N 4. P. 758-769.
29. WCED. *Our Common Future*. Oxford: Oxford University Press, 1987.
30. Windsor D. The Future of Corporate Social Responsibility // *The International Journal of Organizational Analysis*. 2001. Vol. 9. N 3. P. 225-256.
31. Wood D. Corporate Social Performance Revisited: *Academy of Management Review*. 1991. Vol. 16. N 4. P. 691-718.

## **THE GENESIS OF THE CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY CONCEPT THEORETICAL ASPECTS**

### **O.A. IGUMNOV**

*JSC «Agropromishlenaya  
gruppa BVK»,  
Stary Oskol*

*e-mail: oleg\_igumnov@mail.ru*

The growing interest to the corporate social responsibility problem (CSR) demands deep judgement of this notion for business structures practical measures social responsible behaviour working out. The main CSR concepts genesis and content analysis allows to reveal «nucleatic» and alternative theories and CSR new aspects find out.

The main approaches to CSR problem which were formed in the western leading scientists works are analysed in this article. The approaches mentioned above systematization attempt was done on the their essence and theoretical content ratio basis.

Key words: social responsibility, corporate social responsibility corporate citizenship, corporate social performance, corporate social responsiveness, stakeholder theory, corporate sustainability.



# ФИНАНСЫ ГОСУДАРСТВА И ПРЕДПРИЯТИЙ

УДК 336.71

## ВНЕДРЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТ В СИСТЕМУ ОКАЗАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ И МУНИЦИПАЛЬНЫХ УСЛУГ <sup>1</sup>

**ВСЯКИХ М.В.  
ВСЯКИХ Ю.В.**

*Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет*

*e-mail: vsyakikh@bsu.edu.ru  
e-mail: vsyakih@bsu.edu.ru*

Одной из основных задач государства всегда было повышение качества жизни населения, что проявлялось в доступности и своевременности оказания медицинских, образовательных, культурных, информационных и других общественно значимых услуг. Это возможно только при использовании современных информационных технологий, где средством коммуникации, отношений гражданина и государства стали передовые инструменты передачи, хранения и оперативного контроля за информацией, а также обеспечение условий функционирования среды их использования.

Большим потенциалом в обозначенной сфере обладают индивидуальные универсальные электронные карты. Они являются многофункциональными инструментами, эффективность которых выражается в удобстве получения государственных услуг, снижении временных затрат для заявителей, упрощении документооборота.

Ключевые слова: универсальные электронные карты, экономическая эффективность, минимизация затрат, система предоставления электронных государственных услуг.

Основопологающей целью создания системы выпуска и обслуживания универсальных электронных карт выступает формирование предпосылок и условий для эффективного оказания государственных и муниципальных услуг с применением универсальных электронных карт и организованной инфраструктуры обслуживания на основе современных программных информационных комплексов безопасной обработки и хранения информации. Достижение поставленной цели требует выполнения следующих задач:

- разработка комплекса нормативно-правовых актов, определяющих порядок и технологию предоставления государственных и муниципальных услуг населению в электронном виде, в частности, с применением универсальных электронных карт;
- создание технической инфраструктуры обслуживания универсальных электронных карт;
- объединение информационных сетей, подконтрольных внебюджетным фондам и органам государственной власти, с целью совершенствования процесса обмена информацией в процессе предоставления населению государственных и муниципальных услуг;
- реализация порядка взаимодействия инфраструктурных подразделений, обслуживающих универсальные электронные карты, и подразделений Электронного Правительства с их комплексом информационных систем;

<sup>1</sup> Исследование выполнено в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы. Шифр 2011-1.3.1-301-012 Тема: «Разработка и внедрение региональных приложений и дополнительных функций пластиковых карт»»

- разработка порядка доступа коммерческих организаций к системе с целью расширения перечня дополнительных сервисов, предоставляемых пользователям универсальных электронных карт;

- организация эффективной инфраструктуры обслуживания конечных пользователей с широкой сетью электронных считывающих устройств и информационных терминалов в местах оказания государственных и муниципальных услуг населению и дополнительных коммерческих сервисов.

В банковском секторе карточные продукты уже давно стали не только передовым средством взаимодействия с клиентами, но и эффективным инструментом получения комиссионных доходов с постоянно растущим охватом целевой аудитории. Однако этот процесс носил эволюционный характер, формировался под влиянием макроэкономических факторов с учетом самобытности общества не один десяток лет. Поставленные сегодня целевые ориентиры и темпы перехода к повсеместному использованию универсальных электронных карт в соответствии с требованиями федерального закона Российской Федерации от 27 июля 2010 г. № 210-ФЗ «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг» остро ставят вопрос об экономическом обосновании и общей целесообразности реализации столь масштабного государственного проекта. Такой крупный проект всегда сопровождается множеством источников возникновения затрат и многовариантностью их проявления. Рассмотрим подробно источники финансирования бюджета проекта и статьи основных сопутствующих затрат.

В общем виде затраты по созданию системы выпуска и обслуживания системы универсальных электронных карт включают в себя следующие основные элементы: затраты на выпуск карт, на создание и адаптацию существующей инфраструктуры для приема и обслуживания универсальных электронных карт, на процессинг операций с картами (исполнение заявок по запрашиваемым услугам через электронные каналы связи). В процессе функционирования системы будут возникать текущие эксплуатационные расходы, которые также должны найти источники своего покрытия.

Что касается источников средств покрытия возникающих расходов по выпуску и поддержанию функциональности системы, то среди прочих выделяются следующие основные: бюджеты разных уровней субъектов Российской Федерации, средства, направляемые кредитными организациями, прошедших конкурсный отбор на участие в проекте, поступления от коммерческих структур, заинтересованных в расширении сфер обслуживания клиентов с помощью универсальных пластиковых карт, путем размещения на них собственных приложений. Затраты на создание инфраструктуры приёма могут быть покрыты как из средств государственных бюджетов, так и из средств частных участников проекта. Первоначальные затраты по введению универсальных электронных карт в Российской Федерации будет осуществляться за счет средств бюджетов субъектов Российской Федерации и прочих участников, примерные оценки затрат отражены в табл. 1.

Таблица 1

**Источники первоначальных расходов на создание системы универсальных электронных карт**

Источник финансирования	Расходы на формирование элементов системы, млн. руб.						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Всего
Федеральный бюджет	439,4	348,4	0,9	63,4	63,4	63,5	979,0
Бюджеты государственных внебюджетных фондов	240,0	917,8	783,2	827,7	772,6	518,9	4 060,2
Бюджеты субъектов РФ	0,0	12 888,5	21 073,3	11 891,8	12 828,1	8 380,2	67 061,9
Бюджеты прочих участников, в том числе	210,3	7 822,8	16 413,0	16 310,5	20 357,2	20 973,4	82 087,2
бюджеты банков	45,0	5 834,1	14 157,5	14 234,5	18 030,6	18 879,2	71 180,8
Всего:	889,7	21 977,5	38 270,3	29 093,4	34 021,3	29 936,0	154 188,3



По предварительной оценке, объем финансирования создания системы универсальных электронных карт массового поэтапного выпуска и эксплуатации системы составляет 154 188,3 млн. руб. Структура затрат имеет различия по источникам их возникновения.

Таблица 2

**Стоимостные показатели создания подсистем  
и элементов информационной системы универсальных электронных карт, млн. руб.**

Элементы затрат	Сумма	Примечание
Создание Единого портала госуслуг	207,2	Включая монтажные, пусконаладочные, проектные работы.
Создание Единого реестра госуслуг	70,9	Включая монтажные, пусконаладочные, проектные работы.
Создание Системы межведомственного электронного взаимодействия (СМЭВ) федерального уровня	164,3	Включая монтажные, пусконаладочные, проектные работы.
Создание Единого реестра универсальных электронных карт	40,4	Включая монтажные, пусконаладочные, проектные работы.
Создание Реестра приложений	114,3	Включая монтажные, пусконаладочные, проектные работы.
Создание Центра авторизации	601,2	Включая монтажные, пусконаладочные, проектные работы.
Создание Портал госуслуг регионального уровня	55,0	Включая монтажные, пусконаладочные, проектные работы.
Создание Системы межведомственного электронного взаимодействия (СМЭВ) регионального уровня	59,7	Включая монтажные, пусконаладочные, проектные работы.
Создание Реестра госуслуг регионального уровня	11,5	Включая монтажные, пусконаладочные, проектные работы.
Создание Реестра универсальных электронных карт регионального уровня	52,1	Включая монтажные, пусконаладочные, проектные работы.
Стоимость создания Регионального Call-центра	2,97	Экспертная оценка, исходя из проекта по созданию контакт-центра в РосОЭЗ в 2009 году
<b>Итого</b>	<b>1379,57</b>	

Представим показатели, характеризующие затраты на создание информационных систем участников проекта по выпуску универсальных электронных карт в таблице 2.

Исходя из данных таблицы 2 можно судить о том, что общие затраты на создание подсистем и элементов информационной системы универсальных электронных карт составят малую долю от общей суммы, требуемой для реализации проекта.

Для успешного развития сети обслуживания универсальных электронных карт потребуется создание более 50000 конечных точек обслуживания граждан. Приведем примерные затраты на создание одного терминала идентификации пользователей универсальных электронных карт в организациях различной ведомственной принадлежности приведены в табл. 3.

Таблица 3

**Стоимостные показатели создания инфраструктуры обслуживания  
универсальных электронных карт, млн. руб.**

Затраты на инфраструктурное оборудование	Сумма	Примечание
1	2	3
Стоимость создания точки обслуживания универсальных электронных карт в органах соцзащиты (терминальное оборудование и АРМ)	0,10417	Включая монтажные, пусконаладочные, проектные работы.



Окончание табл. 3

1	2	3
Стоимость создания точки обслуживания универсальных электронных карт в отделении ФГУП "Почта России" (терминальное оборудование)	0,01512	Включая монтажные, пусконаладочные, проектные работы.
Стоимость создания точки обслуживания универсальных электронных карт в отделении ПФ РФ (терминальное оборудование)	0,00184	Включая монтажные, пусконаладочные, проектные работы.
Стоимость создания точки доступа к услугам ОАО РЖД (терминальное оборудование)	0,16594	Включая монтажные, пусконаладочные, проектные работы.

Видно, что стоимость оборудования может существенно отличаться и зависит от порядка считывания информации и интерфейса пользователя. Миниатюрные POS терминалы, устанавливаемые в подразделениях социальной защиты или почты России, имеют сравнительно малую стоимость, тогда как полностью автоматизированные, автономные пункты обмена информацией, устанавливаемые в местах массового обслуживания граждан (например, железно-дорожные вокзалы), будут стоить в разы больше. Основная доля средств, затраченных на проект, будет определяться стоимостью создания и ввода в эксплуатацию конечного продукта – универсальной электронной карты.

В табл. 4 представлены приблизительные затраты на выпуск и регистрацию одной карты.

Таблица 4

**Стоимостные показатели выпуска и регистрации универсальной электронной карты**

Элементы затрат на выпуск и обслуживание универсальной электронной карты	Сумма, руб.
Стоимость изготовления одной заготовки для УЭК	180
Стоимость предварительной персонализации	15
Стоимость доставки в субъекты РФ	10
Стоимость записи идентификационного приложения	20
Стоимость формирования СНИЛС	5
Стоимость создания и персонализации приложений регионального уровня карты (10 приложений)	12,5
Затраты на выдачу карты	2
Затраты на внесение изменений на карту	6
Стоимость оформления УЭК	2
Стоимость изъятия УЭК	2
Стоимость уничтожения УЭК	3

Очевидно, что львиную долю в стоимости универсальной электронной карты составит стоимость изготовления, что в масштабах страны составит более 25 млрд. рублей. Значительные затраты будут понесены в связи с занесением информационно-программного массива данных на карту и ее персонализацией. Представленная информация о расходах, связанных с созданием системы универсальных электронных карт, отражает лишь отдельные элементы затрат и не затрагивает расходов на оборудование в процессинговых и информационно-вычислительных центрах, затраты на модификацию и развитие информационных систем, взаимодействующих с системой и др..

Окупаемость вложений в инфраструктуру проекта будет обеспечена через платежи за операции с использованием универсальных электронных карт, размер которых будет



определяться тарифом. В общем случае платежи по тарифам будут осуществляться из средств провайдеров услуг, оказываемых с использованием универсальных электронных карт. В случае оказания государственной или муниципальной услуги платежи по тарифам будут осуществляться за счёт средств соответствующих государственных бюджетов. Платежи за операции с использованием универсальных электронных карт при оказании коммерческих услуг (транспортных и иных) будут осуществляться за счёт средств соответствующих провайдеров (например, транспортных компаний).

При определении тарифов должно учитываться участие провайдера услуги или соответствующего бюджета в выпуске карт, построении инфраструктуры приёма карт и создании процессинга. Поэтому тарифы за операции с использованием карт будут дифференцированы в зависимости от участия соответствующего провайдера в покрытии затрат системы. Распределение платежей между участниками системы универсальных электронных карт будет определяться федеральной уполномоченной организацией, которая выступит получателем тарифных платежей за операции с использованием карт при оказании государственных услуг на федеральном уровне.

Необходимо определить, в чем найдет проявление положительный экономический эффект для участников системы выпуска, обслуживания и использования универсальных электронных карт. Для рядовых пользователей универсальных электронных карт владение ими будет способствовать ускорению получения государственных и муниципальных услуг, минимизации личного контакта с представителями государственных органов в процессе получения государственных и муниципальных услуг, росту доступности государственных и муниципальных услуг, повышению их качества. В конечном счете, все описанные преимущества для пользователей универсальных электронных карт приведут к сокращению материальных затрат. Для Правительства Российской Федерации и региональных властей функционирование рассматриваемой системы повысит эффективность деятельности исполнительной власти, внебюджетных фондов, а также органов местного самоуправления, прямо или косвенно связанных с предоставлением гражданам государственных и муниципальных услуг. Государство сможет более точно формировать расходные статьи бюджетов на разных уровнях.

Одним из ключевых проявлений эффективности универсальных карт станет рост доли безналичных расчетов в стране, тогда как по этому показателю Россия существенно отстает от стран Запада. Сейчас обслуживание наличной денежной массы приводит к существенным операционным затратам на всех ступенях денежного обращения и косвенно провоцирует определенную долю правонарушений.

В тоже время следует выделить экономические интересы банковского сектора в обслуживании универсальных электронных карт. Они существенно расширят свою клиентскую базу за счет привлечения держателей универсальных карт, которые, по положению федерального закона Российской Федерации от 27 июля 2010 г. № 210-ФЗ «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг», будут определять банк – эмитент платежного приложения своих карт<sup>1</sup>. Обслуживание универсальных карт увеличит количество карточных операций в банковской эквайринговой сети, поскольку каждая карта будет иметь электронное приложение кредитной организации и, соответственно, станет инструментом расчетов и хранения свободных средств на счетах владельцев. Прочие поставщики коммерческих услуг обеспечат себе приток потребителей действующих коммерческих сервисов, расширят сферу их предоставления, оптимизируют доходность, удобство, безопасность.

Следует оценить возможные экономические выгоды, которые принесет создание системы своим участникам. В первую очередь, предоставление государственных услуг в электронном виде даст возможность существенно сократить издержки, связанные с эксплуатацией технических устройств, обеспечивающих процесс «бумажного» документооборота. Примерные показатели снижения таких затрат приводятся в табл. 5.

<sup>1</sup> Федеральный закон от 27 июля 2010 г. № 210-ФЗ «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг».



Таблица 5

**Количественные показатели, характеризующие издержки государственных учреждений при оказании услуг населению**

Наименование показателя	Снижение издержек
1	2
<b>Сокращение издержек от внедрения электронного документооборота</b>	
Расходы на эксплуатацию оргтехники (от накладные расходы на печать и доставку подготавливаемой отчетности)	50%
Сокращение расходов на эксплуатацию оргтехники (от расходов на эксплуатацию оргтехники)	30%
Расходы на утилизацию бумажных документов (от накладные расходы на печать и доставку подготавливаемой отчетности)	50%
Сокращение расходов на утилизацию документов (от расходов на утилизацию документов)	30%
<b>от обеспечения оборота наличных денежных средств</b>	
Доля рабочего времени, которую государственные служащие тратят на назначение мер социальной поддержки при использовании оборота наличных денежных средств, от рабочего времени	30%
Доля рабочего времени, которую государственные служащие тратят на назначение мер социальной поддержки при использовании безналичных расчетов, от рабочего времени	20%
Средняя численность сотрудников одного органа власти	1 649
Доля сотрудников, задействованных в организации выплат наличными средствами, от численности сотрудников органов исполнительной власти	3%
Число сотрудников одного органа власти, задействованных в организации выплат наличными средствами, чел.	49
Тариф на услуги инкассации наличных денежных средств (от суммы проинкассированной наличности)	1.50%
Доля заработной платы работников бюджетной отрасли, которая выплачивается наличными денежными средствами, от заработной платы работников бюджетной отрасли	30%

Значимым аспектом внедрения универсальных электронных карт станет устранение необходимости осуществлять наличный денежный оборот, поскольку карта станет единым инструментом реализации расчетных операций между гражданами и государственными структурами. Так же в таблице 5 приводятся отдельные показатели, характеризующие долю издержек в государственных учреждениях, обусловленных наличным денежным обращением. Внедрение безналичных расчетов позволит сократить до 10% время, затрачиваемое на расчетные операции, на 3% сократить штат работников и на 1,5% снизить затраты на инкассацию средств. Общий эффект от перехода на безналичные расчеты в сфере государственных услуг позволит сократить общие издержки обращения не менее чем на 20%.

Значительно сократятся временные затраты на получение конкретных государственных услуг пользователями универсальных электронных карт, что отражено в табл. 6 и 7.

Таблица 6

**Соотнесение временных затрат граждан при получении услуг традиционным способом и при использовании универсальных электронных карт**

Наименование показателя	Кол-во
Количество социальных и медицинских услуг, получаемых одним гражданином в год, шт.	20
Среднее время, которое тратит гражданин на оформление получения социальной услуги без использования УЭК, час.	0,5
Среднее время, которое тратит гражданин на оформление получения социальной услуги при использовании УЭК, час.	0,25
Число визитов гражданина для оформления получения социальной услуги без использования УЭК, шт.	3
Число визитов гражданина для оформления получения социальной услуги при использовании УЭК, шт.	1

Результат использования универсальных электронных карт проявится в более чем двукратном сокращении временных издержек при необходимости обращения в соответствующие инстанции для достижения желаемого эффекта.

Таблица 7

### Оценка социальной эффективности для граждан Российской Федерации

Наименование эффекта	Социальная эффективность (млн. час.)						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Всего
Сокращение временных издержек граждан на получение государственных услуг	0,0	270,3	737,3	909,1	1 104,4	1 206,2	4 227,2

В табл. 8 охарактеризованы показатели экономической эффективности проекта в части снижения издержек в федеральном и региональном бюджетах.

Таблица 8

### Показатели экономической эффективности системы универсальных электронных карт для бюджета, млн. руб.

Годы	Источник дохода					
	Консолидированный бюджет РФ			Органы исполнительной власти РФ		
	Экономия за счет сокращения бумажного документооборота	Экономия от сокращения оборота денежных средств	Экономическая эффективность	Экономия за счет сокращения бумажного документооборота	Экономия от снижения объема социальных выплат и льгот по поддельным документам	Экономическая эффективность
2010	230,9	0,0	230,9	0,0	1 244,0	1 244,0
2011	746,4	17 996,6	18 743,0	4 279,1	1 368,4	5 647,5
2012	806,1	52 992,0	53 798,2	10 398,2	1 477,9	11 876,0
2013	862,6	69 909,3	70 771,9	17 307,1	1 581,4	18 888,5
2014	917,8	90 356,7	91 274,5	24 005,0	1 682,6	25 687,6
2015	976,5	104 999,9	105 976,4	29 040,1	1 790,2	30 830,4
Итого	4 540,4	336 254,5	340 794,9	85 029,5	9 144,5	94 174,0

Банковскому сектору в системе универсальных электронных отводится значимая роль в связи с накопленным его участниками опытом реализации схожих по принципу обслуживания потребителей проектов. Банки, являясь коммерческими структурами, должны четко видеть перспективы и выгоды от своего участия в рассматриваемой системе. Отдельные показатели доходности кредитных организаций в рамках проекта представлены в табл. 9.

Таблица 9

### Показатели поступлений средств от участия в проекте (млн. руб.)

Наименование показателя	Годы				
	2010	2011	2012	2013	2014
1	2	3	4	5	6
Комиссия банков за зачисление средств на счета держателей УЭК	1 404,6	4 099,6	5 375,7	6 950,3	8 082,1
Маржинальная прибыль от размещения привлеченных средств держателей УЭК	1 309,0	3 820,6	5 009,8	6 477,2	7 532,0
Доходы эквайреров, взимаемые с торгово-сервисных предприятий в виде торговой уступки	247,8	723,3	948,5	1 226,3	1 426,0

Окончание табл. 9

1	2	3	4	5	6
Комиссия эмитентов, взимаемая с клиентов по операциям выдачи наличных в банкоматах сторонних эквайреров	44,0	128,5	168,5	217,8	253,3
Доходы от продажи комплекса сопутствующих банковских услуг держателям УЭК	346,2	1 010,5	1 325,1	1 713,2	1 992,2
Экономия на привлечении новых клиентов	0,0	4 453,4	2 393,6	2 905,4	1 622,0
Итого	3 351,8	14 235,8	15 221,1	19 490,3	20 907,6

Основной приток средств для банков будет обеспечен комиссионными сборами за зачисление средств на счета держателей карт, использованием свободных средств пользователей на карточных счетах держателей и сопутствующим расширением клиентской базы.

Таким образом, успех реализации и общая экономическая эффективность проекта будут определяться уровнем охвата целевой аудитории и поддержания интереса к применению универсальных электронных карт посредством расширения перечня сопутствующих коммерческих сервисов. Это позволит сделать универсальную электронную карту востребованным инструментом решения повседневных задач владельцев и создаст условия для высокой частоты использования карты.

### Литература

1. Федеральный закон от 27 июля 2010 г. № 210-ФЗ «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг».
2. Закон Российской Федерации от 2 декабря 1990 г. № 395-1 «О банках и банковской деятельности».
3. Федеральный закон от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации».
4. Проект № 254940-5 во втором чтении Федерального закона «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг».
5. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года, одобренная распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р;
6. Основные направления деятельности Правительства Российской Федерации на период до 2012 года, одобренные распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1663-р.

## IMPLEMENTATION OF THE UNIVERSAL CARD SYSTEM IN THE PROVISION OF STATE AND MUNICIPAL SERVICES

**M.V.VSYAKIH<sup>1)</sup>**  
**Y.V.VSYAKIH<sup>2)</sup>**

*Belgorod National  
Research University*

<sup>1)</sup> e-mail: vsyakikh@bsu.edu.ru;  
<sup>2)</sup> e-mail: vsyakih@bsu.edu.ru

One of the main tasks of the state has always been to improve the quality of life, manifested in the availability and timeliness of medical, educational, cultural, information and other important public services. This is possible only by using modern information technology, where the means of communication, the relationship of the citizen and the state have advanced tools for communication, storage and operational control over the information, and facilitating the functioning of the environment of use.

Great potential in the designated area have individual universal electronic cards. They are multi-functional tools, whose effectiveness is expressed in the convenience of obtaining public services, reduce time-consuming for applicants, simplify workflow.

Keywords: universal electronic cards, cost effectiveness, cost minimization, the system of electronic public services.

# КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 519.24: 621.396.01

## ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ КИНЕТИКИ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ И РАСКРЫТИЯ МИНЕРАЛОВ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ

**П.В. ВАСИЛЬЕВ***Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет**e-mail:  
vassiliev@bsu.edu.ru*

Рассматривается задача стохастического моделирования дезинтеграции многокомпонентных поликристаллических частиц, образующихся в результате разрушения горных пород и руд в операциях взрывания, экскавации, дробления и измельчения. Используются методы теории случайных функций и марковских процессов. Эволюция раскрытия зерен минералов при сокращении крупности частиц представлена на основе обобщенного уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова. Для дискретного варианта уравнения кинетики дезинтеграции и раскрытия (КДР) определены матрицы транзитивных вероятностей перехода системы из исходной консолидированной структуры в дисперсную, имеющую два или более поглощающих состояния. Получено численное решение уравнения кинетики для заданных значений матриц разрушения, раскрытия, скоростей отбора к измельчению и пересортировке сростков. Введение стохастических функций сокращения крупности и классификации частиц в уравнение КДР обеспечивает возможность прогнозирования ожидаемых технологических показателей переработки рудного сырья – извлечения металла, выхода и качества готового продукта.

Ключевые слова: стохастические методы, уравнение кинетики, дезинтеграция, поликристаллический материал, зерна, структура, раскрытие фаз, марковские цепи, прогнозирование, извлечение металла.

### **Введение.**

Задача моделирования дезинтеграции многокомпонентных поликристаллических материалов и прогнозирования свойств продуктов разрушения является важной и актуальной в технологии добычи и переработки рудного сырья, при взрывании, экскавации, дроблении горной массы [6] и измельчении частиц при рудоподготовке к обогащению [9], в операциях химической технологии [7].

Технологический процесс добычи и переработки тонковкрашенных руд включает две основные операции: а) раскрытие зерен минералов при дроблении и измельчении и б) разделение фракций по содержанию металла в дисперсной массе на основе физико-химических свойств частиц. При этом должен соблюдаться принцип «не дробить ничего лишнего», обеспечивающий достаточную эффективность горно-обогатительного производства при минимизации энергозатрат и негативных последствий для экологии. В этой связи стохастическое моделирование процесса раскрытия многофазных руд позволяет оценить ожидаемые показатели переработки и обогащения.

Механизм раскрытия минералов при разрушении руд, как поликристаллических материалов, исследовался во многих работах [2, 3]. В них использовались, главным образом, эмпирические зависимости и физические закономерности развития трещин при импульсных нагрузках. Математическая теория кинетики процесса измельчения основана в основном на рассмотрении однокомпонентных материалов [7, 8].

В предлагаемом в настоящей работе подходе принимаются во внимание стереологические характеристики микроструктуры природных многокомпонентных материалов (горных пород и руд) и стохастический механизм дезинтеграции, проходящий под действием хаотичных импульсных нагрузок. В отличие от гомогенных смесей химических элементов поликристаллические материалы и ансамбли минеральных частиц рассматриваются как преимущественно гетерогенные системы.

Дезинтеграция горных пород и руд на практике сопровождается флуктуациями параметров работы дробильно-измельчительных устройств при которых происходит изменение локальных неоднородностей физико-химических свойств частиц (прочностных, модальных, структурно-текстурных), определяющих пространственные и временные масштабы. Можно считать, что процесс последовательных переходов между состояниями материала полностью обусловлен флуктуациями и сохраняет память лишь о последнем переходе. Это позволяет положить в основу описания процесса разрушения и раскрытия рудного сырья представление о необратимо эволюционирующей во времени системе, обладающей свойством отсутствия последействия, и использовать для стохастического моделирования дезинтеграции материала теорию случайных процессов и цепей Маркова [4].

**Вывод основных соотношений.**

Представим массу поликристаллического материала, подвергаемого разрушению, в виде системы  $S$ , которая может находиться в различных состояниях:  $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ . В результате последовательных актов сокращения крупности материал из монолитного блока превращается в дисперсную систему частиц. На рис.1 показано сечение множества двухкомпонентных частиц, состоящих из зерен полезной А и вредной В фаз.

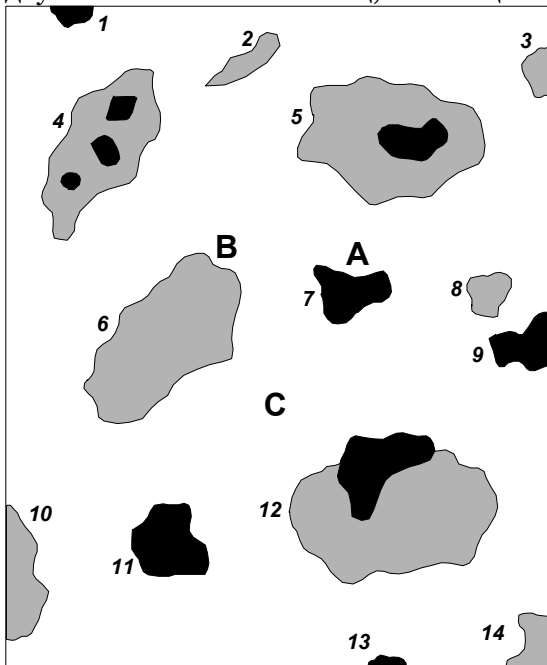


Рис. 1. Система двухфазных частиц:  
 А – полезный компонент, черная фаза;  
 В – вредный компонент, серая фаза;  
 С – наполнитель, белый фон

Полигоны 1, 7, 9, 11, 13 являются сечениями раскрытых (чистых) частиц полезной фазы А, полигоны 2, 3, 6, 8, 10, 14 рассматриваются как раскрытые частицы вредной фазы В, а частицы 4, 5, 12 считаются сростками фаз А и В. Объёмные соотношения определяются методами стереологии [1, 2].

**Непрерывные состояния.** Под влиянием потока событий разрушения (воздействия импульсов силы, напряжения, гравитации, градиента температур и т.д.) в системе  $S$  протекает случайный процесс, приводящий к переходу системы из одного состояния в другое в зависимости от времени  $t$ . Определим случайный марковский процесс для событий  $\omega$  раскрытия полезного компонента при дезинтеграции материала как процесс  $\xi(\omega, t)$ , обладающий свойством отсутствия последействия: то есть для любого текущего момента времени  $t$  вероятность любого состояния системы в будущем ( $t_2 > t$ ) зависит лишь от настоящего состояния системы и не зависит от того, в каком состоянии система находилась в прошлом ( $t_1 < t$ ). Иначе говоря, рассматривая текущее состояние

случайного процесса  $\xi(\omega, t)$  в момент времени  $t \in T$  как «настоящее»  $t$ , совокупность последующих состояний  $\{\xi(\omega, t_2), t_2 > t\}$  как «будущее», а совокупность предыдущих состояний  $\{\xi(\omega, t_1), t_1 < t\}$  как «прошлое», полагается, что «будущее» не зависит от «прошлого» при фиксированном «настоящем».

В случае дезинтеграции монолитной системы изменение состояний  $S$  дискретного объёма поликристаллического материала характеризуется следующими свойствами.

Начальное состояние системы  $S_0$  определяется как монолитный исходный блок или *источник*, поскольку система может выйти из него, но не может вернуться назад. Это отражает тот факт, что после начала разрушения образовавшиеся фрагменты не могут объединиться в исходный блок.

Промежуточные состояния системы  $S$  являются *транзитивными*, так как для каждого из них имеются как входные, так и выходные состояния. Одновременно все транзитивные состояния системы  $S$  сокращения крупности являются *невозвратными* состояниями, поскольку существует вероятность  $P_i > 0$  навсегда выйти из этого состояния.

Наконец, поликристаллическая система  $S$  имеет одно, два или более *поглощающих* состояний, вероятность попадания в которые из транзитивных состояний определяются вещественным составом фрагментов, из которых нет выхода в транзитивные состояния.

Полная система  $S$  для совместного процесса включает подсистемы сокращения крупности  $V$  и качества  $U$ . Тогда переходные вероятности сокращения состояний крупности  $V$  при разрушении представляются графом, показанном на рис.2.

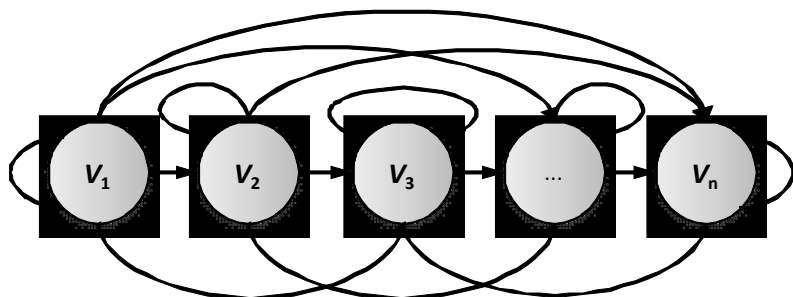


Рис. 2. Граф переходных вероятностей разрушения частиц

В этом случае начальное состояние подсистемы может быть любым из  $\{U_i\}, \forall i \in 1, \dots, n$ , а состояния  $U_1$  и  $U_n$  есть поглощающие.

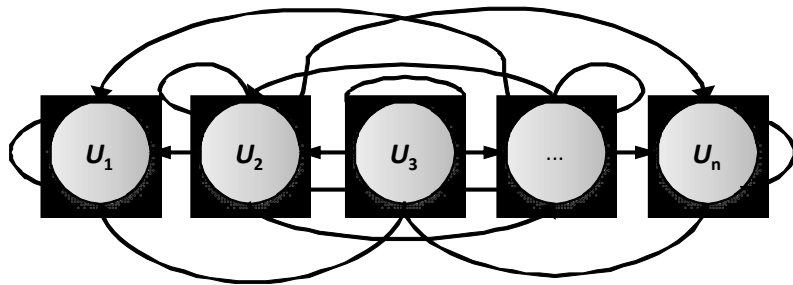


Рис.3. Граф переходных вероятностей раскрытия Частиц

ловную вероятность перехода частиц при разрушении из состояния крупности  $v_1$  в прошедший момент времени  $t_1$  в состояние крупности  $v_2$  в будущий момент времени  $t_2$ . Тогда эволюция сокращения крупности частиц будет представлена марковским процессом с непрерывными состояниями в виде уравнения Маркова или уравнения Смолуховского-Чепмена-Колмогорова (СЧК) [4]:

$$f(v_2, t_2 | v_1, t_1) = \int_{v_{\min}}^{v_{\max}} f(v, t | v_1, t_1) f(v_2, t_2 | v, t) dv \quad (1)$$

Интегрирование по всем возможным состояниям крупности  $v$  в момент времени  $t$  дает полную вероятность перехода. Пределы интегрирования лежат в диапазоне размеров частиц  $[v_{\min}, v_{\max}]$ . Аналогичное уравнение для марковского процесса преобразования качества  $u$  будет записано как

Здесь начальное состояние  $V_1$  является источником, состояние  $V_n$  – конечным поглощающим состоянием подсистемы сокращения крупности.

Аналогичный граф переходных вероятностей преобразования качества для подсистемы  $U$  раскрытия минеральных фаз при разрушении представлен на рис.3.

Отметим, что система  $V$  многокомпонентных частиц в результате случайных событий разрушения  $\omega$  при хаотичных соударениях проходит через некоторое промежуточное состояние крупности  $v$  в момент времени  $t$ , так что  $t_1 < t < t_2$ . Обозначим через  $f(v_2, t_2 | v_1, t_1)$  ус-

$$g(u_2, t_2 | u_1, t_1) = \int_0^1 g(u, t | u_1, t_1) g(u_2, t_2 | u, t) du \tag{2}$$

Здесь пределы интегрирования для всех категорий качества лежат в диапазоне от 0 до 1 (или по содержанию полезной фазы от 0 до 100%).

Наконец, уравнением СЧК для совместного процесса разрушения и раскрытия запишется в следующем виде:

$$h(u_2, v_2, t_2 | u_1, v_1, t_1) = \int_0^1 \int_{v_{\min}}^{v_{\max}} h(u_2, v_2, t_2 | u, v, t) h(u, v, t | u_1, v_1, t_1) dudv \tag{3}$$

Данное уравнение характеризует двумерный марковский процесс. При балансе физических воздействий, приводящих марковский процесс в текущее состояние  $s$ , и воздействий, уводящих процесс из этого состояния, общее кинетическое уравнение дезинтеграции поликристаллической массы можно представить в виде:

$$\frac{\partial h(u, v, t)}{\partial t} = r_+(u, v) - r_-(u, v), \tag{4}$$

где  $r_+(u, v)$  соответствует переходам в состояние  $s$  в единицу времени;  $r_-(u, v)$  соответствует уходам из состояния  $s$  в единицу времени. Для функции распределения массы материала по качеству и крупности уравнение скорости разрушения и раскрытия записывается в форме простого уравнения кинетики первого порядка:

$$\frac{\partial h(u, v)}{\partial t} = g(u, t) f(v, t) + \eta(t), \tag{5}$$

где  $\eta(t)$  – случайная составляющая скорости раскрытия полезного компонента при разрушении частиц качества  $u$  и размера  $v$ .

Однако при наличии в системе ансамбля частиц  $S$  процессов сноса и диффузии, что справедливо для механизма порционного дробления и перемешивания материала, кинетика дезинтеграции должна описываться уравнениями Колмогорова [4]. При этом исчерпывающей характеристикой марковского процесса дезинтеграции является двумерная условная плотность вероятности  $h(u_2, v_2, t_2 | u_1, v_1, t_1)$  или, следуя обозначениям теории марковских процессов, условная функция плотности распределения четырех аргументов  $h(t, X, \tau, Y)$ ,  $\tau > t$ . Данная плотность вероятности удовлетворяет дифференциальным уравнениям параболического типа и всем требованиям, справедливым для системы случайных величин, имея следующие свойства:

$$\begin{aligned} h(t, X, \tau, Y) &\geq 0; \quad h(t, X, \tau, Y)|_{t=\tau} = \delta(X - Y); \\ \int_{\mathbb{R}^n} h(t, X, \tau, Y) dY &= 1; \quad h_1(Y) = \int_{\mathbb{R}^n} h(t, X, \tau, Y) h_1(X) dX; \\ h_2(X, Y) &= h(t, X, \tau, Y) h_1(X) \end{aligned} \tag{6}$$

Обобщенное уравнение Маркова (3) используется для получения первого (прямого) и второго (обратного) уравнений Колмогорова. Второе уравнение Колмогорова является уравнением Фоккера-Планка-Колмогорова (ФПК), поскольку до его строгого вывода Колмогоровым оно было использовано в работах А.Д.Фоккера и М.К.Планка для описания диффузионных процессов. Подробный вывод уравнений Колмогорова для одномерного случая приведен в [5] и [10].

1. Рассматривая функцию дезинтеграции  $h(t, X, \tau, Y)$  как зависящую от параметров начального состояния системы, когда  $t \in T$  и  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ , первое уравнение Колмогорова записывается в виде:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \sum_{i=1}^n a_i \frac{\partial h}{\partial x_i} + \frac{1}{2} \sum_{i,m=1}^n b_{im} \frac{\partial^2 h}{\partial x_i \partial x_m} = 0 \tag{7}$$





2. Рассматривая функцию  $h(t, X, \tau, Y)$  как зависящую от параметров конечного состояния системы  $S$ , когда  $\tau \in T$  и  $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)^T$ , второе уравнение Колмогорова (ФПК) записывается в виде:

$$\frac{\partial h}{\partial \tau} + \sum_{i=1}^n \frac{\partial}{\partial y_i} (a_i h) - \frac{1}{2} \sum_{l,m=1}^n \frac{\partial^2}{\partial y_l \partial y_m} (b_{lm} h) = 0 \quad (8)$$

В уравнениях (7) и (8) коэффициенты  $a_i$  и  $b_{lm}$  определяются для физической системы частиц  $S$  как вектор сноса и матрица диффузии соответственно. Векторная функция векторного аргумента

$$a_i(X, t) = \begin{pmatrix} a_1(X, t) \\ \vdots \\ a_n(X, t) \end{pmatrix} \equiv \lim_{\tau \rightarrow t} \frac{1}{\tau - t} M[Y_i - X_i | x_1, \dots, x_n] \quad (9)$$

характеризует скорость изменения значений исходного случайного процесса. Матричная функция векторного аргумента

$$b_{lm}(X, t) = \{b_{lm}(X, t)\} \equiv \lim_{\tau \rightarrow t} \frac{1}{\tau - t} M[(Y_l - X_l)(Y_m - X_m) | x_1, \dots, x_n] \quad (10)$$

характеризует скорость изменения условной дисперсии случайного процесса.

Двумерное уравнение (8) ФПК при заданных параметрах  $n = 2$ ;  $x_1 = u_1$ ;  $x_2 = v_1$ ;  $y_1 = u_2$ ;  $y_2 = v_2$  и равенстве

$$h(u_1, v_1, t_1 | u_2, v_2, t_2) = h(t, X, \tau, Y); \quad t_2 > t_1; \quad \tau > t \quad (11)$$

функционально полностью подходит для описания непрерывной кинетики дезинтеграции и раскрытия (КДР) поликристаллического материала. При наличии в системе  $S$  роста частиц, агломерации, перемешивания, убыли и притока частиц извне уравнение (6) должно быть дополнено соответствующими стохастическими функциями для получения обобщенного кинетического уравнения дезинтеграции полиминеральной массы.

#### **Численное решение на основе матричного подхода.**

Некоторые точные и приближенные решения уравнения ФПК, в основном для функций одной переменной, приведены в [5, 10]. Как было показано выше, уравнение кинетики разрушения и раскрытия является, по меньшей мере, двумерным, а в общем случае многомерным (для каждой минеральной фазы поликристаллической породы) уравнением ФПК, что порождает трудности получения численного решения в явном виде. В связи с этим для расчета плотности распределения функции  $h(u, v)$  изменения крупности и качества частиц предлагается подход на основе дискретного матричного представления вероятностей переходов по каждой из составляющих процесса, развитый, в частности, для дробления однокомпонентных материалов в работе [6].

Дискретный процесс сокращения крупности и раскрытия полезного компонента двухфазной руды предлагается моделировать цепью Маркова с двумя поглощающими состояниями в классе качества частиц со 100% содержанием и в классе качества с 0% содержанием. Вероятности перехода в однородной цепи Маркова задаются для двух рядом стоящих уровней, соответствующих двум размерным фракциям частиц. В этом случае функция пересортировки качества простых сростков  $R$  – определяется лишь вероятностью перехода частиц  $j$ -го класса качества  $i$ -го класса крупности в  $l \in [1..m]$  класс качества  $i+1$ -го класса крупности (для шкалы размеров с постоянным модулем). Соответствующая матрица переходных вероятностей является квадратной, размером  $m \times m$ . Очевидно, что если исходные частицы целиком состоят из чистой минеральной фазы  $m$  или  $q$ , то дочерние частицы могут быть только той же фазы и будут иметь нулевую вероятность "попадания" в любой другой класс качества.

Число состояний однородной цепи Маркова конечно и ограничено, что на практике соответствует заданному числу классов крупности и числу градаций качества частиц.



Соответствующая квадратная матрица размера  $n \times n$  переходных вероятностей разрушения частиц имеет следующий вид:

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ 0 & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & b_{nn} \end{bmatrix}$$

Числовые значения матрицы  $B$  вероятностей перехода частиц ниже диагонали имеют нулевые значения, сумма по каждой строке равна единице. Петли в графе определяют долю вероятности частиц оказаться неразрушенными в текущем акте разрушения. Функция селективности или отбора частиц к разрушению характеризует скорость изменения значений исходного случайного процесса и представлена матрицей  $S$  размера  $n \times n$ , с единичной диагональной матрицей  $I_v$ :

$$S = \begin{bmatrix} S_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & S_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & S_n \end{bmatrix}; \quad I_v = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

При сокращении крупности в операциях разрушения горных пород взрывом, в циклах дробления и измельчения руды в этих поглощающих состояниях накапливается монофазный материал, обеспечивая, таким образом, раскрытие полезной минеральных зерен и металлов в этих состояниях. Соответствующая квадратная матрица  $R$  переходных вероятностей  $m \times m$ , с диагональной единичной матрицей  $I_u$ :

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & 0 & \dots & 0 \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & r_{mm} \end{bmatrix}; \quad I_u = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

**Учет стереологических характеристик микроструктуры.**

Кинетика стохастического процесса дезинтеграции гетерогенного материала во многом зависит от таких характеристик микроструктуры как удельная поверхность срастания включений ценного минерала  $m$  и пустой породы  $q$ , микротвердости составляющих компонентов и прочности межзерновых и межфазных границ. Это может быть выполнено путём ввода в марковскую модель функции отбора вкрапленных сростков для пересортировки  $\Lambda$ , представленную диагональной матрицей  $M \times M$  и независящую от качества сростков. Этому требованию удовлетворяет, в частности, соотношение

$$\Lambda = 2 S_v / (S_v^m + S_v^q) \tag{12}$$

где  $S_v$ ,  $S_v^m$  и  $S_v^q$  – удельные поверхности соответственно частиц, минерала и породы  $i$ -го класса крупности.

Принимая во внимание, что  $S_v = 4/\bar{l}$ , возможна иная запись:

$$\Lambda = (\bar{l}_m + \bar{l}_q) / 2\bar{l} = \frac{2P}{A} / \left( \frac{P_m}{A_m} + \frac{P_q}{A_q} \right) \tag{13}$$

где  $\bar{l}$ ,  $\bar{l}_m$  и  $\bar{l}_q$  – средние хорды частиц и вкраплений фаз  $i$ -го класса крупности частиц;  $P$ ,  $P_m$  и  $P_q$  – удельные величины периметров соответственно для частиц и вкраплений (в случае многосвязных включений – удельные длины границ фаз);  $A$ ,  $A_m$  и  $A_q$  -удельные площади сечений частиц и фаз. Эти соотношения выполняются в диапазоне  $0 \leq \Lambda \leq 1$ .

С другой стороны, в процессе разрушения гетерогенных по прочности хрупких материалов происходит переизмельчение более мягких минералов. Чтобы учесть это обстоятельство, в модель введена дополнительно функция скорости отбора сростков по



микротвердости  $G$ , представленная диагональной матрицей  $m \times m$ , диагональные элементы которой вычисляются по формуле

$$G = [g_q \bar{u}_k + g_m (1 - \bar{u}_k)] / (g_m + g_q) \quad (14)$$

где  $g_m, g_q$  – микротвердости соответственно полезной и вредной фаз по Виккерсу;  $\bar{u}_k$  – среднее качество сростков  $k$ -го класса, доли ед.

Произведение матриц  $\Lambda \times G$  обозначим через  $L$ . Тогда доля отобранного к пересортировке питания  $i$ -го класса крупности будет пропорциональна  $L_i$ , доля пересортированного материала – равна  $RL$ , а остаток составит величину  $(I_m - L)$ . Зная исходный гранулометрический состав входного питания  $f$  системы дробления необходимо рассчитать ожидаемый фракционный состав продукта дезинтеграции  $p$  (функции состояния массы «частиц руды», плотности распределения частиц по крупности, качеству и физическим свойствам).

Ранее было показано [3], что для дискретного циклически повторяющегося во времени  $T$  процесса «измельчения – раскрытия» поликристаллического материала двумерное кинетическое уравнение ФПК (8) может быть преобразовано в следующее матричное уравнение:

$$p = f \prod_{t=1}^T [(RL + I_u - L) \cdot (BS + I_v - S)] \quad (15)$$

где  $T$  – общее число циклов сокращения крупности во времени;  $t \in 1..T$  – индекс тактов сокращения крупности;  $m, n$  – заданное число соответственно классов качества и крупности;  $f$  – распределение входного потока руды по крупности, вектор  $n$ ;  $B$  – функция вероятности преобразования разрушения, матрица  $n \times n$ ;  $S$  – скорость отбора частиц к разрушению по крупности, диагональная матрица  $n \times n$ ;  $L$  – условная плотность распределения раскрытия для текущего класса крупности, определяемая удельной поверхностью и микротвёрдостью минеральных фаз руды, стереометрическая матрица  $m \times m$ ;  $R$  – скорость отбора частиц к пересортировке по качеству, диагональная матрица  $m \times m$ ;  $I_u$  – единичная диагональная матрица качества  $m \times m$ ;  $I_v$  – единичная диагональная матрица крупности  $n \times n$ .

В более компактной форме матричная запись уравнения кинетики объединенного процесса сокращения крупности и раскрытия принимает вид:

$$p(u, v) = f(u, v) \prod_{t=0}^T [X_t Y_t] = f(u, v) \prod_{t=0}^T [Z_t] \quad (16)$$

или

$$p(u, v) = f(v) L(u|v) \prod_{t=0}^T [Z_t] \quad (17)$$

где  $p(u, v)$  – совместная плотность распределения частиц продукта по градациям качества  $u$  и классам крупности  $v$ , матрица  $M \times N$ ;  $f(v)$  – распределение объема питания по крупности  $v$ , вектор-столбец  $N \times 1$ ;  $L(u|v)$  – спектр раскрытия, условная плотность распределения фрагментов по качеству при заданной крупности, матрица  $M \times N$ ;  $T$  – полное число циклов дезинтеграции как суммы дискретных интервалов времени  $t$ ;  $X$  – полная матрица процесса сокращения крупности размером  $N \times N$ ;  $Y$  – полная матрица процесса раскрытия  $M \times M$ ;  $Z$  – двумерная плотность вероятности перехода, матрица объединенного процесса сокращения крупности и раскрытия размером  $M \times N$ .

Числовые значения матрицы разрушения  $B$  для классов крупности  $n=8$  представлены в табл.1.

Таблица 1

**Матрица вероятности разрушения В**

Класс крупности питания, <i>i</i>	Питание <i>f</i> ( $\delta$ ), %	Класс крупности продукта, <i>i</i>							
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
(1)	6.6	0.0	0.0	0.0	0.41	0.27	0.15	0.08	0.09
(2)	8.6		0.0	0.0	0.2	0.33	0.21	0.12	0.14
(3)	17.4			0.0	0.0	0.6	0.17	0.11	0.12
(4)	18.4				0.0	0.0	0.8	0.08	0.12
(5)	18.9					0.0	0.0	0.8	0.2
(6)	14.3						0.0	0.0	1.0
(7)	9.5							0.0	1.0
(8)	6.3								1.0
Продукт <i>p</i> ( $\delta$ ), %		0.0	0.0	0.0	4.4	15.0	20.5	20.1	40.0

Числовые значения вероятностей пересортировки *R* сростков для пяти градаций качества (массового содержания полезного компонента) задаются следующей матрицей:

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.3 & 0.4 & 0.3 & 0 & 0 \\ 0.1 & 0.25 & 0.3 & 0.25 & 0.1 \\ 0 & 0 & 0.3 & 0.4 & 0.3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

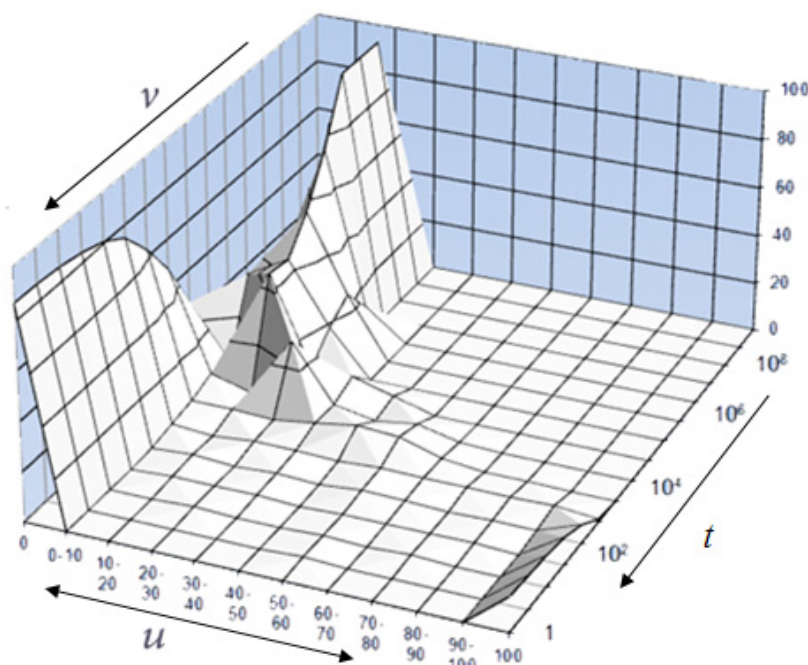


Рис.4. Кинетика изменения плотности распределения материала по крупности *v* и качеству *u* во времени *t*

На рис. 4 представлена совместная функция плотности вероятности распределения крупности и качества *h*(*u*, *v*) двухкомпонентного материала, вычисленная по заданным граничным условиям и матрицам переходных вероятностей марковского процесса разрушения частиц.

На основе полученных спектров были рассчитаны ожидаемые показатели переработки сырья (выход, качество и извлечение) по интегральным формулам [3] для выемочного блока или потока материала.

**Заключение.**

В работе рассматривается марковская модель дезинтеграции твердофазного поликристаллического материала, состоящего из включений полезных и вредных компонентов.



Стохастический процесс разрушения и раскрытия зерен ценных минералов в операциях сокращения крупности частиц руды представлен в виде двумерного марковского процесса, который описывается соответствующими первым (7) и вторым (8) уравнениями Колмогорова (ФПК). Для дискретной формы уравнения кинетики разрушения и раскрытия (15) получено численное решение при заданных параметрах двумерного случайного процесса.

Обобщенное численное решение уравнения ФПК предполагает знание матриц переходных вероятностей процесса сокращения крупности частиц, скорости отбора к разрушению и раскрытию, а также определение таких структурных характеристик материала как удельная поверхность вкрапленности и микротвердость составляющих минеральных фаз. Значения элементов устанавливаются экспериментально. Получены значения расчетной функции плотности вероятности  $h(u, v)$  двухкомпонентной системы для  $n=8$  классов крупности и  $m=12$  градаций качества частиц.

### Литература

1. Davy P.J. Probability Models for Liberation. Journal Applied Probability. 1984. – Vol.21. – pp.260-269.
2. King R.P. Linear stochastic models for mineral liberation. Powder Technology, Dec 1994. – pp.34-39.
3. Васильев П. В. Моделирование раскрытия минералов при оценке промышленных запасов руд. Вестник МГТУ, №3 (12), – 2011, – С. 3-9
4. Волков И.К. Зуев С.М., Цветкова Г.М., Случайные процессы: Учеб. для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 1999. – С. 448.
5. Гардинер К.В. Стохастические методы в естественных науках. – М.: Мир, 1986. – С. 527
6. Линч А.Дж. Циклы дробления и измельчения. Моделирование, оптимизация, проектирование и управление: Пер. с англ.. – М.: Недра, 1981. – С. 343.
7. Непомнящий Е.А. Кинетика измельчения // Теорет. основы хим. технологии. 1977. Т. 11, № 3. С. 477–480.
8. Падохин В.А., Зуева Г.А. Стохастические модели измельчения дисперсных материалов. Теорет. основы хим. технологии. № 5 (14), – 2009, – С.586-594.
9. Ревнивцев В.И., Гапонов Г.В., Зарогатский Л.П. и др. Селективное разрушение минералов. /Под ред.В.И.Ревнивцева. – М.: 1988. –285с.
10. Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций. М.: Изд-во «Наука», 1968. – 464с.

## NUMERICAL SOLUTION OF KINETIC EQUATION FOR POLYCRYSTAL PARTICLES UNDER DECOMPOSITION AND MINERAL LIBERATION

**P.V. VASSILIEV**

*Belgorod National  
Research University*

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

The stochastic modeling problem for decomposition of multicomponent polycrystal particles, that arised during ore breakage after blasting, excavation, crushing and grinding operations has considered. The theory of random functions and Markov chains are used. It was proposed that the evolution of mineral liberation for particles under size reduction could be described by a generalized two dimensional Fokker-Planck-Kolmogorov equation. In a discrete variant of the kinetic equation for decomposition and liberation (KDL) probability matrices for transition from an initial consolidated structure to disperse one with two or more trapping states are defined. It was received a robust numerical solution of the kinetic equation for adjusted values in breakage and liberation matrices, rates of selection and grade resorting for locked particles. Inputs for classification and separation stochastic functions into KDL have allowed to get general formulas for predicting common technological parameters of processing raw ores such as metal recovery, yield and grade in the final product.

Key words: stochastic methods, kinetic equation, decomposition, polycrystal material, grains, ore structure, mineral liberation, Markov chains, metal recovery.

УДК 621.397

## О ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЛОЖНОСТИ ОЦЕНКИ ЭНЕРГИИ СИГНАЛОВ И ИЗОБРАЖЕНИЙ

**А.А. ЧЕРНОМОРЕЦ***Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет**e-mail: chernomorets@bsu.edu.ru*

В работе проведен анализ оценок суммы квадратов абсолютных значений коэффициентов ДПФ, соответствующих частотным интервалам специального вида в области нормированных частот, с точки зрения вычислительной сложности и погрешностей вычислений энергий речевых сигналов и изображений на основе ДПФ и теории субполосного анализа-синтеза. Приведены результаты вычислительных экспериментов по сравнению вычислительной сложности исследуемых методов.

Ключевые слова: дискретное преобразование Фурье, быстрое преобразование Фурье, речевой сигнал, изображение, интегральная оценка, среднеквадратическое отклонение.

В информационно-телекоммуникационных системах значительный объем передаваемой и хранимой информации определяется задачами по передаче и хранению речевых сигналов и изображений, решение которых требует применения эффективных методов их обработки. В большинстве случаев для обработки речевых сигналов и изображений при переходе из пространственной в частотную область применяется дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Данное преобразование используется для нахождения одной из наиболее существенных частотных характеристик сигналов, используемых в процедурах их анализа и синтеза, – энергетического спектра [1]. Понятие энергии в теории обработки сигналов введено для описания количественной характеристики, отражающей отдельные свойства и динамику их изменения в пространстве и времени. Анализ энергетического спектра позволяет получить представление о распределении энергии фрагментов речевых сигналов и изображений по частотным интервалам, что является важным, например, в задачах распознавания, сжатия, фильтрации и др. Определение точных значений энергии в отдельных частотных диапазонах обеспечивает возможность более качественного выбора параметров различных преобразований. Следовательно, вычисление точных значений энергии сигналов и изображений в заданных частотных интервалах является важной задачей частотного анализа-синтеза.

Известно, что ДПФ позволяет вычислить только приближенные значения энергий сигналов и изображений в отдельных частотных интервалах. В работе показано, что для достижения незначительной погрешности оценки величины энергии сигнала (одномерного и двумерного) в заданном частотном интервале при применении ДПФ или быстрого преобразования Фурье (БПФ) необходимо значительно расширять нулями исходный сигнал, что приводит к существенному росту вычислительной сложности расчетов.

В работе приведены оценки суммы квадратов абсолютных значений коэффициентов ДПФ, соответствующих частотным интервалам специального вида в области нормированных частот, представлены результаты вычислительных экспериментов по сравнению погрешности вычислений энергий речевых сигналов и изображений на основе ДПФ и теории субполосного анализа-синтеза [2], а также результаты экспериментов по сравнению вычислительной сложности исследуемых методов.

**Оценка энергии одномерного сигнала в заданном частотном интервале.**

Для вычисления энергии  $E_0$  сигнала, задаваемого вектором  $\vec{f} = (f_1 \ f_2 \ \dots \ f_N)^T$ , на основании равенства Парсеваля [1] (также называемого в математике – теоремой Планшереля, в физике – формулой Релея) может быть использовано следующее соотношение,

$$E_0 = \sum_{i=1}^N f_i^2 = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} |F(u)|^2 du, \quad (1)$$

где  $F(u)$  – трансформанта Фурье сигнала  $\vec{f}$ , определенная в области нормированных частот  $D_{2\pi}^1$ ,

$$F(u) = \sum_{i=1}^N f_i e^{-j(i-1)u}, \quad j^2 = -1, \\ D_{2\pi}^1 = \{u \mid -\pi \leq u < \pi\}. \quad (2)$$

В работе [2] показано, что, соотношение (1) при разбиении области  $D_{2\pi}^1$  (2) на  $R$  равновеликих симметричных частотных интервалов  $U_r$ ,  $r = 1, 2, \dots, R$ ,

$$U_r = \{u \mid u \in [-u_2^r, -u_1^r] \cup [u_1^r, u_2^r]\}, \quad (3) \\ u_1^r = (r-1)\frac{\pi}{R}, \quad u_2^r = r\frac{\pi}{R}, \quad r = 1, 2, \dots, R,$$

может быть записано в виде

$$E_0 = \sum_{r=1}^R E_r = \sum_{r=1}^R \frac{1}{2\pi} \int_{u \in U_r} |F(u)|^2 du,$$

где  $E_r$  – точное значение энергии речевого сигнала в заданном частотном интервале  $U_r$ ,  $r = 1, 2, \dots, R$ , которое на основании теории субполосного анализа-синтеза определяется соотношением

$$E_r = \vec{f}^T A_r \vec{f}, \quad (4)$$

где  $A_r$  – субполосная матрица [2], соответствующая частотному интервалу  $U_r$ .

Представляет интерес сравнение значения  $E_r$  (4) энергии сигнала в заданном частотном интервале  $U_r$  (3),  $r = 1, 2, \dots, R$ , с суммой  $S_r^{(N)}$  квадратов абсолютных значений коэффициентов  $F_k$ ,  $k = 1, 2, \dots, N$ , одномерного дискретного преобразования Фурье (ДПФ), соответствующих частотному интервалу  $U_r$ ,

$$S_r^{(N)} = \sum_{k=(r-1)\frac{N}{2R}+1}^{r\frac{N}{2R}} |F_k|^2 + \sum_{k=N-r\frac{N}{2R}+1}^{N-(r-1)\frac{N}{2R}} |F_k|^2, \quad (5) \\ F_k = \sum_{i=1}^N f_i e^{-j(i-1)\frac{2\pi(k-1)}{N}}.$$

Рассмотрим модельный сигнал, приведенный на рис. 1. Длина сигнала выбрана  $N=64$  отсчета.

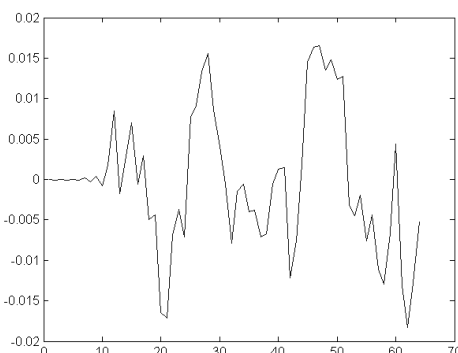


Рис. 1. Исследуемый сигнал (количество отсчетов 64)

На рис. 2 для модельного сигнала (рис. 1) приведены значения квадратов абсолютных значений коэффициентов ДПФ, соответствующих частотным интервалам  $U_1$ ,  $U_3$  и  $U_5$  при количестве частотных интервалов  $R = 8$ .

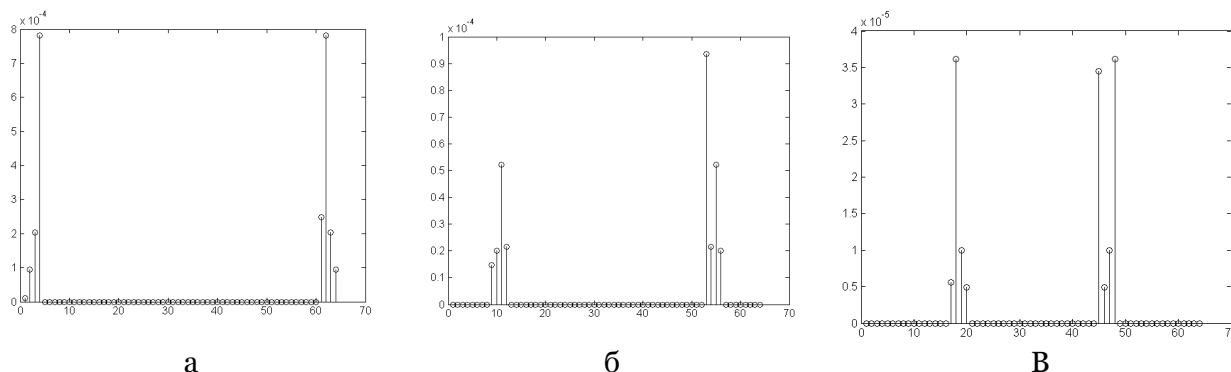


Рис. 2. Значения квадратов абсолютных значений коэффициентов ДПФ, соответствующих частотным интервалам  $U_1$  (а),  $U_3$  (б) и  $U_5$  (в)

Можно показать, что при расширении исходного дискретного сигнала с помощью добавления справа нулей до длины сигнала  $N_0$  отсчетов сумма  $S_r^{(N_0)}$  (5) квадратов абсолютных значений коэффициентов ДПФ, соответствующих частотному интервалу  $U_r$ , приближается к значению энергии  $E_r$  (4) с увеличением значения  $N_0$ . В табл. 1 для сигнала, приведенного на рис. 1, указаны при  $R=8$  результаты вычислений значений  $E_r$ ,  $r = 1, 2, \dots, R$ , в частотных интервалах  $U_r$ ,  $r = 1, 2, \dots, R$ , и соответствующих сумм  $S_r^{(N_0)}$  квадратов абсолютных значений коэффициентов ДПФ сигнала, расширенного нулями до длины  $N_0$ . В таблице также указано среднеквадратическое отклонение  $\delta_1$  множества значений  $S_r^{(N_0)}$  относительно множества значений  $E_r$ ,  $r = 1, 2, \dots, R$ ,

$$\delta_1 = \sqrt{\frac{\sum_{r=1}^R (E_r - S_r^{(N_0)})^2}{\sum_{r=1}^R E_r^2}}. \tag{6}$$

Таблица 1

Суммы  $S_r^{(N_0)}$  квадратов абсолютных значений коэффициентов ДПФ и энергии  $E_r$  в соответствующих частотных интервалах

$r$	$E_r$	Расширение сигнала до следующей длины					
		64 $S_r^{(64)}$	128 $S_r^{(128)}$	256 $S_r^{(256)}$	512 $S_r^{(512)}$	1024 $S_r^{(1024)}$	2048 $S_r^{(2048)}$
1	0,002565	0,002419	0,002529	0,002556	0,002563	0,002564	0,002565
2	0,00096	0,0011	0,000994	0,000968	0,000962	0,00096	0,00096
3	0,000285	0,000295	0,000288	0,000286	0,000285	0	0,000285
4	0,000342	0,000329	0,00034	0,000342	0,000342	0,000285	0,000342
5	0,000133	0,000142	0,000134	0,000133	0,000133	0,000342	0,000133
6	0,000113	0,000119	0,000114	0,000114	0,000113	0,000133	0,000113
7	8,466e-5	7,719e-5	8,316e-5	8,431e-5	8,457e-5	0,000113	8,466e-5
8	6,787e-5	7,018e-5	6,822e-5	6,795e-5	6,789e-5	8,464e-5 6,788e-5	6,787e-5
сумма	0.004553	0.004553	0.004553	0.004553	0.004553	0.004553	0.004553
$\delta_1$		0.0731	0.0179	0.004431	0.0011	2.759e-4	6.897e-5





Результаты, приведенные в табл. 1, показывают, что расширение сигнала нулями до длины 2048 отсчетов позволяет получить суммы  $S_r^{(2048)}$  квадратов абсолютных значений коэффициентов ДПФ, соответствующих частотным интервалам  $U_r$ ,  $r = 1, 2, \dots, 8$ , с незначительным среднеквадратическим отклонением от оценок энергии  $E_r$ .

В дальнейшем проведем сравнение вычислительной сложности алгоритма вычисления оценки энергии  $E_r$  исходного сигнала в частотных интервалах  $U_r$ ,  $r = 1, 2, \dots, R$ , и алгоритма вычисления коэффициентов ДПФ на основании алгоритма быстрого преобразования Фурье (БПФ) для сигналов различной длины, полученных путем расширения нулями исходного сигнала до длины 128, 256, 512, 1024 и 2048 отсчетов.

### **Оценка энергии изображения в заданном частотном интервале.**

Рассмотрим вычисление энергий изображения (двумерного дискретного сигнала), задаваемого матрицей  $\Phi = (f_{ik})$ ,  $i = 1, 2, \dots, N_1$ ,  $k = 1, 2, \dots, N_2$ , элементы которой соответствуют яркости отдельных пикселей изображения, в различных частотных интервалах.

На основании равенства Парсеваля [1] для вычисления энергии  $E_{00}$  изображения, задаваемого матрицей  $\Phi = (f_{ik})$ ,  $i = 1, 2, \dots, N_1$ ,  $k = 1, 2, \dots, N_2$ , может быть использовано следующее соотношение

$$E_{00} = \sum_{i=1}^{N_1} \sum_{k=1}^{N_2} f_{ik}^2 = \frac{1}{4\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} |F(u, v)|^2 dudv, \quad (7)$$

где  $F(u, v)$  – трансформанта Фурье изображения  $\Phi$ , определенная в области нормированных частот  $D_{2\pi}^2$ ,

$$F(u, v) = \sum_{i=1}^{N_1} \sum_{k=1}^{N_2} f_{ik} e^{-j(i-1)u} e^{-j(k-1)v}, \quad j^2 = -1, \\ D_{2\pi}^2 = \{(u, v) | -\pi \leq u < \pi, -\pi \leq v < \pi\}. \quad (8)$$

В работе [3] показано, что, соотношение (7) при разбиении области  $D_{2\pi}^2$  (8) на  $R_1 R_2$  равновеликих симметричных частотных интервалов  $\Omega_{r_1 r_2}$ ,  $r_1 = 1, 2, \dots, R_1$ ,  $r_2 = 1, 2, \dots, R_2$ ,

$$\Omega_{r_1 r_2} : \{(u, v) | (u \in [u_1^{r_1}, u_2^{r_1}], v \in [v_1^{r_2}, v_2^{r_2}]) \cup (u \in [u_1^{r_1}, u_2^{r_1}], v \in [-v_2^{r_2}, -v_1^{r_2}]) \cup \\ \cup (u \in [-u_2^{r_1}, -u_1^{r_1}], v \in [-v_2^{r_2}, -v_1^{r_2}]) \cup (u \in [-u_2^{r_1}, -u_1^{r_1}], v \in [v_1^{r_2}, v_2^{r_2}])\}, \quad (9)$$

$$u_1^{r_1} = (r_1 - 1) \frac{\pi}{R_1}, \quad u_2^{r_1} = r_1 \frac{\pi}{R_1}, \quad r_1 = 1, 2, \dots, R_1,$$

$$v_1^{r_2} = (r_2 - 1) \frac{\pi}{R_2}, \quad v_2^{r_2} = r_2 \frac{\pi}{R_2}, \quad r_2 = 1, 2, \dots, R_2,$$

может быть записано в виде

$$E_{00} = \sum_{r_1=1}^{R_1} \sum_{r_2=1}^{R_2} E_{r_1 r_2} = \sum_{r_1=1}^{R_1} \sum_{r_2=1}^{R_2} \frac{1}{4\pi} \iint_{(u,v) \in \Omega_{r_1 r_2}} |F(u, v)|^2 dudv,$$

где  $E_{r_1 r_2}$  – точное значение энергии изображения в заданном частотном интервале  $\Omega_{r_1 r_2}$ ,  $r_1 = 1, 2, \dots, R_1$ ,  $r_2 = 1, 2, \dots, R_2$ , которое на основании теории субполосного анализа-синтеза определяется соотношением

$$E_{r_1 r_2} = tr(A_{r_1}^T \Phi A_{r_2} \Phi^T), \quad (10)$$

где  $A_{r_1}$ ,  $A_{r_2}$  – симметрические субполосные матрицы [2], соответствующие частотному интервалу  $\Omega_{r_1 r_2}$ ,  $tr$  – след матрицы.



Представляет интерес сравнение значения  $E_{r_1 r_2}$  (10) энергии сигнала в заданном частотном интервале  $\Omega_{r_1 r_2}$  (9),  $r_1 = 1, 2, \dots, R_1$ ,  $r_2 = 1, 2, \dots, R_2$ , с суммой  $S_{r_1 r_2}^{(N_1 N_2)}$  квадратов абсолютных значений коэффициентов  $F_{ik}$ ,  $i = 1, 2, \dots, N_1$ ,  $k = 1, 2, \dots, N_2$ , двумерного дискретного преобразования Фурье изображения  $\Phi$ , соответствующих частотному интервалу  $\Omega_{r_1 r_2}$ ,

$$\begin{aligned}
 S_{r_1 r_2}^{(N_1 N_2)} = & \sum_{i=(r_1-1)\frac{N_1}{2R_1}+1}^{r_1\frac{N_1}{2R_1}} \sum_{k=(r_2-1)\frac{N_2}{2R_2}+1}^{r_2\frac{N_2}{2R_2}} |F_{ik}|^2 + \sum_{i=(r_1-1)\frac{N_1}{2R_1}+1}^{r_1\frac{N_1}{2R_1}} \sum_{k=N_2-r_2\frac{N_2}{2R_2}+1}^{N_2-(r_2-1)\frac{N_2}{2R_2}} |F_{ik}|^2 + \\
 & + \sum_{i=N_1-r_1\frac{N_1}{2R_1}+1}^{N_1-(r_1-1)\frac{N_1}{2R_1}} \sum_{k=(r_2-1)\frac{N_2}{2R_2}+1}^{r_2\frac{N_2}{2R_2}} |F_{ik}|^2 + \sum_{i=N_1-r_1\frac{N_1}{2R_1}+1}^{N_1-(r_1-1)\frac{N_1}{2R_1}} \sum_{k=N_2-r_2\frac{N_2}{2R_2}+1}^{N_2-(r_2-1)\frac{N_2}{2R_2}} |F_{ik}|^2, \\
 F_{ik} = & \sum_{n_1=1}^{N_1} \sum_{n_2=1}^{N_2} f_{n_1 n_2} e^{-j(n_1-1)\frac{2\pi(i-1)}{N_1}} e^{-j(n_2-1)\frac{2\pi(k-1)}{N_2}}.
 \end{aligned}
 \tag{11}$$

В качестве наглядного примера на рис. 3 для известного изображения «Lena», размерностью 64x64 пикселей, приведены значения квадратов абсолютных значений коэффициентов ДПФ, соответствующих отдельным частотным интервалам при  $R_1 = R_2 = 4$ .

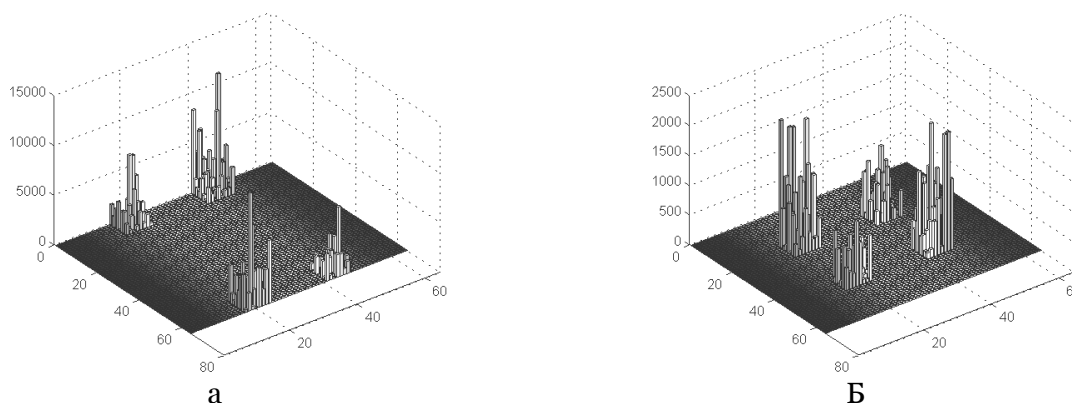


Рис. 3. Значения квадратов абсолютных значений коэффициентов ДПФ, соответствующих частотному интервалу  $\Omega_{13}$  (а) и  $\Omega_{33}$  (б) при  $R_1 = R_2 = 4$

Можно показать, что при расширении исходного изображения  $\Phi$  с помощью добавления нулевых строк и столбцов к матрице данного изображения до количества  $N_{01}$  и  $N_{02}$  строк и столбцов соответственно сумма  $S_{r_1 r_2}^{(N_{01} N_{02})}$  (11) квадратов абсолютных значений коэффициентов ДПФ, соответствующих частотному интервалу  $\Omega_{r_1 r_2}$ , приближается к значению энергии  $E_{r_1 r_2}$  (10) с увеличением значений  $N_{01}$  и  $N_{02}$ .

Покажем справедливость данного утверждения при  $R_1 = R_2 = 4$  на примере изображения, приведенного на рис. 4. Первоначально, размерность изображения была выбрана 64x64 пикселей.



Рис. 4. Исследуемое изображение

В табл. 2 для изображения, приведенного на рисунке 4, указаны при  $R_1 = R_2 = 4$  результаты вычислений значений  $E_{r_1 r_2}$ ,  $r_1 = 1, 2, \dots, R_1$ ,  $r_2 = 1, 2, \dots, R_2$ , в частотных интервалах  $\Omega_{r_1 r_2}$ ,  $r_1 = 1, 2, \dots, R_1$ ,  $r_2 = 1, 2, \dots, R_2$ , и соответствующих сумм  $S_{r_1 r_2}^{(N_{01}, N_{02})}$  квадратов абсолютных значений коэффициентов ДПФ изображения, расширенного нулями до размерности  $N_{01} \times N_{02}$  пикселей. В табл. 2 также указано среднеквадратическое отклонение  $\delta_2$  множества значений  $S_{r_1 r_2}^{(N_{01}, N_{02})}$  относительно множества значений  $E_{r_1 r_2}$ ,  $r_1 = 1, 2, \dots, R_1$ ,  $r_2 = 1, 2, \dots, R_2$ ,

$$\delta_2 = \sqrt{\frac{\sum_{r_1=1}^{R_1} \sum_{r_2=1}^{R_2} (E_{r_1 r_2} - S_{r_1 r_2}^{(N_{01}, N_{02})})^2}{\sum_{r_1=1}^{R_1} \sum_{r_2=1}^{R_2} E_{r_1 r_2}^2}}. \quad (12)$$

Таблица 2

Суммы  $S_{r_1 r_2}^{(N_{01}, N_{02})}$  квадратов абсолютных значений коэффициентов ДПФ и энергии  $E_{r_1 r_2}$  в соответствующих частотных интервалах ( $N_1 = N_2 = 64$ )

$r_1$	$r_2$	$E_{r_1 r_2}$	Расширение изображения до следующей размерности					
			$64 \times 64$ $S_{r_1 r_2}^{(64, 64)}$	$128 \times 128$ $S_{r_1 r_2}^{(128, 128)}$	$256 \times 256$ $S_{r_1 r_2}^{(256, 256)}$	$512 \times 512$ $S_{r_1 r_2}^{(512, 512)}$	$1024 \times 1024$ $S_{r_1 r_2}^{(1024, 1024)}$	$2048 \times 2048$ $S_{r_1 r_2}^{(2048, 2048)}$
1	1	9,01e+7	9,203e+7	9,008e+	9,009e+	9,009e+	9,01e+7	9,01e+7
1	2	9,069e+5	3,523e+5				9,071e+5	9,069e+5
1	3	4,608e+	2,222e+5	9,153e+5	9,09e+5	9,074e+5	4,608e+5	4,608e+5
1	4		1,827e+5	4,606e+5	4,608e+	4,608e+	3,294e+5	3,294e+5
2	1	3,294e+5	4,53e+5	3,298e+5			1,031e+6	1,031e+6
2	2	1,031e+6	3,058e+5	1,032e+6	3,294e+5	3,294e+5	3,251e+5	3,251e+5
2	3	3,251e+5	2,065e+5	3,231e+5	1,031e+6	1,031e+6	2,157e+5	2,157e+5
2	4	2,157e+5	1,871e+5	2,149e+5	3,247e+5	3,251e+5	1,892e+5	1,892e+5
3	1	1,892e+5	2,32e+5	1,891e+5	2,155e+5	2,156e+5	4,408e+5	4,408e+5
3	2	4,408e+	2,298e+5	4,432e+5	1,891e+5	1,892e+5	2,19e+5	2,19e+5
3	3		2,086e+	2,198e+5	4,413e+5	4,409e+5	2,059e+5	2,059e+5
3	4	2,19e+5		2,066e+5	2,192e+5	2,191e+5	1,741e+5	1,741e+5
4	1	2,059e+5	1,668e+5	1,739e+5	2,061e+5	2,060e+	3,605e+5	3,605e+5
4	2	1,741e+5	1,733e+5	3,596e+5	1,741e+5		1,827e+5	1,827e+5
4	3	3,605e+5	1,808e+5	1,833e+5	3,603e+5	1,741e+5	1,713e+5	1,713e+5
4	4	1,827e+5	1,674e+5	1,712e+5	1,829e+5	3,604e+5	1,742e+5	1,742e+5
		1,713e+5	1,794e+5	1,741e+5	1,713e+5	1,828e+5		
		1,742e+5		1,741e+5	1,741e+5	1,742e+5		
сумма		9,548e+7	9,548e+7	9,548e+7	9,548e+7	9,548e+7	9,548e+7	9,548e+7
$\delta_2$			0.0237	0.000157	3.924e-5	9.771e-6	2.439e-6	6.098e-7



В табл. 3, аналогично табл. 2, приведены значения  $E_{r_1 r_2}$ ,  $S_{r_1 r_2}^{(N_{01}, N_{02})}$  в частотных интервалах  $\Omega_{r_1 r_2}$ ,  $r_1 = 1, 2, 3, 4$ ,  $r_2 = 1, 2, 3, 4$ , при различных значениях размерности  $N_{01} \times N_{02}$  расширенного изображения. Вычисления выполнены для первоначального изображения размерности  $N_1 = N_2 = 256$  (увеличенная копия изображения на рис. 4) при  $R_1 = R_2 = 4$ .

Результаты, приведенные в табл 2 и 3, показывают, что расширение изображения нулями до размерности 2048x2048 пикселей позволяет получить суммы  $S_{r_1 r_2}^{(N_{01}, N_{02})}$  квадратов абсолютных значений коэффициентов ДПФ, соответствующих частотным интервалам  $\Omega_{r_1 r_2}$ ,  $r_1 = 1, 2, 3, 4$ ,  $r_2 = 1, 2, 3, 4$ , с незначительным среднеквадратическим отклонением от оценок энергии  $E_{r_1 r_2}$ .

Значения в табл. 2 и 3 показывают, что при увеличении размерности исходного изображения выигрыш в погрешности аппроксимации значений коэффициентов ДПФ на основании интегральной оценки становится незначительным, так как большая размерность исходного изображения определяет значительное количество коэффициентов ДПФ, входящих в заданные частотные интервалы.

Таблица 3

Суммы  $S_{r_1 r_2}^{(N_{01}, N_{02})}$  квадратов абсолютных значений коэффициентов ДПФ и энергии  $E_{r_1 r_2}$  в соответствующих частотных интервалах ( $N_1 = N_2 = 256$ )

$r_1$	$r_2$	$E_{r_1 r_2}$	Расширение изображения до следующей размерности			
			256x256 $S_{r_1 r_2}^{(256, 256)}$	512x512 $S_{r_1 r_2}^{(512, 512)}$	1024x1024 $S_{r_1 r_2}^{(1024, 1024)}$	2048x2048 $S_{r_1 r_2}^{(2048, 2048)}$
1	1	1,481e+9	1,489e+9	1,481e+9	1,481e+9	1,481e+9
1	2	8,477e+6	6,302e+6	8,479e+6	8,477e+6	8,477e+6
1	3	3,304e+6	2,319e+6	3,303e+6	3,304e+6	3,304e+6
1	4	1,425e+6	7,305e+5	1,425e+6	1,425e+6	1,425e+6
2	1	8,981e+6	6,463e+6	8,978e+6	8,981e+6	8,981e+6
2	2	3,639e+6	3,632e+6	3,641e+6	3,64e+6	3,64e+6
2	3	1,859e+6	1,856e+6	1,858e+6	1,859e+6	1,859e+6
2	4	6,882e+5	6,874+5	6,881e+5	6,882e+5	6,882e+5
3	1	3,525e+6	2,6e+6	3,527e+6	3,526e+6	3,525e+6
3	2	2,463e+6	2,458e+6	2,462e+6	2,463e+6	2,463e+6
3	3	1,102e+6	1,106e+6	1,102e+6	1,102e+6	1,102e+6
3	4	3,771e+5	3,756e+5	3,772e+5	3,771e+5	3,771e+5
4	1	1,566e+6	8,34e+5	1,565e+6	1,566e+6	1,566e+6
4	2	9,712e+5	9,686e+5	9,712e+5	9,712e+5	9,712e+5
4	3	4,695e+5	4,691e+5	4,696e+5	4,695e+5	4,695e+5
4	4	1,831e+5	1,842e+5	1,833e+5	1,832e+5	1,831e+5
Сумма		1,521e+9	1,521e+9	1,521e+9	1,521e+9	1,521e+9
$\delta_2$			0.00598	3.908e-6	8.693e-7	2.122e-7

При сравнении вычислительной сложности алгоритма вычисления оценки энергии  $E_{r_1 r_2}$  исходного изображения в частотных интервалах  $\Omega_{r_1 r_2}$ ,  $r_1 = 1, 2, \dots, R_1$ ,  $r_2 = 1, 2, \dots, R_2$ , и алгоритма вычисления коэффициентов ДПФ на основании алгоритма БПФ будем рассматривать изображения различной размерности, полученные путем расширения исходного изображения нулевыми строками и столбцами до размерности 128x128, 256x256, 512x512, 1024x1024 и 2048x2048 пикселей.

**Сравнение вычислительной сложности алгоритмов.**

Приведем результаты сравнения вычислительной сложности алгоритма вычисления энергии сигналов в отдельных частотных интервалах на основе теории субполосного анализа-синтеза и алгоритма вычисления коэффициентов ДПФ на основе алгоритма БПФ.



Рассмотрим вычислительную сложность алгоритма вычисления  $M$ -мерного ДПФ множества, содержащего  $(N_0 \times N_0 \times \dots \times N_0)$  элементов, где  $N_0$  – некоторая степень числа 2. Известно [1], что если для вычисления коэффициентов преобразования с разбиением по строкам и столбцам применить одномерный алгоритм БПФ по основанию 2, то вычислительная сложность расчетов определяется  $C_{cm}$  операциями умножения,

$$C_{DFT} = MN_0^M \log_2 N_0.$$

Вычислительная сложность алгоритма вычисления энергий  $E_r$  одномерного сигнала, содержащего  $N$  отсчетов, в отдельном частотном интервале  $U_r$ ,  $r=1,2,\dots,R$ , с учетом свойств собственных чисел и собственных векторов субполосных матриц, используемых в соотношении (4), определяется выражением [2]

$$C_{CAC1} = N \frac{N + 4R}{R}.$$

Можно показать, что вычислительная сложность алгоритма вычисления частей энергий  $E_{r_1 r_2}$  изображения (двумерного сигнала), содержащего  $N_1 \times N_2$  пикселей, в отдельном частотном интервале  $\Omega_{r_1 r_2}$ ,  $r_1 = 1,2,\dots,R_1$ ,  $r_2 = 1,2,\dots,R_2$ , с учетом свойств собственных чисел и собственных векторов субполосных матриц, используемых в соотношении (10), определяется выражением

$$C_{CAC2} = N_1 N_2 \frac{(N_1 + 4R_1)(N_2 + 4R_2)}{R_1 R_2}.$$

Следовательно, отношение трудоемкости вычислений ДПФ сигналов, размерности  $N_0$  и  $N_0 \times N_0$ , и вычислений энергий сигнала, размерности  $N$ , в одномерном случае и изображения, размерности  $N_1 = N_2 = N$ , в отдельных частотных интервалах при условии  $R_1 = R_2 = R$ , определяется следующими соотношениями соответственно,

$$C_1 = \frac{N_0 \log_2 N_0}{N(N + 4R)} R, \quad (13)$$

$$C_2 = \frac{2N_0^2 \log_2 N_0}{N^2(N + 4R)^2} R^2. \quad (14)$$

В табл. 4 для  $N = 64$  и  $N_1 = N_2 = N = 64$  приведены значения величин  $C_1$  (13) и  $C_2$  (14) при различных значениях величин  $N_0$  и  $R$ . Сигналы и изображения различной размерности  $N_0$  и  $N_0 \times N_0$  получены в результате расширения нулями исходных сигналов и изображений, размерности  $N$  и  $N \times N$ , до размерности  $N_0$  и  $N_0 \times N_0$  соответственно. В таблице также на примере исходных сигнала и изображения, приведенных на рис. 1 и 4, указаны среднеквадратическое отклонение  $\delta_1$  (6) множества значений  $S_r^{(N_0)}$  относительно множества значений  $E_r$ ,  $r=1,2,\dots,R$ , и среднеквадратическое отклонение  $\delta_2$  (12) множества значений  $S_{r_1 r_2}^{(N_0 N_0)}$  относительно множества значений  $E_{r_1 r_2}$ ,  $r_1 = 1,2,\dots,R_1$ ,  $r_2 = 1,2,\dots,R_2$ .

Таблица 4

**Значение отношений вычислительной сложности алгоритмов ДПФ и вычисления интегральной оценки коэффициентов ДПФ в частотных интервалах и значение погрешности аппроксимации ( $N = N_1 = N_2 = 64$ )**

N=64		Расширение сигнала до следующей длины, $N_0$					
		64	128	256	512	1024	2048
R=2	$\delta_1$	0.00334	0.000493	0.000113	2.773e-5	6.89e-6	1.722e-6
	$C_1$	0.17	0.39	0.88	2	4.44	9.78
R=4	$\delta_1$	0.00486	0.000863	0.000203	5.015e-5	1.249e-5	3.121e-6
	$C_1$	0.3	0.7	1.6	3.6	8	17.6
R=8	$\delta_1$	0.0731	0.0179	0.00443	0.0011	0.000275	6.897e-5
	$C_1$	0.5	1.17	2.67	6	13.33	29.33
R=16	$\delta_1$	0.0812	0.0206	0.00514	0.00128	0.00032	8.011e-5
	$C_1$	0.75	1.75	4	9	20	44
$N_1=N_2=$ =64		Расширение изображения до следующей размерности, $N_{01} \times N_{02}$					
		64x64	128x128	256x256	512x512	1024x1024	2048x2048
$R_1=R_2=$ =2	$\delta_2$	0.0104	4.361e-5	1.049e-5	2.6e-6	6.485e-7	1.620e-7
	$C_2$	0.0093	0.0432	0.197	0.889	3.951	17.382
$R_1=R_2=$ =4	$\delta_2$	0.0237	1.576e-4	3.924e-5	9.771e-6	2.439e-6	6.098e-7
	$C_2$	0.03	0.14	0.64	2.88	12.8	56.32
$R_1=R_2=$ =8	$\delta_2$	0.0512	2.343e-4	7.639e-5	1.984e-5	5.004e-6	1.253e-6
	$C_2$	0.0833	0.389	1.778	8	35.555	156.444
$R_1=R_2=$ =16	$\delta_2$	0.109	0.001	1.311e-4	3.144e-5	7.854e-6	1.964e-6
	$C_2$	0.187	0.875	4	18	80	352

Значения, приведенные в табл. 4, показывают, что применение анализируемой оценки коэффициентов ДПФ позволяет существенно снизить вычислительные затраты для достижения приемлемой погрешности аппроксимации суммы квадратов абсолютных значений коэффициентов ДПФ в заданных частотных интервалах (энергии сигналов) по сравнению с использованием ДПФ для расширенных нулями сигналов и изображений.

Уменьшение величины среднеквадратического отклонения суммы квадратов абсолютных значений коэффициентов ДПФ относительного точного значения долей энергии в заданных частотных интервалах экспериментально подтверждает факт, что расширение нулями одномерного сигнала или изображения позволяет получить интерполяцию косинусного преобразования на основе большего количества коэффициентов ДКП.

Следовательно, исследованные в работе интегральные оценки коэффициентов ДПФ могут быть использованы для вычисления энергий сигналов и аппроксимации значений суммы квадратов абсолютных значений коэффициентов ДПФ, соответствующих заданным частотным интервалам, что может быть использовано при разработке эффективных методов анализа и синтеза речевых сигналов и изображений.

*Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы, гос. контракт № 14.740.11.0390.*

### Литература

1. Сергиенко, А.Б. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие [Текст] / А.Б. Сергиенко. – 3-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 768 с.
2. Жилияков, Е.Г. Методы анализа и построения функций по эмпирическим данным на основе частотных представлений [Текст] / Е.Г. Жилияков. – Белгород, Изд-во БелГУ, 2007. – 160 с.
3. Жилияков, Е.Г. Метод определения точных значений долей энергии изображений в заданных частотных интервалах [Текст] / Е.Г. Жилияков, А.А. Черноморец, И.В. Лысенко // Вопросы радиоэлектроники. – Сер. РЛТ. – 2007. – Вып. 4. – С. 115-123.



## **ON COMPUTATIONAL COMPLEXITY OF ENERGY ESTIMATION OF VOICE SIGNALS AND IMAGES**

**A.A. CHERNOMORETS**

*Belgorod National  
Research University*

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

This work provides the analysis of the estimates of the sum of squares of DFT coefficients that correspond to special frequency intervals in the normalized frequency domain. The analysis focuses on the complexity and accuracy of the computation of energies of voice signals and images based on DFT and the theory of sub-band analysis-synthesis. The comparative results of the computational complexities of the described methods are provided.

Key words: DFT, FFT, voice signal, image, integral estimate, standard deviation.

УДК 004

## ОБНАРУЖЕНИЕ И ИСПРАВЛЕНИЕ ОШИБОК ПРИ УМНОЖЕНИИ ЧИСЕЛ

**Н.И. КОРСУНОВ**  
**А.А. НАЧЕТОВ**  
**А.В. ГЛУШАК**

*Белгородский  
государственный национальный  
исследовательский университет*

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

В статье рассматривается метод функционального контроля и коррекции ошибки умножения чисел путем приведения ошибки умножения к отклонению одного из входных операндов.

Ключевые слова: обнаружение ошибки, коррекция ошибки, отклонение операнда.

При функционировании процессоров, связанных с обработкой сигналов наиболее часто используемой операцией является умножение чисел [1]. Поэтому ошибки выполнения операции умножения существенно сказываются на точности цифровой обработки сигналов и вопросы коррекции ошибки умножения чисел являются актуальными.

Известен метод обнаружения ошибки [2], в основе которого лежит многократное дублирование и определение ошибки умножения по мажоритарному принципу. Данный метод включает обнаружение отказавшего устройства умножения при параллельном выполнении одной и той же операции и требует сравнение результатов нескольких устройств с последующим их представлением уравнениями мажоритарной логики для выбора отключаемого устройства. Основное ограничение связано с работой большинства устройств без внесения ошибок. При использовании временной избыточности требуется выполнение не менее трех последовательных операций умножения. Однако, при этом не гарантируется достоверность определения неисправного устройства, так как может оказаться в течение времени выполнения контроля неверное выполнение большинства операций, поэтому использование данного метода оправдано только при кратковременном действии помехи, а в других случаях приводит к резкому росту избыточности, реализация которого при использовании временной избыточности ведет к значительной потере быстродействия.

Другой метод обнаружения ошибки умножения на применении арифметических кодов [3] связан с вычислением остатков по выбранному модулю. В контроле с помощью арифметических кодов необходимо при умножении каждой пары элементов выполнять следующие операции.

1. Вычисляется произведение  $C = AB$
2. Вычисляется остаток  $C$  по  $\text{mod } P$ .
3. Вычисляются остатки  $A$  по  $\text{mod } P$  и  $B$  по  $\text{mod } P$ .
4. Вычисляется  $C^* = A$  по  $\text{mod } P \cdot B$  по  $\text{mod } P$ .
5. Вычисляется остаток  $C^*$  по  $\text{mod } P$ .
6. Сравниваются  $C$  и  $C^*$  по  $\text{mod } P$ .

Это приводит при аппаратной реализации к росту оборудования, а при программной – к значительному увеличению времени.

Блок-схема алгоритма контроля умножения при использовании арифметических кодов представлена на рис.1.

Алгоритм включает: вычисление остатков  $A_1, B_1$  операндов  $AB$  по выбранному модулю  $P$ ; вычисление произведений  $C$  и  $C_1$  и их остатков  $C_P$  и  $C_{1P}$  по модулю  $P$ , и сравнение этих остатков для принятия решения о возникновении ошибки.

Реализация данных методов требует преобразований исходных операндов и результата, выполнение той же операции над преобразованными операндами с последующим преобразованием результата и сравнение с его ранее полученным преобразованным результатом.

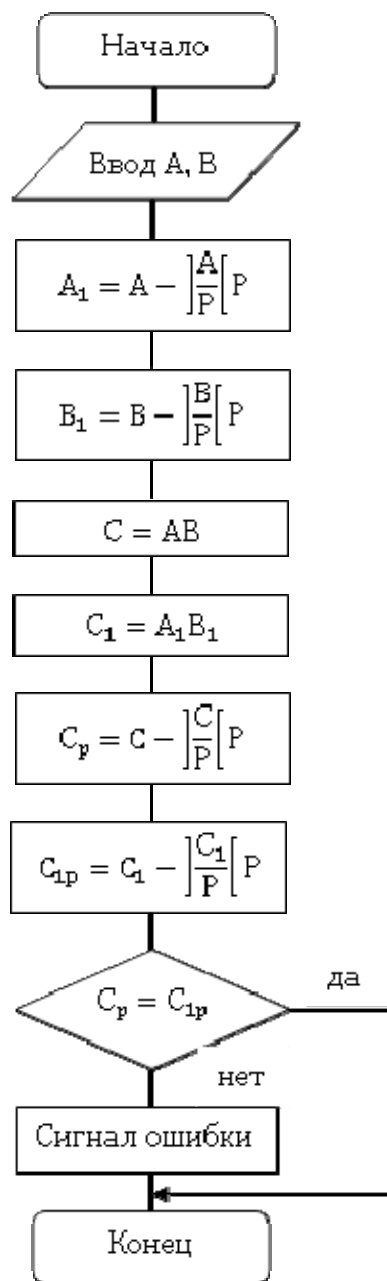


Рис. 1. Блок-схема алгоритма контроля умножения при использовании арифметических кодов

Достоинство данного метода контроля является возможность параллельных преобразований с исходными и преобразованными данными. Однако, существенным недостатком контроля с использованием арифметических кодов является отсутствие возможности коррекции ошибки.



Целью исследований, изложенных в статье, является не только обнаружение не только обнаружение ошибки выполнения умножения чисел, но и ее коррекция.

Суть предлагаемого метода состоит в следующем. Пусть выполняется операция умножения

$$C^* = A^* B^* , \tag{1}$$

в результате которой получено

$$C^* = C^* + \Delta C. \tag{2}$$

Так как (1) есть функция двух переменных, то при умножении с ошибкой представим (2) в виде [4]:

$$C(A, B) = C(A^* B^*) + \frac{dC(A, B)}{dA} \Delta A + \frac{dC(A, B)}{dB} \Delta B = A^* B^* + [B \Delta A + A \Delta B], \tag{3}$$

где выражение в квадратных скобках представляет собой ошибку  $\Delta C$ , приведенную к отклонению значений сомножителей и их исходных значений  $A^*$ ,  $B^*$ .

Введем переменную

$$\Delta \alpha = \Delta A + \frac{A}{B} \Delta B. \tag{4}$$

Введение переменной  $\Delta \alpha$  (4) приводит к тому, что выражение в квадратных скобках в (3) представляется линейной функцией введенной переменной и определяет функцию ошибки умножения

$$C_1 = C_0^* + \Delta C_1 = A_0 B_0 + B_0 \Delta \alpha \tag{5}$$

Так как произведение представляется семейством параллельных прямых в плоскости  $(CA)$  проходящих через ноль под углом тангенс которых равен  $B$ , то ошибка  $\Delta C$  также представляется в плоскости  $\Delta CB$  семейством прямых проходящих под углом, тангенс которого равен  $\sqrt{\alpha}$ , через точки оси координат, задаваемые значениями  $A$ .

Это позволяет, зная  $\Delta C$  и  $B$ , определить значения  $A$ , либо по значениям  $A, B$  и  $\Delta C$  определить  $\Delta \alpha$ .

Линейная зависимость произведения и ошибки произведения и ошибки позволяет по значениям двух произведений при фиксированном значении  $A = A_0$  определить наличие ошибки, в произведении вызванное воздействием помехи. Наложим ограничение на длительность помехи, определяемую временем выполнения двух умножений.

Тогда, если первое умножение дает значение  $C_1$ , определяемое (5), то второе умножение дает

$$C_2 = C_0 + \Delta C_2 = A \Delta B_1 + B_1 \Delta \alpha , \tag{6}$$

а так как в соответствии с (4)  $\Delta \alpha$  не зависит от  $B$ , то

$$C_2 = (A_0 + \Delta \alpha) + (B_0 + \Delta B) = A_0 B_0 + B_0 \Delta \alpha + A_0 \Delta B + \Delta B \Delta \alpha \tag{7}$$

Вычитая из (7) значение полученное при первом умножении (5) получаем

$$\delta C = C_2 - C_1 = A_0 \Delta B + \Delta B \Delta \alpha \tag{8}$$

Выбрав приращение  $\Delta B = 1$ , получаем

$$\delta C = A_0 + \Delta \alpha = A \tag{9}$$

Используя выражение (9) можно наличие ошибки умножения определить в виде отклонения значения  $A$ , эквивалентного наличию ошибки произведения как

$$\Delta\alpha = A - A_0, \quad (10)$$

и, если  $\Delta\alpha$  превышает некоторый порог, то формируется сообщение «ошибка умножения», установление флажка в единицу.

Алгоритм реализующий данный метод приведен на рис. 2.

В соответствии с описанным подходом к обнаружению ошибки умножения, алгоритм определения ошибки может быть представлен в виде приведенном на рис. 2 и включает следующую последовательность шагов:

1. Проводят умножение чисел  $A_0B_0$  представленных при нормализации (5).
2. Увеличивают сомножитель  $B_0$  на 1 и проводят умножение  $A_0$  на  $B_1 = B_0 + 1$  (7).

Если предполагать использование двух устройств умножения при действии той же помехи, то ограничение на длительность помехи можно снять, при одновременном выполнении двух умножений.

3. Вычитают результаты полученных произведений и определяют абсолютное значение разности (9).

4. Из полученного значения вычитают сомножитель  $A$  (10).

5. Сравнивают полученное значение с пороговым и в зависимости от результата сравнения флажок устанавливается в единицу или в ноль.

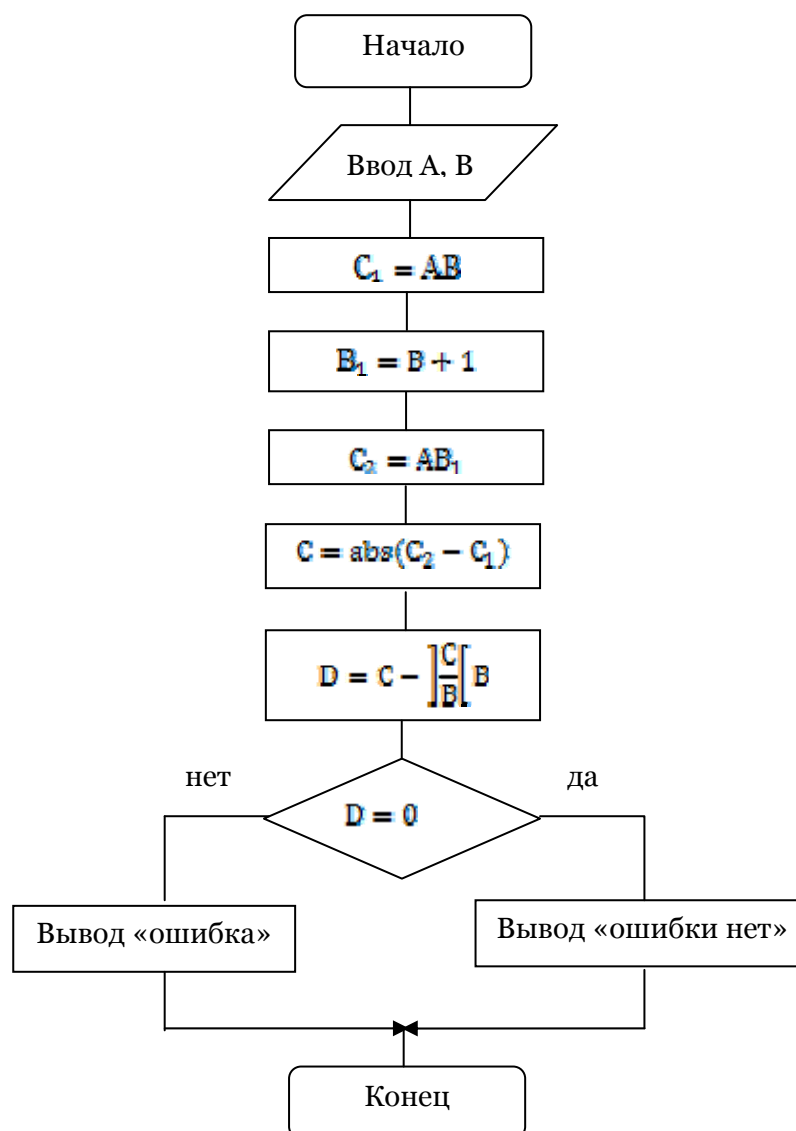


Рис. 2. Блок-схема алгоритма обнаружения ошибки умножения предложенным методом

Временные затраты на обнаружение ошибки определяются

$$\tau = 2\tau_{\text{ои}} + 2\tau_{\text{не}} + \tau_{\text{е}} + \tau_{\text{но}}$$

где  $\tau_{\text{ои}}$  – время выполнения умножения,  $\tau_{\text{сл}}$  – время сложения/вычитания,  $\tau_{\text{и}}$  – время добавления единицы,  $\tau_{\text{сп}}$  – время установки флажка.

При обнаружении ошибки с использованием арифметических кодов выполняют:

1. Нахождение остатков операндов сомножителей.
2. Вычисление произведения чисел.
3. Определение остатка полученного произведения.
4. Вычисление произведения остатков сомножителей.
5. Округление остатка произведения остатков.
6. Сравнение полученных остатков и установка флажка.

Как и в предложенном подходе обнаружения ошибки умножения используют два умножения и сравнение с установкой флажка. Но в отличие от предложенного определения наличия ошибки, где выполняется два сложения и добавление единицы, при использовании арифметических кодов определяют четыре остатка по выбранному модулю, время вычисления которых превышает суммарное время трех сложений.

Кроме этого, при использовании арифметических кодов неизменным условием является выполнение умножения остатков без ошибки, при этом нет возможности даже косвенного округления величины ошибки.

Предложенный подход при увеличении временных затрат, вследствие непосредственного формирования значения отклонения сомножителя, позволяет корректировать ошибку произведения.

Таким образом, приведенный метод обнаружения ошибки умножения по сравнению с обнаружением ошибки с использованием арифметических кодов не требует выполнения хотя бы одного умножения абсолютно точно, более быстродействующий и формирует значение, которое может быть использовано для коррекции ошибки умножения при увеличении временных затрат.

### Литература

1. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов "Информатика и вычислительная техника" / Сергиенко А.Б.; Рец.: С.П. Еркович, Г.И. Ревунков; М-во образования РФ., Федеральная целевая программа "Культура России". Поддержка полиграфии и книгоиздания России. – СПб.: Питер, 2003. – 604 с.: ил., табл. – (Учебник для вузов. – Прил.: с. 508-582.-Библиогр.: 583-585.-Алфавитный указ.: с. 586-603
2. Луцик Ю.А., Лукьянова И.В. Арифметические и логические основы вычислительной техники
3. Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров = Mathematical handbook for scientists and engineers: Definitions, theorems and formulas for reference and review/ Korn G.A., Korn T.M.: Определения, теоремы, формулы / Корн Г., Корн Т.; Под общ. ред. И.Г. Арамановича; Пер.: И.Г. Арамановича, А.М. Березмана, И.А. Вайнштейна, Л.З. Румшинского, Л.Я. Цлафа. – 2-е изд. – М.: Наука, 1970. – 720 с.: ил. – Библиогр.: с. 682-684.-Указ. важнейших обозначений: с. 685-687.-Предметный указ.: с. 688-720
4. Патент №2439674Российская Федерация, МПК. Способ формирования отказоустойчивой вычислительной системы и отказоустойчивая вычислительная система / А.С. Сыров, В.П. Андреев и др.; опубл. 10.01.2012. Бюл. №1.



## **DETECTION AND CORRECTION OF ERRORS IN MULTIPLY**

**N.I. KORSUNOV**

**A.A. NACHETOV**

**A.V. GLUSHAK**

*Belgorod National  
Research University*

*e-mail: [aleksandr@nachetov.org.ua](mailto:aleksandr@nachetov.org.ua)*

In the article a method of functional control and error correction by multiplying the number of multiplication error reduction in the rejection of one of the input operands.

Key words: error detection, error correction, the deviation of the operand.

УДК 004.932

## СТРУКТУРА НЕЙРОСЕТИ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НА АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ ЭНЕРГИЙ ПО ЧАСТОТНЫМ ИНТЕРВАЛАМ

**Е.Г. ЖИЛЯКОВ****А.Ю. ЛИХОШЕРСТНЫЙ****В.В. КРАСИЛЬНИКОВ**

*Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет*

*e-mail: Zhilyakov@bsu.edu.ru  
ozzy.osbourne.man@gmail.com*

В статье рассматривается новый метод распознавания объектов на снимках земной поверхности на основе построения нейронной сети, в которой вычисляются доли энергии выделяемых объектов.

Ключевые слова: аэрокосмические снимки, нейронная сеть, частотное представление, доли энергии, распознавание образов.

Мониторинг состояния земной поверхности осуществляется на основе процесса дешифрирования снимков и, в частности, выделения объектов с той или иной точки зрения, составляющий единый класс. Такие процедуры естественно называть распознаванием объектов. Причем для реализации этой процедуры применяется предварительное обучение, заключающееся в описании класса искомого объекта на основе задания значений признаков из некоторого их пространства. Выбор пространства признаков является важнейшим этапом подготовки к решению задачи распознавания объектов. Другой важный аспект процедуры распознавания заключается в выборе инструмента, с помощью которого производится сопоставление значений признаков анализируемого объекта с их значениями, полученными на этапе обучения. Предполагается, что этап обучения осуществляется по объекту-образу (фрагменту изображения), который указывается оператором, в том числе непосредственно на обработанном изображении.

В каждой из задач распознавания присутствует некоторый объект, представленный значениями своих признаков, а также некоторое число классов, к одному из которых необходимо отнести данный объект. Таким образом, распознавание — это отнесение некоторого неизвестного объекта по его описанию к одному из классов.

Распознавание производится по прецедентам, классификация которых известна и которые в виде формализованных описаний могут быть предъявлены алгоритму распознавания для настройки на задачу в процессе обучения.

Одним из современных подходов распознавания объектов на аэрокосмических изображениях является построение нейронных сетей. Одной из ведущих программных систем, использующих для дешифрирования нейронные сети, является ENVI. Для автоматизированного распознавания объектов на аэрокосмических снимках эта программная система использует следующие три группы признаков распознавания: геометрические (форма, размер); яркостные (уровень яркости, цвет); структурные (текстура, структура). Недостатками таких подходов являются:

- сложность распознавания в условиях сильных помех на изображении;
- необоснованное отнесение объектов снимка в один и тот же класс (рис. 1);
- слабая адаптация существующих методов автоматизированного распознавания к изменяющимся условиям съемки и обработки изображений;
- для разных классов объектов порой приходится подбирать различные функциональные модели объектов.



Рис. 1. Результат распознавания частных домов байесовским методом в ENVI

Одной из перспективных возможностей изменения ситуации в области автоматизированного распознавания являются разработка и внедрение программно-технологических средств, которые используют новые методы обработки космофотоснимков на основе частотных представлений.

Новизна идеи состоит в использовании нового метода обнаружения и выделения объектов, где в качестве группы признаков распознавания берутся энергетические характеристики изображения (доли энергии распознаваемых объектов) и на их основе строится нейронная сеть.

Основная цель работы состоит в разработке, исследовании и программной реализации алгоритма нейросетевого распознавания объектов на аэрокосмических изображениях на основе анализа распределения их энергий по частотным интервалам.

Поставленная цель достигается решением следующих конкретных задач:

1. Вычисление долей энергии изображения, которые являются многомерным вектором признаков распознавания;
2. Построение нейронной сети для выделения и идентификации объектов на космических снимках, группами признаков распознавания для которого являются доли энергии каждого объекта изображения;
3. Оценивание работоспособности разработанных алгоритмов на основе вычислительных экспериментов с реальными изображениями.

При распознавании объектов на изображении исходными данными является массив значений интенсивностей для каждого пикселя. Очевидно, этот массив можно представить в виде многомерного вектора признаков, но распознавание в подобном пространстве признаков неосуществимо. Даже небольшая смена ракурса приведет к тому, что значения интенсивностей большинства пикселей изменятся, т.е. образы одного класса в данном пространстве занимают области, имеющие очень сложные формы. Понятно, что каждый из этих признаков (значений интенсивностей отдельных пикселей) мало информативен: даже выкинув значительную часть пикселей, человек сможет распознать объект практически также хорошо, как и по исходному изображению. С другой стороны, чтобы отличить, например, мяч от линейки, нам достаточно только одного такого признака, как форма. Это означает, что в рамках данной задачи существуют некоторые признаки, в пространстве которых классы образов будут хорошо отделимы с помощью сравнительно простых процедур

распознавания. К сожалению, такие признаки очень сложным образом зависят от исходных описаний, с чем и связана трудность проблемы выбора признаков.

Основной проблемой, связанной с представлениями на пиксельном уровне, является проблема эффективности этих представлений в целях их хранения и передачи. Представления на пиксельном уровне являются исходными для любых приложений интерпретации изображений с помощью цифровых вычислительных машин. Именно потому, что такое представление является общим для различных задач компьютерной обработки изображений, часто говорят, что «изображения – это массивы пикселей».

Представления на пиксельном уровне содержат в себе всю имеющуюся информацию о наблюдаемой сцене, но в форме, неудобной для автоматического анализа. Это и вызывает необходимость привлечения других представлений изображений с целью извлечения содержащейся в них релевантной информации.

В связи с этим возникает естественное желание представить изображение как элемент некоторого математического пространства, чтобы воспользоваться уже введенными на нем операциями. Часто отображение из пиксельного представления в выбранное математическое пространство является взаимно однозначным и непосредственно выражается через исходные значения интенсивностей, а результаты математических операций над изображениями снова представляются в виде массива пикселей.

Существующие на данный момент строгие математические модели изображений являются достаточно низкоуровневыми и имеют ограниченную область применения.

В качестве основных причин различия внешнего вида одного и того же объекта на разных изображениях можно назвать[7]:

- смену ракурса (пространственное преобразование);
- изменение освещения (преобразование интенсивности);
- смену типа сенсора;
- собственную изменчивость объекта (например, сезонные изменения на аэрокосмических фотографиях).

Следовательно, для назначения меток необходимо построить описания изображений, инвариантные перечисленным преобразованиям. К сожалению, математические модели позволяют добиться инвариантности только по отношению к весьма ограниченным классам преобразований. Изменчивость других типов, вызванная, например, сменой сенсора или собственными изменениями объекта, оказывается трудноформализуемой, так как сильно зависит от свойств объектов наблюдения.

Одна из проблем заключается в том, чтобы построить инвариантные представления, потеряв при этом как можно меньше полезной информации. Представления, решающие в той или иной степени эту задачу, обращаются к структуре изображения, т. е. к взаимосвязям между различными пикселями, поэтому такие представления часто называют структурными.

Структура возникает из-за периодического повторения значений коэффициента отражения точек некоторой физической поверхности, что вызывает периодические (но, возможно, искаженные перспективой) повторения значений интенсивностей пикселей изображения [7]. Природные объекты, однако, не обладают подобной регулярной периодической структурой. Тем не менее пространственные вариации значений коэффициента отражения у таких объектов также содержат некие закономерности, различные для разных объектов. При этом повторяются не интенсивности отдельных пикселей, а значения некоторых параметров (текстурных признаков) в локальных распределениях интенсивностей пикселей. Это позволяет выделять на изображении области, соответствующие разным объектам, что и является целью структурной сегментации изображения. Структурный анализ может использоваться не только для выделения объектов на изображении, но и непосредственно для их распознавания.

Изображение можно определить как двумерную функцию  $f_{ik}$ , где  $i=1,2,\dots,M$  и  $k=1,2,\dots,N$  – координаты в пространстве (конкретно, на плоскости), и значение  $f$  которой в любой точке, задаваемой парой координат  $(i,k)$ , называется интенсивностью изображения в этой точке [1,2,6].



Частотным представлением функции  $f_{ik}$  называется следующее выражение [3-5]:

$$f_{ik} = \frac{1}{4\pi^2} \int_{-\pi}^{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} F(u, v) e^{ju_i} e^{jv_k} du dv \quad (1)$$

Здесь  $e^{ju_i}$  и  $e^{jv_k}$  – базисные функции (функции представляются в базисе Фурье), аргументы  $u$  и  $v$  – круговые частоты, отражающие периодичность (цикличность) изменений исходной функции  $f_{ik}$  с изменением аргументов  $i$  и  $k$ .

В качестве весовой функции  $F(u, v)$  можно использовать трансформанту Фурье:

$$F(u, v) = \sum_{i=1}^M \sum_{k=1}^N f_{ik} e^{-ju(i-1)} e^{-jv(k-1)} \quad (2)$$

На основе равенства Парсеваля энергию изображения можно представить в виде суммы:

$$\sum_{i=1}^M \sum_{k=1}^N f_{ik}^2 = \frac{1}{4\pi^2} \int_{-\pi}^{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} |F(u, v)|^2 du dv = \sum_{r=1}^{R_x} \sum_{m=1}^{R_y} P_{\Omega_{r,m}} \quad (3)$$

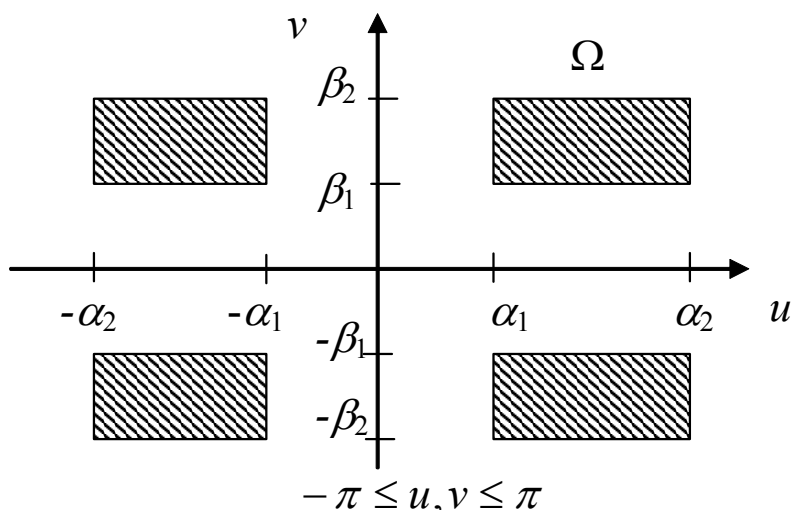
где значение доли энергии  $P_{\Omega_{r,m}}$  двумерного сигнала  $f_{ik}$  в двумерной частотной области  $\Omega_{ik}$ :

$$P_{\Omega_{r,m}} = \frac{1}{4\pi^2} \iint_{(u,v) \in \Omega_{ik}} |F(u, v)|^2 du dv \quad (4)$$

В качестве области  $\Omega_{ik}$  рассматривается следующая центрально-симметричная область частотной плоскости [4]:

$$\Omega_{ik} : \{ \Omega_{ik}(u, v) \mid (u \in [\alpha_1, \alpha_2], v \in [\beta_1, \beta_2]) \cup (u \in [\alpha_1, \alpha_2], v \in [-\beta_2, -\beta_1]) \cup (u \in [-\alpha_2, -\alpha_1], v \in [-\beta_2, -\beta_1]) \cup (u \in [-\alpha_2, -\alpha_1], v \in [\beta_1, \beta_2]) \} \quad (5)$$

где  $0 \leq \alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2 \leq \pi$



Если в правую часть представления (4) подставить определение (2), то после преобразований можно получить соотношение [5]:

$$P_{rm} = \frac{\text{tr} (A_r^T \cdot \Phi \cdot B_m \cdot \Phi^T)}{\sum_{i=1}^M \sum_{k=1}^N f_{ik}^2} \quad (6)$$



где элементы матриц  $A=(a_{i_1i_2})$  и  $B=(b_{k_1k_2})$  вычисляются следующим образом:

$$a_{i_1i_2} = \begin{cases} \frac{\sin(\alpha_2(i_1 - i_2)) - \sin(\alpha_1(i_1 - i_2))}{\pi(i_1 - i_2)}, & i_1 \neq i_2, \\ \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\pi}, & i_1 = i_2, \end{cases}$$

$$b_{k_1k_2} = \begin{cases} \frac{\sin(\beta_2(k_1 - k_2)) - \sin(\beta_1(k_1 - k_2))}{\pi(k_1 - k_2)}, & k_1 \neq k_2, \\ \frac{\beta_2 - \beta_1}{\pi}, & k_1 = k_2. \end{cases} \quad (7)$$

Здесь  $\Phi$  – исходное изображение,  $\text{tr}ec$  – след матрицы.

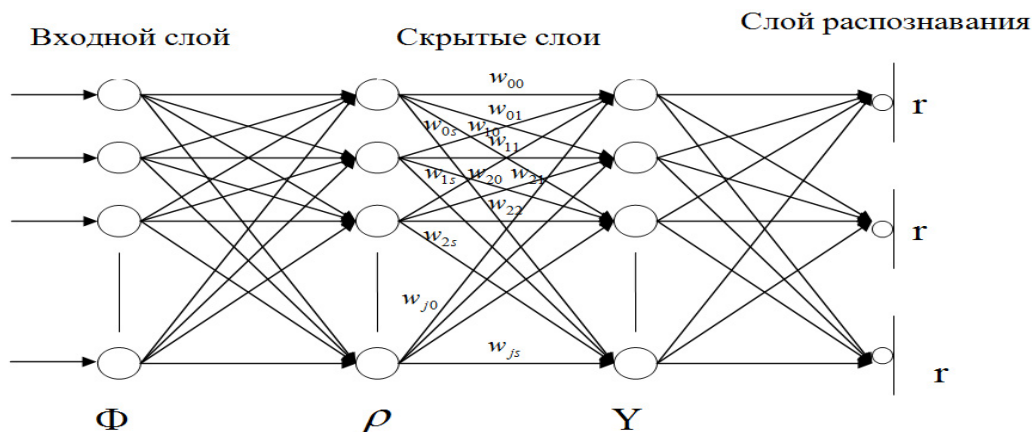
Возможность проведения анализа изображений на основе частотных представлений определяется тем, что в графических данных, зачастую, наблюдается квазипериодичность отображаемых процессов. На изображении могут присутствовать повторяющиеся объекты, которые задают некоторую периодичность изменения яркости изображения.

На первом шаге на изображении выделяется определенный объект изображения, который будет служить эталоном для распознавания других подобных объектов (рис. 2).



Рис. 2. Задание эталона для распознавания

На втором шаге строится нейронная сеть. Топология сети имеет следующий вид:



Здесь на входной слой подаются исходные данные (значения интенсивностей пикселей изображения). В скрытом слое вычисляются доли энергии, а на его выходе сумма произведений значений долей энергии и весовых коэффициентов. На слое распознавания вычисляется ошибка распознавания (относительная среднеквадратическая погрешность) относительно желаемого отклика.

Алгоритм обучения имеет следующий вид:

1. Поступление на входной слой исходных данных.
2. Инициализация весовых коэффициентов:

$$w_{sj} = \frac{1}{M * N}$$

3. Вычисление долей энергии на первом скрытом слое:

$$P_{rm}^{норм} = \frac{tr(A_r^T \cdot \Phi \cdot B_m \cdot \Phi^T)}{\sum_{i=1}^M \sum_{k=1}^N f_{ik}^2} \quad (8)$$

4. Получение одномерного вектора:

$$P_{rm}^{норм} \rightarrow \rho_j = \rho_{(r-1)R_1 + m + 1},$$

$$j = (r-1)R_1 + m + 1,$$

$$m = 1, \dots, R_2$$

5. while (  $\varepsilon > r$  ) do:

- a) Поиск инвариантов с точностью допуска  $\gamma$  на втором скрытом слое:

$$Y^{(l)}_s = \sum_{j=1}^{R_1 * R_2} w^{(l)}_{js} \rho_j \quad (9)$$

- б) Вычисление относительной среднеквадратической погрешности:

$$\varepsilon^{(l)} = \sqrt{\frac{\sum_{s=1}^{R_1 * R_2} (Y^{(l)}_s - \rho_s)^2}{\sum_{s=1}^{R_1 * R_2} \rho_s^2}} \quad (10)$$

где  $\rho_s$  – желаемый отклик.

- в) Изменение весовых коэффициентов для второго скрытого слоя:

$$w_{sj}^{(l+1)} = w_{sj}^{(l)} + \mu * \varepsilon^{(l)} * \frac{\rho_j^{\min} * \rho_j}{\rho_j^{\max}} * \frac{Y_s}{Y_s^{\max}} \quad (11)$$

где  $\mu = 0, \dots, 1$  – коэффициент скорости обучения.

г) Конец цикла while.

6. Завершение обучения.

Результаты распознавания представлены на рис. 3.



Рис. 3. Результаты распознавания

Ошибки распознавания первого и второго рода:

$$Er_1 = \frac{N_{o1}}{N_{пол}} * 100\% = 0\%$$

$$Er_2 = \frac{N_{o2}}{N_{пол}} * 100\% = 0\%$$

где  $N_{o2}$  – количество объектов, ошибочно отнесенных к интересующему классу распознавания;  $N_{пол}$  – количество объектов на снимке, которые относятся к классу распознавания;  $N_{o1}$  – количество объектов, принадлежащих к классу распознавания, но не отнесенных к нему.

*Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России», на 2009-2013 годы, гос. контракт № 14.740.11.0390.*

### Литература

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2006. – 1072 с.
2. Грузман И.С. Цифровая обработка изображений в информационных системах. Учебное пособие. – Новосибирск, 2000. – 166 с.
3. Жилияков Е.Г. Вариационные методы анализа и построения функций по эмпирическим данным на основе частотных представлений. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2007. – 160 с.
4. Жилияков Е.Г. Метод определения точных значений долей энергии изображений в заданных частотных интервалах / Е.Г. Жилияков, А.А. Черноморец, И.В. Лысенко // Вопросы радиоэлектроники. – Сер. РЛТ, 2007. – Вып. 4. – С. 115-123.
5. Жилияков Е.Г. Оптимальная фильтрация изображений на основе частотных представлений / Е. Г. Жилияков, А.А. Черноморец // Вопросы радиоэлектроники. Сер. ЭВТ. – 2008. – Вып.1. – С.118-132.



6. Ярославский Л.П. Введение в цифровую обработку изображений. – М.: Сов. радио, 1979. – 312 с.

7. Потапов А.С. Распознавание образов и машинное восприятие / А.С. Потапов. Спб: – Политехника, 2007. – 552 стр.

## **THE STRUCTURE OF NEURAL NETWORKS FOR OBJECT RECOGNITION IN THE AEROSPACE IMAGES BY ANALYZING THE DISTRIBUTION OF ENERGY OVER THE FREQUENCY RANGES**

**E.G. ZHYLYAKOV**  
**A.U. LIKHOSHERSTNYI**  
**V.V. KRASILNIKOV**

*Belgorod National  
Research University*

*e-mail: Zhilyakov@bsu.edu.ru  
ozzy.osbourne.man@gmail.com*

In the article discusses a new method for recognition of objects or images the earth's surface by constructing a neural network, which calculated the proportion of energy allocated objects.

Key words: aerospace images, neural network, frequency representation, the proportion of energy pattern recognition.

УДК 621.396

**ГЕТЕРОГЕННЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ****С.Н. МАЛИКОВ<sup>1</sup>**  
**В.Л. САФОНОВ<sup>2</sup>**  
**С.М. ЧУДИНОВ<sup>2</sup>**<sup>1</sup>ОАО «НИИ Супер ЭВМ»<sup>2</sup>ОАО «НИИВК им. М.А. Карцева»,

г. Москва

e-mail: [myamlik@rambler.ru](mailto:myamlik@rambler.ru)e-mail: [safonovvl@yandex.ru](mailto:safonovvl@yandex.ru)e-mail: [chud35@yandex.ru](mailto:chud35@yandex.ru)

Краткое содержание: в материалах статьи излагаются научно-практические результаты по разработке и внедрению гетерогенных вычислительных систем цифровой обработки сигналов.

Ключевые слова: вычислительные системы и комплексы, четырехпроцессорный ВК «Эльбрус – 90 микро», программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС), вычислительные комплексы обработки сигналов, гетерогенные вычислительные системы цифровой обработки сигналов.

Вычислительные системы и комплексы (ВК), применяемые в системах для обработки радиолокационной и гидроакустической информации в режиме реального времени, должны удовлетворять ряду требований, которые обусловлены особенностями использования ВК и обеспечиваются специальными техническими решениями с учетом специфики выполняемых задач и условий эксплуатации. Например, цифровой вычислительный комплекс (ЦВК) [1] на базе использования высокопроизводительных ЭВМ «Эльбрус-90 микро» в составе гидроакустического комплекса (ГАК) обеспечивает обработку гидроакустических сигналов. Гидроакустические системы предъявляют наибольшие требования к ЦВК, которые реализуют решения следующих задач: формирование пространственно-частотных спектров сигналов, адаптивная корреляционная обработка, пороговая и траекторная обработка, идентификация и классификация наблюдаемых объектов, гидроакустические расчеты, отображение и регистрация результатов обработки, управление подсистемами ГАК.

Основными требованиями к ЦВК: производительность (десятки и даже сотни млрд. операций в секунду), емкость памяти и пропускная способность каналов, необходимые для решения задач в реальном времени; высокая надежность (среднее время безотказной работы не менее 20 тыс. часов); ограничение энергопотребление; малый объем аппаратуры; бесшумность работы; устойчивость к механическим воздействиям; простота обслуживания и ремонта; обеспечение условий для разработки сложного функционального программного обеспечения (ФПО); структура и состав аппаратуры ЦВК, выполняемые задачи показано на рисунке 1.

Надежность ЦВК можно повысить путем автоматического переключения на резервное устройство при отказе рабочего устройства, а высокое быстродействие при ограниченном энергопотреблении – за счет применения в составе ЦВК специализированных вычислителей (СВ), имеющих существенно более высокий, чем у универсальных ЭВМ, показатель «производительность/энергопотребление». Бесшумность и устойчивость к механическим воздействиям достигается применением кондуктивно-жидкостного охлаждения аппаратуры, простота обслуживания и ремонта – комплексом программно-аппаратных средств определения места неисправности с точностью до модуля в составе запасного оборудования ГАК.

ЦВК проектируется из комплектующих изделий (КИ) отечественной разработки. Основным универсальным вычислительным средством ГАК был выбран четырехпроцессорный ВК «Эльбрус – 90 микро», а для реализации спецвычислителя на СБИС отечественной разработки использовались программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС), как показано на рис. 1.

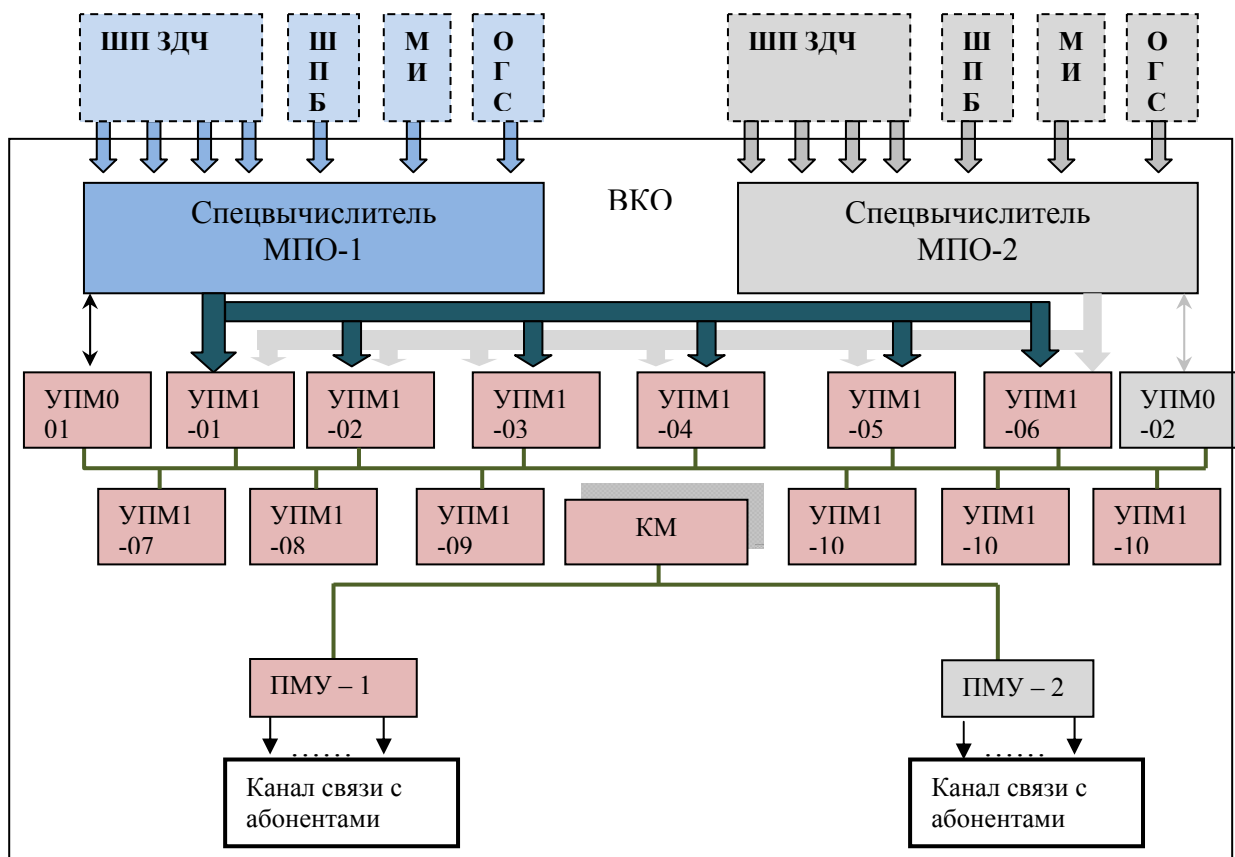


Рис. 1. Интегральные схемы

УПМ – универсальный процессорный модуль на основе ВК «Эльбрус – 90 микро»;  
 ПМУ – процессорный модуль управления;  
 КМ – коммутатор ЛВС;  
 ВКОС – вычислительный комплекс обработки сигналов;  
 МПО – модуль предварительной обработки (спецвычислитель)

<b>ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ЗАДАЧИ</b>	
Этап обработки	Параметры ЦВК
Прием и накопление информации от систем	400 MB/s
Формирование пространственно-частотного спектра сигналов (ФПЧСС)	30 GFLOPs
Адаптивная пространственно – частотно – временная обработка Первичная обработка (ПО) Вторичная обработка (ВО) Гидроакустические расчеты (ГАР)	200 SPECfp95
Отображение, регистрация данных и управление системой (СОРД)	25 SPECfp95

<b>АППАРАТУРА</b>	
шкаф ВКОС-1	шкаф ВКОС-2
Блок электропитания и инженерного управления	Блок электропитания и инженерного управления
Специализированный вычислитель МПО	Специализированный вычислитель МПО
Многомашинный универсальный вычислительный комплекс	Многомашинный универсальный вычислительный комплекс
<b>Блоки пультовых приборов</b>	
Универсальный ВК	Универсальный ВК

Рис. 2. Структура и состав аппаратуры ЦВК, выполняемые задачи

ЦВК состоит из вычислительного комплекса обработки сигналов (ВКОС) и двух процессорных модулей управления (ПМУ), установленных в пультовые приборы ГАК.

ВКОС содержит два одинаковых спецвычислителя (СВ) и универсальную процессорную часть (УПЧ), имеющую 14 универсальных процессорных модуля (УПМО-2шт. и УПМ1-12 шт.) и два коммутатора (КМ) локальной вычислительной сети (ЛВС) с дублированными связями между КМ и устройствами УПМО, УПМ1, ПМУ. Полная рабочая конфигурация ЦВК имеет 11 устройств УПМ1 и по одному устройству УПМО, СВ, КМ, ПМУ. Остальные устройства (по одному УПМО, УПМ1, КМ, ПМУ) составляют «горячий» резерв для автоматической замены отказавшего устройства рабочей конфигурации ЦВК на резервное с последующим восстановлением полного состава резервных устройств путем их замены.

Спецвычислитель обеспечивает предварительную обработку – формирование пространственно-частотных спектров сигналов (ФПЧСС). СВ построен на принципах параллельной и конвейерной обработки информации информации с встроенной аппаратной реализацией алгоритмов.

Локальное управление модулем МПО-1 осуществляется ячейкой МЛУ, которая также обеспечивает обмен информацией между УМПО и ячейками модуля МПО-1.

При работе ЦВК производится непрерывный контроль исправности аппаратуры, а также автоматическая реконфигурация комплекса, при которой отказавший модуль в составе ЦВК заменяется на резервный переключением соответствующих каналов связей. Непрерывный контроль работоспособности с указанием места неисправности осуществляется следующим образом. На входе спецвычислителя информация от устройства сопряжения ГАК дополняется контрольным сигналом-тестом, который обрабатывается СВ аналогично рабочим сигналам. На выходе каждой ячейки СВ вычисляется сигнатура результатов обработки сигнала теста и производится сличение вычисленной сигнатуры с эталонным значением, которое хранится в данной ячейке. Если вычисленная сигнатура не совпадает с эталонной, то в ячейке МЛУ формируется код неисправности ячеек СВ, в котором номер разряда соответствует номеру ячейки СВ, где появился признак неисправности. Из МЛУ код неисправности СВ передается в устройство УПМО. Анализ кода в универсальной процессорной части ЦВК позволяет определить адрес неисправной ячейки СВ. При этом производится переключение каналов во ВКОС, в результате которого неисправный СВ заменяется резервный в рабочей конфигурации ЦВК и передается на ремонт.

В большинстве случаев ремонт СВ сводится к замене неисправной ячейки по адресу, определенному в результате анализа кода неисправности СВ, на ячейку из состава запасного оборудования ГАК. В некоторых случаях оказывается необходимым провести дополнительный анализ с использованием специальных тестовых сигналов на входе СВ, которые обрабатываются аналогично рабочим сигналам.

ЦВК обладает комплексом программ технического обслуживания (КПТО), который обеспечивает более глубокий контроль аппаратуры ЦВК, чем это происходит в режиме непрерывного контроля одновременно с выполнением штатной обработки сигналов. КПТО имеет наглядное, удобное для операторов отображение результатов контроля на экранах пультовых приборов ГАК. Программы КПТО применяются при ремонте, отдельные программы КПТО включаются в состав функционального программного обеспечения ГАК для непрерывного контроля работоспособности ЦВК и ГАК, универсальной процессорной части ЦВК, пультовых приборов.

ЦВК построен с учетом того, что за время его эксплуатации может потребоваться модернизация для улучшения тактико-технических показателей и эксплуатационных характеристик ГАК.

Увеличение вычислительных ресурсов ЦВК (производительности, емкости памяти, пропускной способности каналов связи) достигается заменой примененных в ЦВК модификаций ЭВМ на новые, более совершенные модификации ЭВМ «Эльбрус-90 микро» (с сохранением функционального ПО). Модернизация спецвычислителя может происходить в нескольких направлениях: перевод СБИС на основе ПЛИС в заказные СБИС; замена устаревших ПЛИС на перспективные; построение СВ на основе СБИС широкого применения – сигнальные микропроцессоры (МП), универсальные МП (многоядерные и др.).



Разработка модернизированного СВ с использованием архива документации и образцов ячеек и логических СБИС на ПЛИС позволит существенно сократить затраты времени и средств по отношению к разработке нового СВ без прототипа. При этом можно создать систему автоматизированного перевода СБИС и ячеек существующего прототипа в заказные СБИС и микросхемы на новых типах ПЛИС.

В настоящее время указанный вычислительный комплекс проходит испытания. Ведутся работы по его совершенствованию, направленные на повышение надёжности, расширению функциональных возможностей, упрощение структуры связей, реализации адаптивного подхода к организации вычислительного процесса.

Дальнейшее развитие гетерогенных систем связано с преодолением противоречия между синхронным поступлением входных данных, синхронной многопоточной обработкой данных специализированными устройствами цифровой обработки сигналов на основе ПЛИС и СБИС и принципиально асинхронной обработкой данных вычислительными комплексами общего назначения. Очевидны разрешение данного противоречия на основе буферизации данных в синхронных устройствах, но возможности подобных подходов не безграничны. Работы по совершенствованию системы аппаратных прерываний остались в прошлом: разработка уникальных вычислительных систем для уникальных применений экономически не оправдано. Представляется, что уменьшение стоимости и повышение быстродействия асинхронных вычислительных устройств поможет найти комплексные подходы к решению указанной проблематики на основе распараллеливания приёма: создания динамического «горячего резерва» свободных устройств асинхронной обработки.

### Литература

1. Мухтарулин В.С., Нейман В.М., Новиков А.А., Новожилов В.А. Вычислительные комплексы обработки сигналов./Радиоэлектронная промышленность России-М.: ООО «ИД «Военный парад», 2010 стр.270-273
2. Галушкин А.И. Тенденции развития разработки отечественных суперкомпьютеров, 14-я Международная конференция «Цифровая обработка сигналов и её применение», DSPA'2012
3. Баранов Л.Д., Лапшин М.В., Маликов С.Н. Реализация цифровой обработки сигналов в медицине, Вопросы радиоэлектроники (ЭВТ), выпуск 2, 2012 стр.60-65

## HETEROGENEOUS COMPUTING SYSTEMS OF DIGITAL PROCESSING OF SIGNALS

**S.N. MALIKOV**  
**V.I. SAFONOV**  
**S.M. CHUDINOV**

*OAO «NII SUPER-EVM»  
OAO «NIIVK  
im. M.A. Kartzeva»,  
Moscow*

*e-mail: myamlik@rambler.ru  
safonovvl@yandex.ru  
chud35@yandex.ru*

Summary: in materials of article scientific and practical results on development and to introduction of heterogeneous computing systems of digital processing of signals are stated.

Key words: computing systems and complexes, cheterykhprotsesorny VK «Elbrus – 90 micro», programmed logic integrated schemes (COTTON VELVET), computer systems of processing of signals, heterogeneous computing systems of digital processing of signals.





# СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 001.57; 658.818; 681.3

## ФОРМАЛЬНО-СЕМАНТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ АДМИНИСТРАТИВНЫХ ПРОЦЕДУР

**О.А. ЗИМОВЕЦ**  
**С.И. МАТОРИН**

*Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет*

*e-mail: ozimovets@bsu.edu.ru*  
*e-mail: matorin@bsu.edu.ru*

В статье рассмотрена методика учета содержания административных процедур в ходе их системного графоаналитического и алгебраического моделирования с целью обеспечения оказания государственных и муниципальных услуг населению в электронном виде в рамках выполнения программы «Электронная Россия».

Ключевые слова: системный анализ, системно-объектный подход, «Узел-Функция-Объект», административные процедуры, формально-семантическая нормативная система, концептуальная классификационная модель документов.

### **Введение.**

На основании результатов сравнительного исследования теории паттернов Гренандера и исчисления процессов Милнера авторами сформулированы основные понятия формального исчисления систем как трехэлементных конструкций «Узел-Функция-Объект» (УФО-элементов). В этих конструкциях «Узел» есть множество выходных и входных связей, характеризующих узел, который занимает определяемая система; «Функция» есть класс функций, характеризующий способы или процессы (процедуры) преобразования входных связей узла в выходные; «Объект» есть множество свойств (признаков), характеризующих класс объектов, реализующих данный класс функций [1]. С помощью данного алгебраического аппарата формализован разработанный авторами способ графоаналитического описания административных процедур (АП) в виде диаграмм «Basic Flowchart Shapes» (BFSH), модифицированных с помощью системного подхода «Узел-Функция-Объект» (УФО-подхода) [2]. Показано, что данный способ позволяет строить модели АП, удовлетворяющие требованию системности, а также эффективно решать задачу создания и настройки информационной системы, обеспечивающей оказание государственных и муниципальных услуг населению в электронном виде в рамках государственной программы «Электронная Россия».

Основой предложенного в работах [1 и 2] алгебраического аппарата является формальное представление системы как УФО-элемента  $e_i \in E$ , входные и выходные связи, которого принадлежат множеству  $L$ . Множество же всех УФО-элементов  $E$ , а также множество всех связей  $L$  состоят из непересекающихся классов. Интерпретация этого разбиения состоит в том, что к одному классу элементов (и к одному классу связей) относятся элементы (и связи) принадлежащие к одному уровню (ярусу) иерархии предметной области. Более низкий уровень (ярус) иерархии по сравнению с данным уровнем будем обозначать для УФО-элементов как  $E^{-1}$ , а для связей как  $L^{-1}$ . Упомянутое выше формальное представление системы как УФО-элемента описывается следующим выражением:



$$e_i = \langle (L_i^?, L_i!), (S_i, S_i^0, L_i\tau), (n_i, \alpha_i, \beta_i^?, \beta_i!) \rangle.$$

Здесь  $(L_i^?, L_i!)$  – «Узел» УФО-элемента, где  $L_i^? \subset L$  – множество входных связей,  $L_i! \subset L$  – множество выходных связей.  $(S_i, S_i^0, L_i\tau)$  – «Функция» УФО-элемента, где  $S_i$  – множество подпроцессов процесса, соответствующего «Функции», которые реализуются УФО-элементами, принадлежащими классу  $E^{-1}$ ;  $S_i^0 \subset S_i$  – множество интерфейсных (входных « $S_i^?$ » и выходных « $S_i!$ ») подпроцессов (причем  $S_i^0 = S_i^? \cup S_i!$ ; в число входных связей  $S_i^?$  входит  $L_i^?$ , в число выходных связей  $S_i!$  входит  $L_i!$ );  $L_i\tau \subset L^{-1}$  – множество переходов\связей в  $S$ , осуществляемых путем передачи, ввода и вывода элементов глубинного яруса связанных подпроцессов.  $(n_i, \alpha_i, \beta_i^?, \beta_i!)$  – «Объект» УФО-элемента, где  $n_i$  – имя «Объекта» ( $n_i \in N$ );  $\alpha_i$  – множество признаков «Объекта»  $n_i$ ;  $\beta_i^?$  – множество показателей  $L_i^?$ ;  $\beta_i!$  – множество показателей  $L_i!$ .

В работе [2] показано, что при декомпозиции АП целесообразно осуществлять, так называемую, интерфейсную декомпозицию с линейным порядком, т.е. на каждом шаге декомпозиции разбивать каждый административный процесс на входной и выходной подпроцессы, которые связаны документальным потоком, соответствующим документу или его состоянию. В работе же [1] показано, что приведенное выше формальное определение системы, как УФО-элемента, в случае интерфейсной декомпозиции с линейным порядком на уровне контекстной модели принимает следующий вид:

$$e_i = \langle (\{L_i^?\}, \{L_i!\}), (\{S_i^0\}), (n_i, \alpha_i, \beta_i^?, \beta_i!) \rangle;$$

а на уровне одного шага декомпозиции следующий:

$$e_i = \langle (\{L_i^?\}, \{L_i!\}), (\{S_i^?\}, \{L_i\tau_i\}, \{S_i!\}), (n_i, \alpha_i, \beta_i^?, \beta_i!) \rangle,$$

где  $L_i^? \in L_i^?$ ,  $L_i! \in L_i!$ ,  $S_i^0 \in S_i^0$ ,  $S_i^? \in S_i^?$ ,  $S_i! \in S_i!$ ,  $L_i\tau_i \in L_i\tau$ .

Исследование основанных на представленном формализме алгебраических описаний графоаналитических моделей различных АП (государственных и муниципальных услуг), построенных с применением УФО-подхода, показывает, что формальные выражения одного и того же вида подходят для описания целого множества различных услуг. Это позволяет проводить сравнения различных АП, выявляя их структурные сходства и различия. Кроме того, представленные выше формальные описания могут обеспечить содержательное сравнение АП.

Рассмотрим в данной публикации последнюю возможность подробнее.

### **Методика учета содержания в моделях АП.**

Содержательное сравнение АП может быть обеспечено, если имеется возможность не только формального, но и семантического описания АП. Это, в свою очередь, может быть обеспечено, в том случае если в рамках применяемого исчисления (формальной системы) обозначениям или процессам, или объектам, или документам будет поставлено в соответствие некоторое уникальное для каждого значащее значение, соответствующее определенной содержательной предметной области. Но такая формальная система будет уже не только формальной, но и семантической. Обоснуем возможность и целесообразность использования формально-семантической системы, используя рассуждения в работе [3].

Неотъемлемой частью любой формальной системы (или исчисления) является алфавит, включающий в себя знаки (символы), используемые для записи по определенным правилам выражений (формул). Принято считать, что эти знаки рассматриваются совершенно формально, без какой бы то ни было содержательной интерпретации. Интерпретацию формальная теория или система может получить (а может и не получить) уже после своего создания [4].

Однако, если термин «знак» использовать в смысле Г. Фреге (а не в смысле Д. Гильберта), то можно утверждать, что любой знак всегда представляет собой единство означающего и означаемого. Это значит, что знаки алфавита формальной системы, на самом деле, не могут не иметь сами по себе смысла, т.е. содержательной интерпретации, иначе они вообще не будут знаками. Действительно, в любой формальной системе имеются знаки, либо относящиеся к абстрактным понятиям очень большого объема (переменные, кванторы, функциональные блоки и т.д.), либо обозначающие конкретные собственно математические или логические операции (дифференцирование, конъюнкция, объединение и т.д.). Последнее обстоятельство и является основной проблемой затрудняющей описание традиционными



формальными средствами специфических системных свойств и отношений ввиду их глубокого и разностороннего содержательного характера. Эта проблема, однако, может быть преодолена за счет использования алфавита, знакам которого заведомо приписывается определенный понятийный смысл по некоторому заранее оговоренному правилу в рамках определенной предметной области.

Дело в том, что, например, на естественном языке удастся описывать весьма содержательные объекты (строить содержательные высказывания) в значительной степени благодаря использованию существующей в этом языке исходной совокупности слов, которые имеют смысл (содержание) до построения из них какого-либо высказывания. Таким образом, можно ожидать повышения выразительных возможностей формальной системы (или исчисления), если алфавитные символы этой системы будут заранее иметь определенное содержание (смысл). При этом в некотором подмножестве естественного языка, в так называемом языке делового общения, в котором слова представляют собой в основном термины, имеющие понятийное содержание, исходная совокупность слов составляет иерархическую систему понятий (терминов), т.е. классификационную структуру [5]. При этом данная структура не жесткая, так как слова могут и добавляться, и удаляться из нее.

Таким образом, для того, чтобы некоторая формальная система была не только формальной, но и семантической необходимо задавать (определять) смысл алфавитных символов формальной системы с помощью классификационной схемы. Использование классификации для придания знакам формальной системы уникального предметно-ориентированного содержания превращает эту формальную систему в систему формально-семантическую [3].



Рис.1. Категориальная классификация документов как носителей информации

Обеспечение оказания государственных и муниципальных услуг населению в электронном виде путем автоматизации выполнения АП в рамках государственной программы «Электронная Россия», происходит, по сути дела, за счет автоматизации формирования документов. Поэтому, с точки зрения процессов и объектов, вполне достаточно, чтобы их значки различались исключительно в рамках описываемой данным выражением услуги, т.е. имели только формальное значение. С точки же зрения документов, если иметь классификацию всех документов, использующихся при оказании услуг, то использование значков для документов из классификации при формальном описании услуги позволит получать выражения, которые будут отражать не только структуру соответствующей АП, но и ее содержание, с точки зрения формируемых документов. В данном случае в качестве классификационной схемы, которая может быть использована для задания алфавитных символов предлагаемого исчисления, имеющих определенное содержание, можно использовать концептуальную клас-

сификационную модель документов как носителей информации, категориальная структура которой представлена на рис. 1, а фрагмент самой модели для ряда АП на рис. 2.

Описание АП не только на формальном, но и на семантическом уровне, позволяет выявлять классы услуг сходных не только по структуре, но и по содержанию. Это позволяет унифицировать применение информационной системы, автоматизирующей оказание государственных и муниципальных услуг, так как можно обеспечить применение одной программной системы или одной настройки такой системы для автоматизации оказания множества услуг. При этом для АП, сходных содержательно, в программной системе переменными оказываются только некоторые поля в некоторых документах.



Рис.2. Фрагмент концептуальной классификационной модели документов

### Пример учета содержания в моделях АП.

Покажем результаты использования приведенных рассуждений на примере описания регламента исполнения АП «Предоставление земельных участков для нужд, не связанных со строительством» (Р1) и регламента исполнения АП «Предоставление земельных уча-



ствок для индивидуального жилищного строительства» (P2). Графоаналитические модели в виде BFSH-диаграмм, модифицированных с применением УФО-подхода для AP P1 представлены на рис. 3 и 4, а для AP P2 – на рис. 5 и 6. При этом для объектов в качестве характеристики будем учитывать только их имена, так как учет остальных характеристик необходим только в случае визуализации (имитации) функционирования УФО-элементов. Для обозначения объектов на данных рисунках использованы следующие сокращения: МФЦ (Районный Многофункциональный центр), УМС (Районное Управление муниципальной собственности и земельных ресурсов).

Используя результаты, полученные в работе [2], и приведенные в начале статьи формализмы, диаграмме на рис. 3 можно поставить в соответствие следующее выражение:

$$AP_{P1} = \langle (ИС112?, OP11!), (По), (A\_P) \rangle.$$

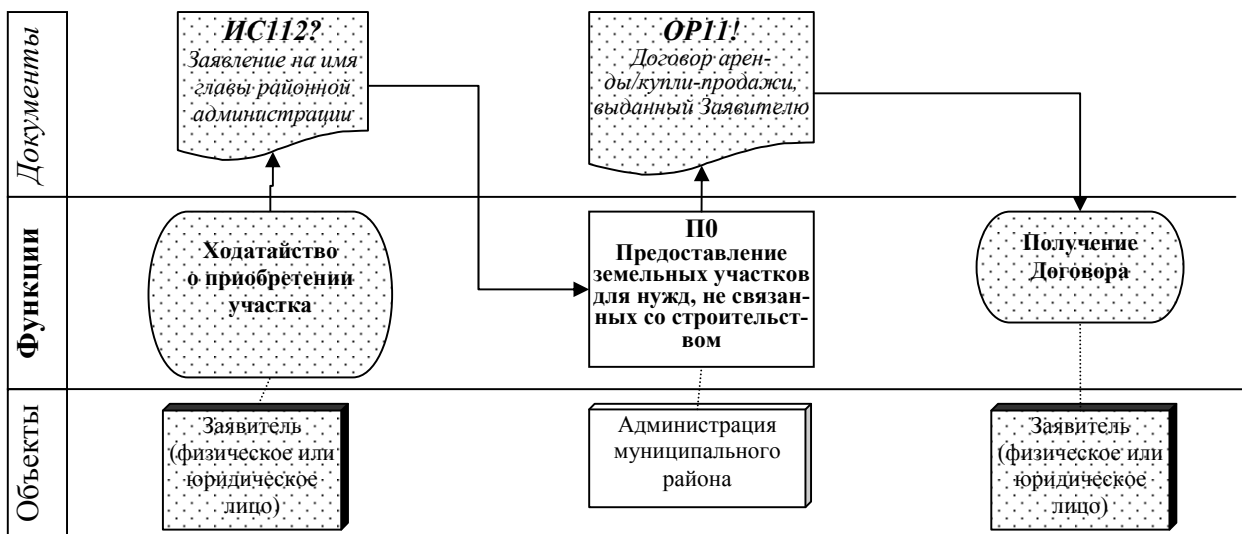


Рис. 3. Контекстная диаграмма BFSH (с учетом УФО-подхода) для P1

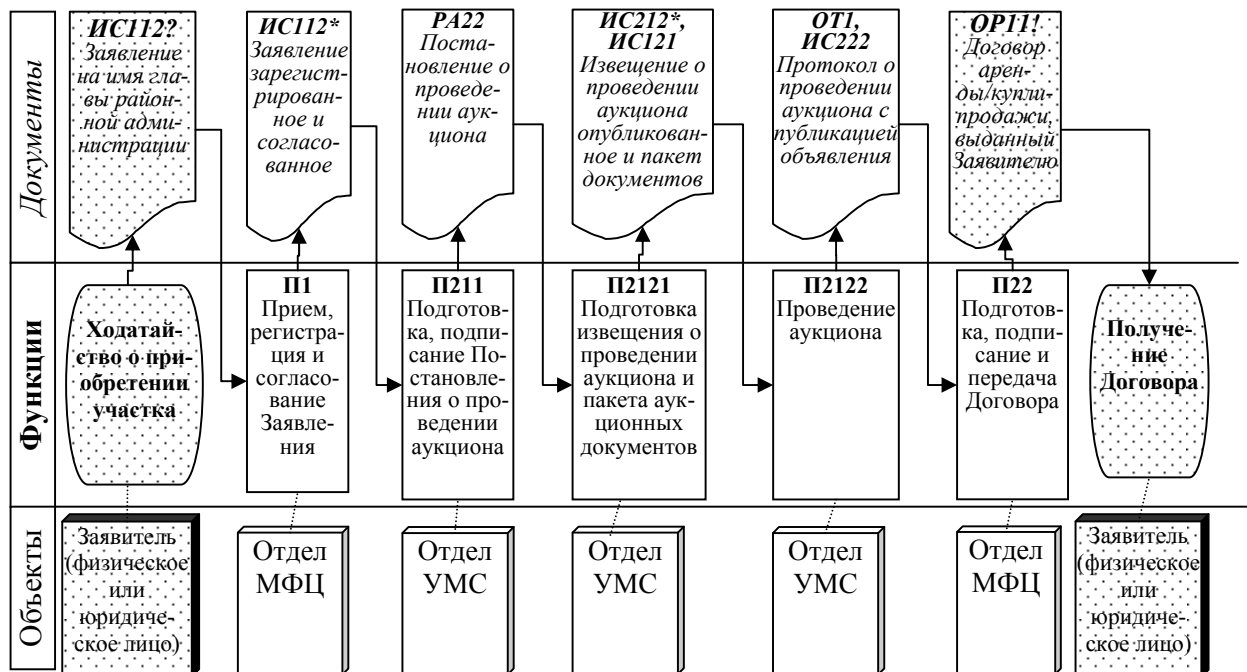


Рис. 4. Диаграмма декомпозиции BFSH (с учетом УФО-подхода) для P1



Диаграмме на рис. 4 можно поставить в соответствие следующее выражение:  
 $AP_{P1} = \langle (ИС112?, ОР11!), (П1, ИС112*, П211, РА22, П2121, ИС212*/ИС121, П2122, ОТ1/ИС222, П22), (О\_МФЦ, О\_УМС) \rangle$ .

Диаграмме на рис. 5 можно поставить в соответствие следующее выражение:

$$AP_{P2} = \langle (ИС111?, ОР11!), (По), (А\_Р) \rangle$$

Диаграмме на рис. 6 можно поставить в соответствие следующее выражение:

$$AP_{P2} = \langle (ИС111?, ОР11!), (П1, ИС111*, П211, РА21, П2121, ИС211*/ИС121, П2122, ОТ1/ИС221, П22), (О\_МФЦ, О\_УМС) \rangle$$

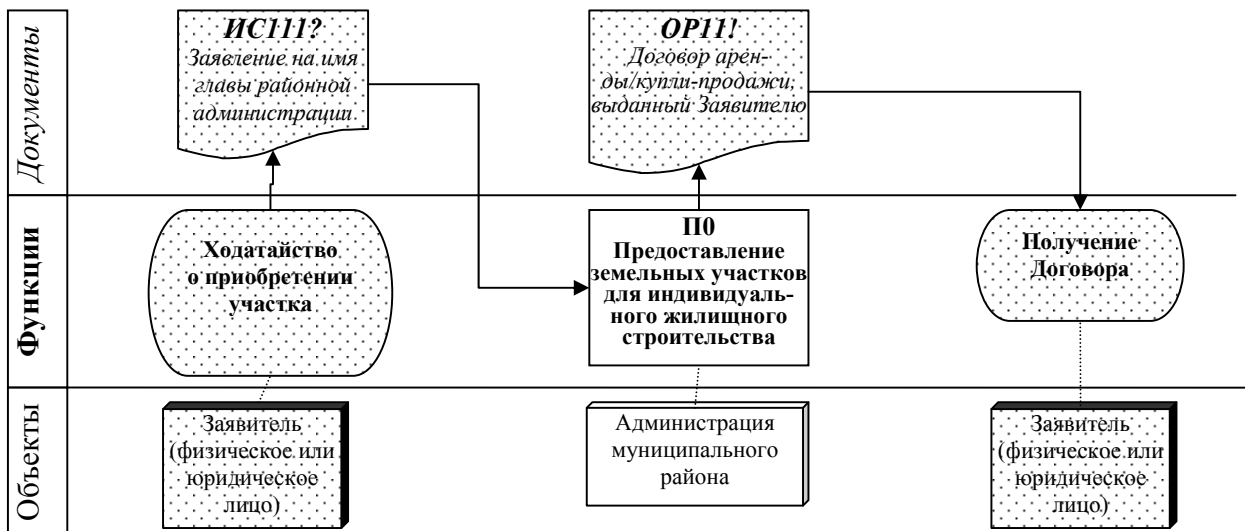


Рис. 5. Контекстная диаграмма BFSH (с учетом УФО-подхода) для P2

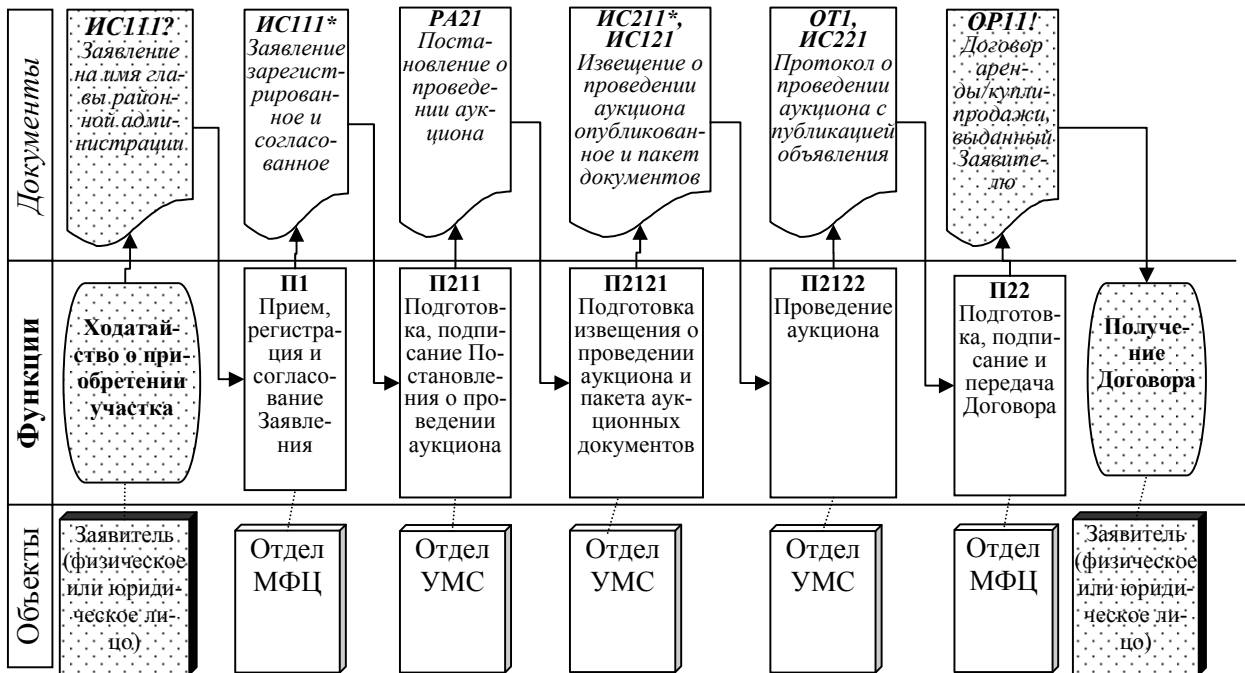


Рис. 6. Диаграмма декомпозиции BFSH (с учетом УФО-подхода) для P2



Используя полученные выражения, можно произвести формальное (а с применением компьютера – автоматическое) сравнение графоаналитических моделей регламентов  $P_1$  и  $P_2$ , которое одновременно позволит сравнить модели в том числе и содержательно с точки зрения состава документов.

Обобщая, например, с помощью теоретико-множественно операции объединения картежи  $АП_{P_1}$  и  $АП_{P_2}$  на контекстном уровне с учетом концептуальной классификационной модели документов (см. Рис. 2), получаем следующее выражение:

$$АП_{P_{12}} = \langle (ИС112?, ОР11!), (По), (A\_P) \rangle \cup \langle (ИС111?, ОР11!), (По), (A\_P) \rangle = \langle (ИС11?, ОР11!), (По), (A\_P) \rangle.$$

Данное выражение означает, что рассматриваемые регламенты используют на входе однотипные документы, которые незначительно отличаются конкретными данными в некоторых полях этих документов, а на выходе имеют один и тот же документ.

Обобщая таким же образом далее эти картежи на уровне декомпозиции с учетом концептуальной классификационной модели документов (см. Рис. 2), получаем следующее выражение:

$$\begin{aligned} АП_{P_{12}} = & \langle (ИС112?, ОР11!), (П1, ИС112*, П211, РА22, П2121, ИС212*/ИС121, П2122, ОТ1/ИС222, \\ & П22), (О\_МФЦ, О\_УМС) \rangle \cup \\ & \langle (ИС111?, ОР11!), (П1, ИС111*, П211, РА21, П2121, ИС211*/ИС121, П2122, ОТ1/ИС221, П22), \\ & (О\_МФЦ, О\_УМС) \rangle = \\ & \langle (ИС11?, ОР11!), (П1, ИС11*, П211, РА2, П2121, ИС21*/ИС121, П2122, ОТ1/ИС22, П22), \\ & (О\_МФЦ, О\_УМС) \rangle. \end{aligned}$$

Из последнего выражения также хорошо видно, на каком этапе исполнения регламентов используются однотипные документы, а на каком – одинаковые.

Приведенные выражения на формальном (символьном) уровне показывают полное структурное сходство  $АП P_1$  и  $АП P_2$ , с точки зрения функций и объектов, а также их существенное содержательное сходство, с точки зрения перечня и порядка появления документов. Последнее обстоятельство обусловлено использованием в обоих АП одинаковых или однотипных документов (см. Рис. 2, классификацию документов). В данном примере, конечно, сходство этих процедур достаточно хорошо видно и на диаграммах. Однако, надо иметь ввиду, что реальные текстовые и модельные описания регламентов АП представляют собой многостраничные документы, сравнение которых вручную занимает значительное время и не застраховано от весьма вероятных ошибок. Преобразование BfSh-диаграмм, модифицированных с применением УФО-подхода, в алгебраические выражения позволяет автоматизировать, в частности, процесс анализа путем сравнения регламентов АП, в том числе, и на содержательном (документальном) уровне.

### **Выводы.**

Предложенная в данной публикации методика учета содержания АП в ходе их графоаналитического и алгебраического моделирования и системного анализа за счет использования формально-семантической системы, основанной на концептуальной классификационной модели документов, позволяет более оперативно и точно решать вопросы настройки информационной системы, автоматизирующей выполнение АП. Это в свою очередь значительно ускоряет выполнение трудоемких работ по обеспечению оказания государственных и муниципальных услуг населению в электронном виде в рамках государственной программы «Электронная Россия» и повышает их результативность.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 10-07-00266).*

### **Литература**

1. Зимовец О.А., Маторин С.И. Интеграция средств формализации графоаналитических моделей «Узел-Функция-Объект» // Искусственный интеллект и принятие решений – 2012 -№1 – С. 95-102.



2. Зимовец О.А., Маторин С.И. Моделирование административных процедур с использованием системного подхода «Узел-Функция-Объект» // Научные ведомости БелГУ. Сер. Информатика. – 2012.
3. Маторин С.И. О новом методе системологического анализа, согласованном с процедурой объектно-ориентированного проектирования. Часть 1 // Кибернетика и системный анализ. 2001. №4. С.119-132.
4. Петров Ю.А. Методологические вопросы анализа научного знания. М.: «Высш. школа», 1977. 224с.
5. Matorin S. I. Modeling Of Intellectual Understanding Of Business Dealings Language // Automatic Document and Mathematical Linguistics. New York: Allerton Press, Inc., 1998. V. 31, No. 2. P. 47-58.

## **FORMAL-SEMANTIC DESCRIPTION OF GRAPHIC ANALYTICAL MODELS ADMINISTRATIVE PROCEDURES**

**O.A. ZIMOVETS  
S.I. MATORIN**

*Belgorod National  
Research University*

*e-mail: ozimovets@bsu.edu.ru  
e-mail: matorin@bsu.edu.ru*

The technique of taking into account the content of the administrative procedures in the course of their systems graph-analytical and algebraic modeling to ensure the provision of public and municipal services to the public in electronic form as part of the program "Electronic Russia" in the article considers.

Key words: system analysis, system-object approach, "Unit-Function-Object", administrative procedures, formal and semantic normative system, a conceptual classification model of documents.





УДК 681.51:519

## МОДЕЛИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ САМООБУЧЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ НА НЕЧЕТКИХ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЯХ

**Л.В. КРАСОВСКАЯ**

*Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет*

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

Описаны алгоритмы самообучения, позволяющие формировать программы целесообразного поведения в различных проблемных средах, отличающиеся от известных, имитацией отработки пробующих действий на НСС, что дает возможность исключить влияние ИС на ПС в процессе изучения закономерностей среды. Разработана методика сравнения нечетко представленных отношений в модели ПС, отличающаяся от известных тем, что она позволяет выполнять несмещенную оценку равенства нечетко выраженных показателей и тем самым повысить достоверность сравнения.

Ключевые слова: алгоритмы самообучения, интеллектуальные системы, проблемная среда, нечеткая семантическая сеть, множество вершин и ребер, характеристик, терм.

Характерной особенностью интеллектуальных систем (ИС) способных функционировать в условиях неопределенности является то, что знания таких систем должны быть не только структурированы, но и представлены безотносительно к конкретным условиям функционирования. Для описания ситуаций проблемной среды (ПС) безотносительно к конкретной области можно использовать нечеткие семантические сети (НСС) активного и пассивного типа [1].

Формально нечеткая семантическая сеть является ориентированным нечетким мультиграфом  $G_1=(V_1,E_1)$ , где  $V_1=v_i \ i=1,n-1$  и  $E_1=e_i \ i=1,n$  соответственно множество вершин и ребер. Вершины  $v_i \in V_1$  биективно соответствуют объектам проблемной среды (ПС), ребра – отношениям, складывающимся в среде между этими объектами. Вершины  $v_i \in V_1$  могут быть двух типов: свободные  $v^*_i$  и занятые  $v^0_i$ . Каждая свободная (активная) вершина  $v^*_i \in V_1$  определяется множеством характеристик  $X_i$ , которым должны обладать конкретные объекты  $o_{i1} \in O$ , чтобы была разрешена пометка этой вершины их именами в конкретной (текущей) ситуации ПС. После выполнения такой пометки активная вершина  $v^*_i$  становится пассивной  $v^0_i$  и определяется множеством характеристик  $X_{i1}$  конкретного объекта, которым она помечена. Иными словами, активная вершина  $v^*_i \in V_1$  помечается объектом  $o_i(X_i) \in O$ , если выполняется условие  $X_i \subset X_{i1}$ , где запись  $o_{i1}(X_{i1})$  означает, что объект  $o_{i1}$  описывается множеством характеристик  $X_{i1}$ .

Ребра  $e_i \in E$  или отношения между объектами ПС задаются парами  $\langle \mu(x_i), T_j \rangle$ , где  $T_j$  – нечеткое значение (терм) лингвистической переменной  $T_j \in T$ ;  $\mu(x_i) \in [0,1]$  – степень принадлежности количественного значения лингвистической переменной  $T_j \in T$  к интервалу численных значений термина  $T_j$ ;  $T^* \subset \{T_j\}$  – множество лингвистических переменных, биективно соответствующих семантическому определению различных отношений.



В рассмотренном случае, при описании НСС ограничения, определяемые элементами терм – множества лингвистической переменной и накладываемые на базовые переменные

$x_i \in U_i$  задаются четко и вычисляются, исходя из функционального назначения и

возможностей ИС. Иначе говоря, множество  $U$  разбивается на  $i = \overline{1, k}$  непересекающихся открытых справа интервалов согласно заданному на его элементах отношению эквивалентности "находиться внутри  $j$  интервала".

Для перехода от количественных значений отношений между объектами ПС, измеренных при помощи информационно-измерительной системы ИС и определяемых

базовыми значениями  $x_i$  лингвистических переменных, к качественным их значениям,

т.е. к одному из термов  $T_j$  можно использовать преобразования следующего вида:

$$F: i \rightarrow \begin{cases} T_j, & \text{если } 0 \leq x_i < x_i^*; \\ T'_j, & \text{если } x_i^* < x_i^{**} \leq x_{i+1}^*; \\ T''_j, & \text{если } x_{ik-1}^* < x_{i+1}^* \leq x_{ik}^*; \end{cases} \quad (1)$$

где  $x_i^*$  и  $x_{i+1}^*$ ,  $i = \overline{1, k}$  соответственно нижняя и верхняя граница числовых значений  $x_i^{**}$  терма  $T'_j, [x_i^{**}]$  – середина интервала числовых значений этого терма;

$x_{ik-1}^*$ ,  $x_{ik}^*$  – соответственно нижняя и верхняя граница числовых значений терма  $T''_j$ ,

$x_{i+1}^*$  – середина интервала числовых значений терма  $T''_j$ .

Степень принадлежности  $\mu(x_i)$  значений базовой переменной  $x_i$  к множеству числовых значений терма  $T_j$  может вычисляться согласно следующему характеристическому уравнению:

$$\mu(x_i) = \begin{cases} \frac{x_i - x_i^*}{x_i^{**} - x_i^*}, & \text{если } x_i \in [x_i^*, x_i^{**}] \\ \frac{x_i - x_i^{**}}{x_{i+1}^* - x_i^{**}}, & \text{если } x_i \in [x_i^{**}, x_{i+1}^*] \end{cases} \quad (2)$$

Для сравнения двух значений отношений между собой, заданных тройками  $\langle x_i, \mu(x_i), T_j \rangle$  и  $\langle x_i, \mu(x'_i), T'_j \rangle$  введем характеристику степени их равенства (близости)

$\rho(x_i, x'_i)$ , которая может вычисляться следующим образом:



$$\rho(x_i, x'_i) = \begin{cases} \text{а) } 1, \text{ если } (|x_i - x'_i| < \varepsilon_0) \& (T_j = T'_j); \\ \text{б) } \mu(x_i) \leftrightarrow \mu(x'_i), \text{ если } |x_i - x'_i| > \varepsilon_0 \& (T_j = T') \& ((x_i, x'_i) \in [x_i^*, x_i^{**}] \vee (x_i, x'_i) \in [x_i^{**}, x_{i+1}^*]); \\ \text{в) } (\mu(x_i) \leftrightarrow (1 - \mu(x'_i))), \text{ если } |x_i - x'_i| > \varepsilon_0 \& (T_j = T'_j) \& \\ \& ((x_i, x'_i) \notin [x_i^*, x_i^{**}] \vee (x_i, x'_i) \notin [x_i^{**}, x_{i+1}^*]); \\ \text{г) } 0, \text{ если } T_j \neq T'_j, \end{cases} \quad (3)$$

где  $\varepsilon_0$  – параметр, задающий приведенное значение точности сравнения величины отношения;  $x'_i$  – базовая переменная к множеству числовых значений терма  $T'_j$ ;  $\leftrightarrow$  – операция расплывчатой эквивалентности, определяемая по формуле  $\min(\max(\mu(x_i), (1 - \mu(x'_i))), \max(\mu(x'_i), (1 - \mu(x_i))))$  [2];  $\&$  – конъюнкция, оказывающая одновременность выполняющихся условий.

Выражение (3) можно обосновать следующим образом. Два количественных значения отношения равны между собой, если они попадают в интервал численных значений одного и того же терма  $T_j$  в окрестность одной и той же точки, определяемую

значением параметра  $\varepsilon_0$  (случай а); два количественных значения  $x_i$  и  $x'_i$  нечетко равны между собой, если они принадлежат интервалу численных значений одного и того же терма  $T_j$ . Причем, если оба значения степени принадлежности сравниваемых значений попадают в одну и ту же половину интервала численных значений терма, то степень сравнения вычисляется по «б», в противном случае, она определяется по «в». Значения  $x_i$  и  $x'_i$  не равны между собой, если они попадают в интервалы численных значений различных термов лингвистической переменной  $T_j$  (случай г). Следовательно, два значения одного и того же отношения равны при  $\rho(x_i, x'_i) = 1$ . Эти значения отношения являются нечетко равными, если  $\rho(x_i, x'_i) > 0$  и они не равны в случае, когда  $\rho(x_i, x'_i) = 0$ .

Рассмотрим ПС как множество взаимосвязанных между собой объектов и независимых от ИС событий  $Q = \{q_{i_1}\}, i_1 = \overline{1, n_1}$ . В каждый дискретный момент времени  $t$  среду можно охарактеризовать текущей ситуацией  $s_i^t \in S$ , определяемой текущими состояниями находящихся в ней объектов и характером отношений между этими объектами. Часть ситуаций  $S$  – множество  $C_2 = \{c_{i_2}\}, i_2 = \overline{1, n_2}$  будем называть стандартными (безусловными). Эти ситуации определяют различные цели и подцели условного функционирования ИС и вызывают у нее при восприятии соответствующие стандартные реакции (СР), свя-



занные с достижением заданной цели  $S_{цел}$ . Для имитации отработки действий на НСС каждое из них определяется с помощью следующего формата описания <<имя действия><НСС, определяющая допустимые условия отработки действия><НСС, описывающая результат отработки>>, которое будем называть фреймом действия (ФД).

Первая часть – <имя действия> является идентификатором действия. Вторая часть – <условия, выполнение которых в ПС требуется для успешной отработки действия> – представляет собой активную НСС, формальное описание которой является мультиграфом  $G_1=(V_1, E_1)$ , где  $V_1$  – множество свободных вершин, каждая из которых помечается списком характеристик  $X_i$ , которыми должны обладать объекты, чтобы было допустимым выполнение над ними действия ФД.

Третья часть ФД – <результат отработки действия>- представляет собой НСС получаемую из сети  $G_1$  после отработки действия этого фрейма.

Имитация отработки действий проводится следующим образом. На первом этапе определяются все действия, которые можно непосредственно выполнить в ПС согласно содержанию второй части соответствующих действиям ФД. Затем выбирается конкретное действие для отработки и осуществляется имитация его отработки на НСС, определяющая текущие условия функционирования. В НСС, определяющей текущую ситуацию ПС по содержанию третьей части ФД вносятся соответствующие изменения значений отношений между объектами среды, которые получаются в результате непосредственной отработки действия в ПС. Если в результате имитации отработки действия получается ситуация, которая приближается к целевой ситуации по своему содержанию то, формируется звено в цепи поведения в

форме имплицативного решающего правила  $S_{тек} \vee_j^1 S'$ , где приведенная запись означа-

ет, что при восприятии текущей ситуации ПС  $S_{тек}$  отработка действия  $\vee_j^1$  приводит к ее

преобразованию в результирующую ситуацию  $S'_{тек}$ . Причем степень близости  $\rho(S_{i+1тек}, S_{цел}) > \rho(S_{iтек}, S_{цел})$ , т.е. действие  $\vee_j^1$  преобразует ситуацию  $S_{iтек}$  в ситуацию  $S_{i+1тек}$ , между вновь полученной и целевой ситуациями наблюдается меньшее число различий, чем между целевой и исходной ситуациями. В результате формируется модель целесообразного поведения следующего вида  $L(x) = S_{T_{i+1}} \& b_j \rightarrow S_{T_{i+1}}^2 \& b_{j+1} \rightarrow \dots \rightarrow S_{T_{i+n}} \& b_{j+n} \rightarrow S_{цел}$ .

Полученная в процессе самообучения модель поведения закрепляется окончательным образом достижением цели после ее непосредственной реализации в ПС.

Приведем описание алгоритмов самообучения интеллектуального робота на нечетких семантических сетях. Таких алгоритмов может быть два: с активной логикой поведения и активно-пассивной логикой поведения. Алгоритм с активной логикой поведения предназначен для самообучения ИС в статических средах, т.е. средах, в которых преобразование ситуаций происходит только в результате отрабатываемых системой действий. Алгоритм самообучения с активно-пассивной логикой поведения в основном предназначен для адаптации ИС к динамическим ПС. Однако, он может быть использован и для самообучения в статических средах. При этом функционирование ИС должно носить только активный характер, по истечению заданного интервала времени, при условии, что в ПС не происходит самопроизвольных преобразований, ИС переходит к активным манипуляциям. С учетом выражений (1) и (2) мультиграф, биективно соответствующий описанной ситуации ПС, представлен на рисунке.

Аналитически этот граф можно описать следующим образом:

{ИР (((<<0.2/рядом>заготовка) & <0.2/рядом>стеллаж) & <1/далеко>станок) & <1/далеко>подставка)} & {станок ((<<0.2/рядом>подставка) & <1/далеко>стеллаж)} & {подставка ((<<0.2/рядом>станок) & <1/далеко>заготовка)}, где &- конъюнкция, обозначающая одновременность происходящего события; "рядом", "близко", "далеко" – термины лингвистической переменной "расстояние". При аналитическом описании НСС выражение,

заклученное в фигурные скобки называется отдельным фрагментом сети, а имена объектов, с которых начинаются фрагменты, определяются как ключевые понятия фрагментов. Фрагменты НСС, необходимые для описания ПС достаточного для принятия решений, можно опрелелить эвристическим путем. Например, первый базовый фрагмент строится относительно ключевой вершины сети, помеченной понятием "ИР". Следующие необходимые фрагменты формируются относительно объектов, входящих в структуру заданного на текущий момент времени целевого условия, но над которыми ИС непосредственных действий не выполняет. Третий вид фрагментов строится в процессе функционирования относительно объектов, используемых ИС в качестве вспомогательных инструментов (рис).

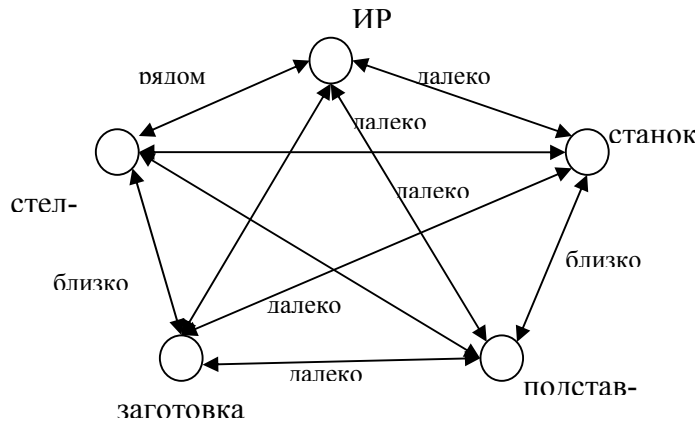


Рис. Мультиграф описанной ситуации ПС

Самообучение выполняется без непосредственной отработки действий в проблемной среде, что позволяет роботу избежать недопустимых преобразований проблемной среды в результате непосредственной реализации пробующих действий.

### Литература

1. Берштейн Л.С., Мелехин В.Б. Планирование поведения интеллектуального робота. – М.: Энергоатомиздат, 1994.-238 с.
2. Мелехов А.Н., Берштейн Л.С., Коровин С.П. Экспертные соответствующие системы с нечеткой логикой. –М.: Наука, 1991. – 270 с.

## MODELLING OF ALGORITHMS OF SELF-TRAINING OF INTELLECTUAL SYSTEMS ON INDISTINCT SEMANTIC NETWORKS

**L. V. KRASOVSKAYA**

*Belgorod National Research University*

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

Described algorithms of self-training, allowing form program of expedient behaviour in different problem-solving ambiances, differing from the known, imitation an work trying actions on ISN that enables to exclude the influence SS on PA in process of study of regularities of ambience. It Is Designed strategy of comparison ill-defined presented relations in models PA, differing from the known that that it allows to execute unremovable estimation of equality of ill-defined denominated factors and hereunder raise validity of comparison.

Key words: algorithms of self-training, intellectual systems, problem-solving ambience, ill-defined semantic network, ensemble of tops and ribs, features, therms.



УДК 621.397

## О ТЕХНОЛОГИИ ПРИОБРЕТЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ЗНАНИЙ О ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

**Е.Г. ЖИЛЯКОВ**  
**А.А. ЧЕРНОМОРЕЦ**  
**Е.В. БОЛГОВА**  
**А.Н. ЗАЛИВИН**

*Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет*

*e-mail:  
zhilyakov@bsu.edu.ru  
chernomorets@bsu.edu.ru*

В работе рассмотрены основные этапы технологии приобретения и обработки знаний о земной поверхности на основе данных дистанционного зондирования Земли. Указаны основные требования к базе данных изображений и базе знаний об объектах и явлениях на поверхности Земли.

Ключевые слова: знания, база знаний, базы данных, изображение, технология обработки знаний, земная поверхность, дистанционное зондирование Земли.

Интенсивное развитие и совершенствование аэрокосмических методов исследования земной поверхности, их широкое внедрение в практику географических исследований и хозяйственной деятельности стало реальностью последних десятилетий. Решение многих задач, обеспечивающих принятие обоснованных управленческих решений в различных областях экономической, политической, военной и социальной деятельности человека, основывается на данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Среди таких задач можно указать следующие: изучение природных ресурсов Земли, прогноз урожайности сельскохозяйственных культур, оценка ущерба от лесных пожаров и их последствий, природоохранный мониторинг и др. В общем случае, дистанционное зондирование определяют как процесс или метод получения знаний об объекте, участке поверхности или явлении путем анализа данных, собранных без контакта с изучаемым объектом [1,2]. Данный метод является одним из наиболее перспективных с точки зрения приобретения знаний о состоянии поверхности Земли.

Знания о земной поверхности можно рассмотреть как специальным образом обработанные данные ДЗЗ, которые позволяют прогнозировать поведение исследуемого объекта при специальным образом организованных воздействиях.

Решение значительной части задач мониторинга на основе данных ДЗЗ базируется на использовании методов обработки изображений. Под обработкой изображений будем понимать процедуры выделения особенностей на изображении и их идентификации на основании выбранных характеристик. Актуальность исследований в области обработки космических снимков земной поверхности определяется необходимостью повышения качества обработки изображений, потребностью применения эффективных методов обработки изображений земной поверхности в различных отраслях экономики. Не вызывает сомнения необходимость разработки новых методов и алгоритмов обработки космических снимков, которые обеспечивают адекватные преобразования изображений земной поверхности с точки зрения их дальнейшего использования. Решение этой проблемы позволяет минимизировать ошибки в определении характеристик исследуемых объектов на земной поверхности и обеспечивает высокий уровень достоверности интерпретаций анализируемых снимков.

Можно указать достаточно много направлений и областей применения методов и алгоритмов обработки изображений в системах космического мониторинга земной поверхности на основе данных дистанционного зондирования, например: геоинформационные системы, системы пеленгации и управления движением, системы видеонаблюдения и др. Одним из основных направлений использования аэрокосмических снимков является картографиро-

вание. В последнее время в связи с необходимостью всестороннего анализа экологических проблем материалы аэрокосмической съемки служат источником для создания тематических карт, изучения динамики геосистем. Наличие открытого доступа к снимкам земной поверхности в различных диапазонах, получаемых со спутников WorldView-1, QuickBird, Ikonos, Cartosat, ALOS, EROS, Orbview, SPOT, IRS, TERRA (ASTER), Landsat, и др. определяет широкие возможности по использованию данных дистанционного зондирования Земли.

Данные дистанционного зондирования Земли (изображения земной поверхности и различные зарегистрированные параметры земных объектов и явлений) получают с помощью датчиков или съемочных систем [3,4]. Под съемочной системой понимают технические средства, с помощью которых регистрируют электромагнитное излучение. В зависимости от места установки съемочной системы измеряют и регистрируют излучение в наземных условиях, с воздушного (аэро-) или космического летательного аппарата (носителя). При получении информации о земной поверхности большой протяженности космические методы наиболее эффективны и оперативны [1, 2, 3, 5].

Приведенные выше примеры применения методов алгоритмов обработки и регистрации изображений указывает на широкий набор средств, которые применяются при обработке данных дистанционного зондирования Земли. Важным является вопрос упорядочивания использования данных средств для организации наиболее эффективного их использования при решении поставленных задач, связанных с анализом информации о земной поверхности.

Взаимосвязь разнообразных процессов получения и обработки знаний о земной поверхности целесообразно описать в виде технологии приобретения и обработки знаний о земной поверхности на основании данных ДЗЗ.

Таким образом, разработка технологии получения и обработки знаний о земной поверхности является актуальной проблемой.

На рис. 1 показана обобщенная схема технологии получения знаний о земной поверхности. Обобщенная схема технологии получения знаний о земной поверхности представлена с помощью нотации DFD [6] (Data Flow Diagramming), которая позволяет отразить последовательность работ, выполняемых по ходу процесса, и потоки информации, циркулирующие между этими работами. Целью такого представления является демонстрация того, как каждый процесс преобразует входные данные в выходные, что более подробно будет показано на рис. 2 и рис. 3.

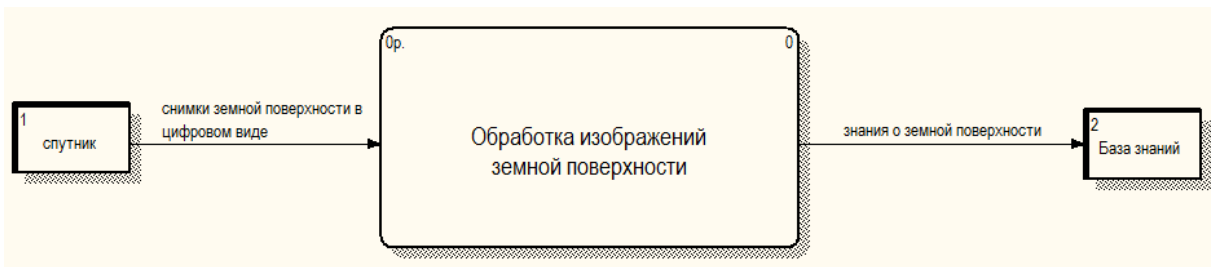


Рис. 1. Технология получения знаний о земной поверхности

В рамках данной технологии организуется эффективный доступ к снимкам земной поверхности в цифровом виде, получаемых со спутников. Снимки земной поверхности различным образом обрабатываются, информация, содержащаяся в полученных изображениях земной поверхности, анализируется с целью получения знаний о различных объектах и явлениях на поверхности Земли. В данном случае, под информацией можно понимать приращение знаний для решения конкретных задач. В результате обработки указанной информации, формируется база знаний.

База знаний позволяет определять, модифицировать и пополнять знания о земной поверхности. Создаваемая база знаний [7] располагается в цифровом пространстве знаний. Развитие цифровых пространств знаний связано с возрастанием разнообразия и объема раз-

мещенных в них ресурсов, требующих новых средств обработки. Цифровое пространство знаний строится на основе системы классов информационных ресурсов, называемых пространствами концептуальных, первичных, элементарных и сложных знаний. Предлагаемая база знаний содержит факты, описывающие проблемную область, а также логическую взаимосвязь этих фактов. Центральное место в базе знаний принадлежит правилам. Правило определяет, что следует делать в данной конкретной ситуации, и состоит из двух частей: условия, которое может выполняться или нет, и действия, которое следует произвести, если условие выполняется. Основную часть знаний, хранящихся в базе знаний, составляют результаты дешифрирования данных ДЗЗ. Под дешифрированием снимка понимается процесс обнаружения, выделения и распознавания на нем изображений различных объектов природного и антропогенного происхождения.

Свойства объектов, нашедшие отражение на снимке и используемые для распознавания, называют дешифрованными признаками. Методы дешифрирования получили новый толчок в развитии благодаря применению компьютерных методов обработки снимков, прежде всего космических. Среди соответствующих процедур дешифрирования изображений следует выделить классификацию и распознавание объектов.

Методы дешифрирования информации на основе анализа космических снимков земной поверхности при всем их многообразии сводятся к двум основным подходам:

- визуальный анализ при работе как с фотоматериалами, так и с изображениями на экране монитора;
- автоматизированный анализ, осуществляемый преимущественно на персональных компьютерах, реже на специально предназначенных для этого приборах.

Основными процедурами приобретения знаний на основе анализа снимков земной поверхности являются классификация, сегментация и распознавание.

Процесс «Обработки изображений земной поверхности», представленный на рис. 1, детализирован с помощью DFD-диаграммы (рис. 2).

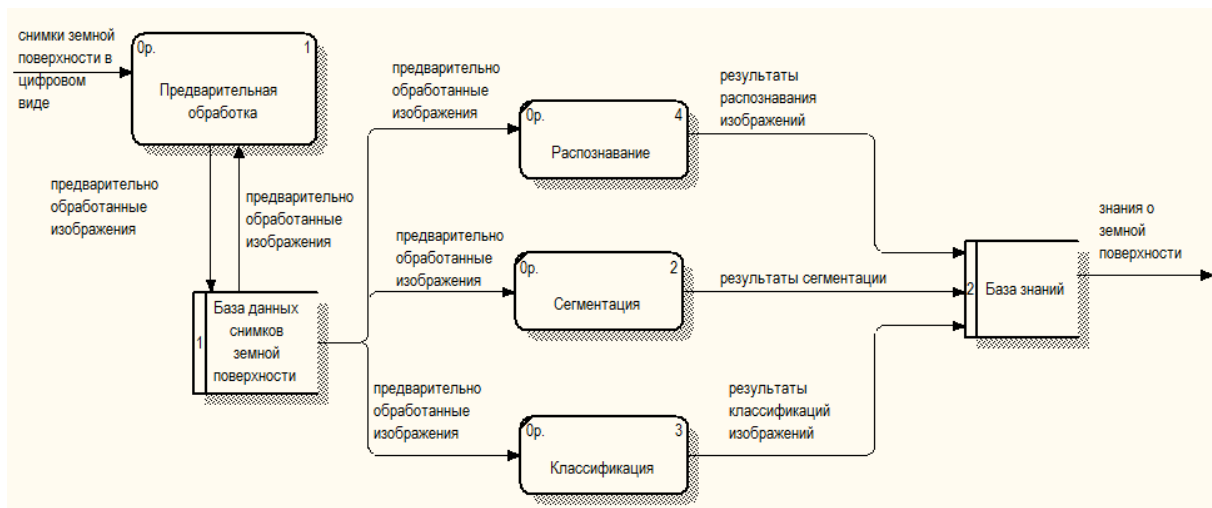


Рис. 2. Обработка изображений земной поверхности

Основными компонентами диаграмм потоков данных являются: внешние сущности, системы и подсистемы, процессы, накопители данных, потоки данных. Каждый процесс на DFD может быть детализирован при помощи DFD или спецификации.

Классификация объектов заключается в объединении их в группы (классы) на основе некоторого принципа. Разбиение по классам объектов на изображениях вручную весьма затруднительно, в виду большого объема данных. Поэтому целесообразно применять автоматическую классификацию, результаты которой затем могут быть подвергнуты экспертному





оцениванию, при этом результаты разбиения на классы должны быть адекватными представлениям лиц, принимающих решения. Иными словами при автоматической классификации следует моделировать способы принятия решений человеком. В качестве результатов автоматической классификации изображений целесообразно применять матрицу, значения элементов которой соответствуют номеру выявленного класса, при этом каждый элемент матрицы соответствует отдельному пикселю анализируемого изображения.

Сегментация может быть основана на результатах классификации с учетом географических координат классифицируемых объектов на изображении.

Распознавание применяется для выделения на изображениях объектов, имеющих с заданным некоторые общие черты. То есть, прежде всего, речь идет о прецедентном распознавании, когда производится обучение по заданному объекту, который принимается за эталон. Важнейшим аспектом при этом является описание (задание) общности в виде набора так называемых признаков. Количественные методы оценивания степени близости предполагают применение соответствующих мер и решающих функций. Для распознавания изображения необходимо иметь матрицу яркости и пространство различных признаков. При этом можно будет выделить объекты и отнести их к классам, а также определить местоположение объектов различных классов.

В задаче выбора признаков требуется из полученных исходных данных выделить характерные свойства объектов, на основе которых сформировать пространство описаний таким образом, чтобы в этом пространстве прочие задачи распознавания решались бы легче. Для этого на основе исходных данных следует отделить признаки классов образов (или межклассовые признаки) от внутриклассовых признаков. Первые представляют собой такие характеристики, которые одинаковы для всех объектов каждого класса, но различны для объектов разных классов, в то время как вторые описывают различия объектов внутри классов. Внутриклассовые признаки не несут полезной информации с точки зрения распознавания, напротив, их присутствие может его усложнить. В связи с этим выбор информативных признаков, как правило, сопровождается уменьшением объема исходных данных.

Для эффективного решения задач классификации и распознавания исходные снимки земной поверхности необходимо подвергать предварительной обработке с целью повышения визуального качества, комплексирования и совмещения. В предварительную обработку изображений входит:

- фильтрация шумов различного происхождения,
- фильтрация с целью удаления несущественных деталей на изображении,
- масштабирование (прореживание и интерполяция),
- улучшение визуального качества на основе повышения резкости,
- улучшение визуального качества на основе выделения контуров объектов изображений;
- комплексирование и совмещение разносектральных изображений.

На рис. 3 показаны технологические этапы предварительной обработки изображений земной поверхности.

В соответствии с предлагаемой технологией приобретения и обработки знаний о земной поверхности предлагается предварительно обработанные изображения хранить в базе данных, которая обеспечивает надежную защиту данных от случайной потери или порчи, экономно использует ресурсы (как людские, так и технические) и снабжена механизмами поиска информации, удовлетворяющим разумным требованиям к производительности.

Поиск в базе данных предварительно обработанных изображений может осуществляться по характеристикам изображения, хранящимся в специальных полях базы данных. Характеристики изображения предварительно определяются оператором.

Для поиска информации на изображениях целесообразно задавать меру схожести двух изображений, причем эти меры могут включать в себя не только цветовые характеристики, но и признаки выделенных на изображении объектов. С помощью данных признаков можно строить карты заметности (топографически упорядоченная карта, отражающая визуальную заметность

соответствующих областей изображения) [8]. Например, используя текстурные признаки, существует возможность моделирования восприятия объектов человеческим глазом.

База данных, обеспечивающая выполнение указанных выше функций, позволяет эффективно предоставлять данные для последующих этапов предварительной обработки изображений, а также для организации поиска данных при классификации, сегментации и распознавании объектов на изображениях.

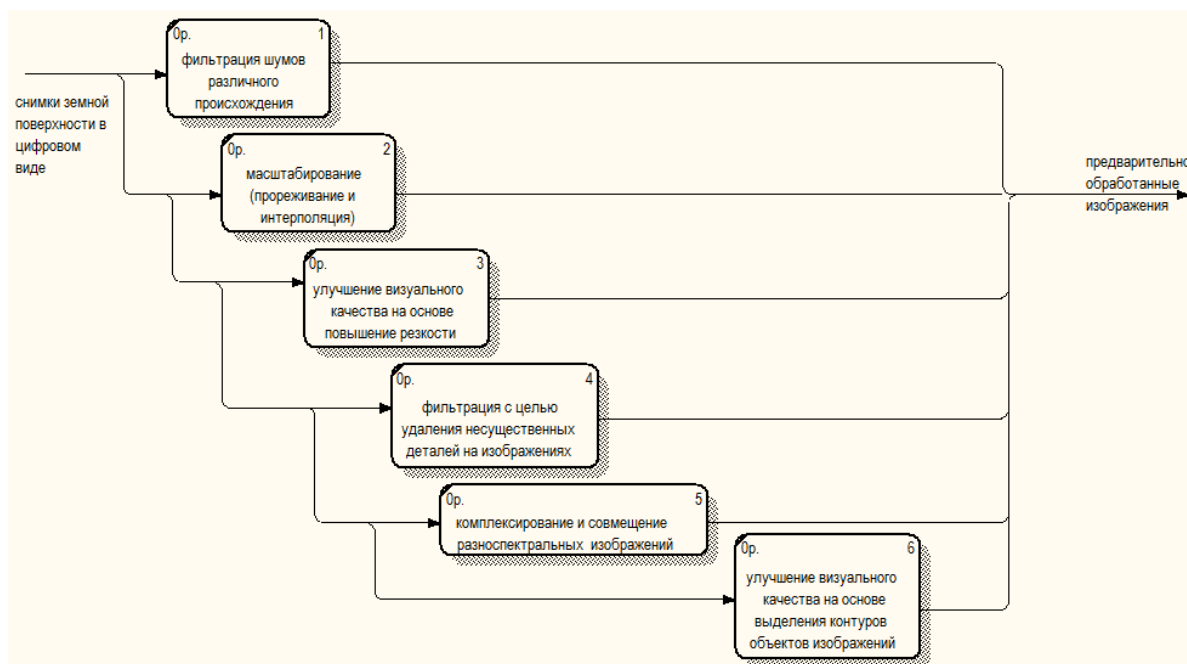


Рис. 3. Технологические этапы предварительной обработки изображений земной поверхности

Предложенная технология приобретения и обработки знаний о земной поверхности на основе данных ДЗЗ позволяет рассматривать проблему анализа снимков Земли как единую задачу, включающую взаимосвязанные процедуры, а также обеспечивает выполнение единых требований к подготовке разнообразных данных для выполнения различных процедур обработки изображений земной поверхности.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 12-07-00257-а.*

### Литература

1. Рис У. Г. Основы дистанционного зондирования [Текст] / У. Г. Рис. – М.: Техносфера, 2006. – 336 с.
2. Шовенгердт Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений [Текст] / Р. А. Шовенгердт. – М.: Техносфера, 2010. – 560 с.
3. Обиралов А. И. Фотограмметрия и дистанционное зондирование [Текст] / А. И. Обиралов, А. Н. Лимонов, Л. А. Гаврилова. – М.: КолосС, 2006. – 334 с.
4. Чадра А. М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы [Текст] / А. М. Чадра, С. К. Гош. – М.: Техносфера, 2008. – 312 с.
5. Пасечник Р. Е. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Комментарии законодательства и правоприменительной практики [Текст] / Р. Е. Пасечник, А. Н. Чеботарева, А. А. Абдураимов, П. Ю. Дмитриук. – М.: Из-во «Вершина», 2006. – 176 с.
6. Маклаков С.В. ВРwп и ERwп. CASE – средства разработки информационных систем. [Текст] / С.В. Маклаков. – М.: ДИАЛОГ–МИФИ, 2000. – 256 с.



7. Уэно, Х. Представление и использование знаний [Текст] / Под ред. Х. Уэно, М. Исидзука. – М.: Мир, 1989. – 220 с.
8. E. Niebur. Saliency map. Scholarpedia, volume 2 (8), page 2675. 2007.

## **ABOUT PROPERTIES OF QUASISUBBAND AND G-SUBBAND MATRICES**

**E.G. ZHILYAKOV**  
**A.A. CHERNOMORETS**  
**E.V. BOLGOVA**  
**A.N. ZALIVIN**

*Belgorod National  
Research University*

*e-mail: zhilyakov@bsu.edu.ru*  
*e-mail: chernomorets@bsu.edu.ru*

The main stages of technology of acquisition and processing of knowledge of an earth surface on the basis of data of remote sensing of Earth are considered in the work. The main requirements to image database and the knowledge base about objects and the phenomena of Earth surface are specified.

Key words: knowledge, knowledge base, databases, image, knowledge processing technology, earth surface, remote sensing of Earth.

## ПРИМЕНЕНИЕ АГЕНТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ ФИНАНСОВОЙ МАТЕМАТИКИ<sup>4</sup>

**М.Ф. ТУБОЛЬЦЕВ**  
**С.И. МАТОРИН**  
**О.М. ТУБОЛЬЦЕВА**

*Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет*

*e-mail: Tuboltsev@bsu.edu.ru*  
*e-mail: matorin@bsu.edu.ru*

Рассматриваются вопросы решения оптимизационных задач финансовой математики с применением систем программных агентов. Такой подход позволяет решать приближенно не только традиционные, но и не классические оптимизационные краевые задачи.

Необходимость рассмотрения не классических оптимизационных краевых задач определяется требованиями более адекватного моделирования предметной области. В частности, потребности практики требуют рассмотрения ситуаций, когда формирование накопительных фондов заканчивается в различные моменты времени. Поскольку в таких ситуациях классические методы решения краевых задач не применимы, используются системы программных агентов.

Ключевые слова: оптимизация, финансовый процесс, накопительный фонд, агентные системы, программный агент.

Эволюция во времени некоторого финансового актива описывается линейным дифференциальным уравнением первого порядка:

$$dx(t) = p(t)x(t)dt + dU(T). \quad (1)$$

Здесь  $x(t)$  – величина финансового актива в момент времени  $t$ ,  $p(t)$  – сила роста финансового актива, связанная с процентной ставкой соотношением:

$$p(t) = \ln(1 + r(t)).$$

Процентная ставка и сила роста финансового актива в условиях стабильной макроэкономической ситуации являются постоянными величинами, а, в общем случае, это – неотрицательные функции. На практике можно считать их кусочно-постоянными функциями.

В уравнении (1) первое слагаемое в правой части моделирует непрерывное начисление процентов, а второе – отток/ приток внешних средств в финансовый актив. В зависимости от контекста функция  $U(t)$  может рассматриваться как абсолютно непрерывная, как стохастический процесс или как обобщенная функция.

Хотя единичные финансовые процессы представляют теоретический и практический интерес, для практики больший интерес представляют совокупности финансовых процессов, например, накопительные системы [1]. Накопительные системы хорошо подходят для консолидации средств из маломощных, постоянно действующих источников [2]. Они представляют собой альтернативу заимствования средств, что важно в условиях отсутствия дешевых долгосрочных кредитов и сложностей их получения. Кроме того, долговая нагрузка, создаваемая при обслуживании взятых кредитов, может компенсироваться доходами от заемных средств только, если кредиты были взяты на коммерческие цели. Инвестиции на социальные проекты должны быть свободны от подобной долговой нагрузки.

В простейшем варианте требования к накопительной системе формулируются следующим образом: в течение заданного периода времени осуществить накопление фондов на счетах коммерческих банков, при минимизации объема вкладываемых в эти фонды средств.

Требуется дать некоторые пояснения тому, почему используется не один, а несколько счетов в возможно разных коммерческих банках. Это связано с тем, что подобно тому, как

<sup>4</sup> Исследования поддержаны грантом РФФИ 11-07-00154 и грантом РФФИ 10-07-00266



инвестиционные портфели в целях снижения рисков диверсифицируются путем приобретения акций различных предприятий, накопительные портфели также снижают риски обесценивания или потери накоплений. Более надежные банки предлагают меньшие проценты на вложенные средства. Поэтому создатели накопительного портфеля должны учитывать риски более доходного вложения средств.

Теория стохастических финансовых расчетов, хотя и достигла впечатляющих результатов [3, 4], еще не стала достоянием широких масс. Поэтому на данный момент наиболее практичный способ формирования накопительного портфеля состоит в том, чтобы, разделив фонды по степени приемлемого риска, начать их накопление на счетах в разных коммерческих банках.

Математическая формализация поставленной задачи имеет вид:

$$\int_{t_H}^{t_K} \sum_{i=1}^n u_i(t) dt \rightarrow \min,$$

$$\dot{x}_i(t) = p_i x_i(t) + u_i(t), \quad p_i = \ln(1 + r_i),$$

$$x_i(t_H) = 0, \quad x_i(t_K) = S_i,$$

$$\sum_{i=1}^n u_i(t) \leq U.$$
(2)

В (2) учтено, что накопительный портфель состоит из  $n$  счетов, процентные ставки по которым различны и постоянны, а само накопление начинается с нуля (вложения средств в начальный момент времени  $t_H$  отсутствуют) до некоторого заданного в конечный момент времени  $t_K$  значения. Кроме того, указывается, что в любой момент времени суммарные вложения в накопительный портфель не могут превышать мощности источника финансирования. Целевая функция представляет собой интеграл по всему периоду накопления от функции суммарных вложений, которая является измеримой и ограниченной и играет роль управления.

В такой постановке задача (2) имеет простое решение, которое можно получить с использованием принципа максимума Понтрягина [5]. Целевая функция в задаче минимального вложения средств достигает своего минимума тогда, когда процесс накопления организован следующим образом:

1. в каждый момент времени в активном режиме накопления находится только один фонд и источник финансирования используется максимально, т.е.  $u_i(t) = U$  только для одного  $i$ , а для остальных  $u_i(t) = 0$ ;
2. порядок активного формирования фондов определяется порядком убывания процентных ставок  $r_i$ , т.е. первым формируется фонд с наибольшей процентной ставкой, в последнюю очередь формируется фонд с наименьшей процентной ставкой;
3. начальный этап сменяет период пассивного накопления, когда рост происходит только вследствие капитализации процентов;
4. период активного накопления для последнего фонда сменяет период (иногда его длительность может быть равной нулю), когда для всех фондов реализуется режим пассивного накопления (только за счет начисления процентов).

Моменты переключения управления определяются граничными условиями задачи и при постоянных процентных ставках могут быть легко вычислены [5].

Задача (2) может модифицироваться в различных направлениях, но, при сохранении общего интервала накопления для всех фондов, решения модифицированных задач также могут быть получены с использованием принципа максимума [6, 7].

Не ставя под сомнение целесообразность рассмотрения задачи (2) отметим, что условие общности накопительного интервала для всех фондов излишне ограничительно для практики. Во-первых, не обязательно все фонды должны быть накоплены к одному и тому



же моменту времени. В практике муниципальных образований – это, скорее всего, норма. Во-вторых, вполне вероятно добавление в уже формируемый накопительный портфель еще одного фонда (или нескольких фондов).

Таким образом, более общей и более интересной для практики является следующая задача: сформировать из единого источника финансирования оптимальный по критерию минимума вложения средств накопительный портфель при условии, что интервалы (периоды) накопления для отдельных фондов имеют непустое пересечение. Последнее условие требуется для того, чтобы накопительная система не распадалась на независимые накопительные процессы.

Для определенности будем считать, что в накопительный портфель не вносятся изменений и дополнений, т.е. можно считать, что накопление всех фондов начато одновременно. Тогда накопительная задача может быть формализована следующим образом:

$$\int_{t_H}^{t_K} \sum_{i=1}^n u_i(t) dt \rightarrow \min,$$

$$\dot{x}_i(t) = p_i x_i(t) + u_i(t), \quad p_i = \ln(1 + r_i),$$

$$x_i(t_H) = 0, \quad x_i(t_K^i) = S_i, \quad (3)$$

$$t_K = \max(t_k^1, t_k^2, \dots, t_k^n),$$

$$\sum_{i=1}^n u_i(t) \leq U.$$

В (3) учтено, что управления  $u_i(t)$  продолжены нулем с интервала накопления отдельного фонда  $[t_H, t_K^i]$  на интервал накопления всего портфеля  $[t_H, t_K]$ .

Отличие задач (2) и (3) только в том, что они имеют разные граничные условия, точнее, правые граничные условия заданы в различные моменты времени. Однако это не дает возможность применить принцип максимума или методы оптимального импульсного управления [8].

Основываясь на замечании Рассела: «Искусственный интеллект был отчасти основан как способ избежать ограничений математических средств, применявшихся в теории управления...» [9, с.53], применим для приближенного решения задачи (3) методы агентных систем.

Агентом является все, что может рассматриваться как воспринимающее свою окружающую среду (окружение, среду) с помощью датчиков и воздействующее на свою окружающую среду с помощью исполнительных механизмов [9, с.75]. Агент или множество агентов создается для решения некоторой задачи выбранной проблемной области. Формулировка решаемой задачи в терминах агентных систем включает в себя определение четырех компонентов, в совокупности получивших аббревиатуру PEAS (Performance, Environment, Actuators, Sensors – поведение, окружающая среда, исполнительные механизмы, датчики) [9, с.83].

Поведение (Performance) агента определяется назначением агента, а, в конечном счете, запросом надсистемы к нему, в качестве которой выступает разработчик агентной системы (возможно, это – авторский коллектив). Поведение агента определяет его функциональность, т.е. способность преобразования восприятия окружающей среды в действия. Рациональность поведения агента оценивается с помощью показателей (критериев) и означает соответствие (адекватность) запросу надсистемы.

Термин «Окружающая среда (Environment)» применительно к агентам означает примерно то же, что в теории динамических систем называется фазовым пространством. Фактически – это набор данных, которые агент может получить от датчиков. Иногда агент обладает полным знанием своего окружения, но чаще это не так.



Исполнительные механизмы (Actuators) реализуют функциональность агента, т.е. оказывают некоторое воздействие на окружающую среду в ответ на некоторую последовательность актов восприятия. В свою очередь, каждый акт восприятия окружающей среды представляет собой чтение информации об окружающей среде, поступившей с датчиков (Sensors).

Агенты могут иметь разную природу, поскольку «...понятие агента рассматривается как инструмент для анализа систем, а не как абсолютная классификация, согласно которой мир делится на агентов и не агентов» [9, с.78]. В частности, агентом может быть программное обеспечение. Возможность использования программных агентов дает большие преимущества, поскольку нужно реализовать только программу агентной системы. Кроме того, виртуализация, широко применяемая в информационных технологиях, дает возможность реализации многоагентных систем на простейших одноядерных процессорах.

В нашем случае решается задача (3), а предметной областью являются финансовые вычисления. Из компонентов PEAS для программных агентов требуется задать только поведение и окружение, поскольку механизмы и датчики встроены в вычислительную систему.

Следует отметить, что архитектура агентной системы определяется прикладной задачей не однозначно. В наибольшей степени это относится к поведению и окружению. Целесообразно начинать проектирование агентной системы с определения окружения, поскольку программа агента в качестве входных данных получает считанную информацию о состоянии окружения, а действия механизмов приводят к изменению окружения.

В нашем случае определение окружения фактически сводится к дискретизации задачи (3). Разделим интервал накопления  $[t_n, t_k]$  на  $N$  равных частей, и в каждый из полученных интервалов поместим агента, наделив его денежными средствами в размере  $u = U \cdot (t_k - t_n) / N$ . Агент может вложить все свои средства в некоторый накопительный фонд или не вкладывать их никуда. Затраты на формирование накопительных фондов состоят из вложенных агентами средств. Состояние окружающей среды для данной прикладной задачи определяется тем, какие агенты, в какие фонды вносят свои средства. Для практических целей удобно агентов привязывать к хронологическим датам, поскольку вложение средств в накопительные фонды вряд ли будет осуществляться чаще, чем один раз в день.

Определение поведения агентов является сложной задачей, поскольку это равносильно записи решения прикладной задачи в программу агента. Принято выделять следующие четыре базовых типа агентов [9, с.93].

1. Простой рефлексный агент – поведение определяется полностью текущими актами восприятия окружения.

2. Рефлексный агент с моделью окружения – поведение определяется текущими актами восприятия окружения и запомненными данными о прошлых актах восприятия вместе с априорными знаниями об эволюции окружения.

3. Агенты, действующие на основе цели – поведение определяется, помимо отмеченного ранее, знанием цели функционирования на основе явно сформулированного запроса надсистемы.

4. Агенты, действующие на основе полезности – поведение определяется, помимо отмеченного ранее, явно заданными ограничениями надсистемы.

Поведение агентов четвертого типа может быть признано рациональным и в наибольшей степени соответствует современным представлениям об интеллектуальном поведении, поскольку в этом случае поведение оптимизируется в соответствии с максимизацией функции полезности. В нашей задаче функцию полезности можно задать на основе целевой функции задачи (3) и штрафных функций (штраф за нарушение граничных условий). Таким путем задачу (3) можно было бы свести к сложной задаче программирования одного агента четвертого типа.

Однако, более практично свести задачу (3) к программированию мультиагентной системы, состоящей из простых рефлексных агентов, окружение которых было определено выше. Рациональность поведения таких агентов основана на следующем простом правиле: с учетом ограничений задачи (3) каждый агент стремится занять максимально раннюю

позицию, занимая позицию левого агента-соседа, если он (сосед) вкладывает свои средства в фонд с меньшей процентной ставкой или не вкладывает свои средства вообще. Это эвристическое правило вытекает из того, что если агенты «заработают» как можно больше денег при тех же затратах, то их поведение вполне рационально.

Таким образом, акт восприятия каждого агента сводится к выяснению того, по какой процентной ставке разместил свои средства агент слева. Если ставка текущего агента выше, чем у агента слева, то они меняются местами, если нет, то агент ничего не делает. Практическая реализация программы мультиагентной системы требует также создания агента-координатора для первоначальной инициализации агентной системы (см. рис. 1), а также распределения заданий агентам (в какой фонд вкладывать средства, вкладывать ли их вообще). Кроме этого, координатор выполняет визуализацию результатов.

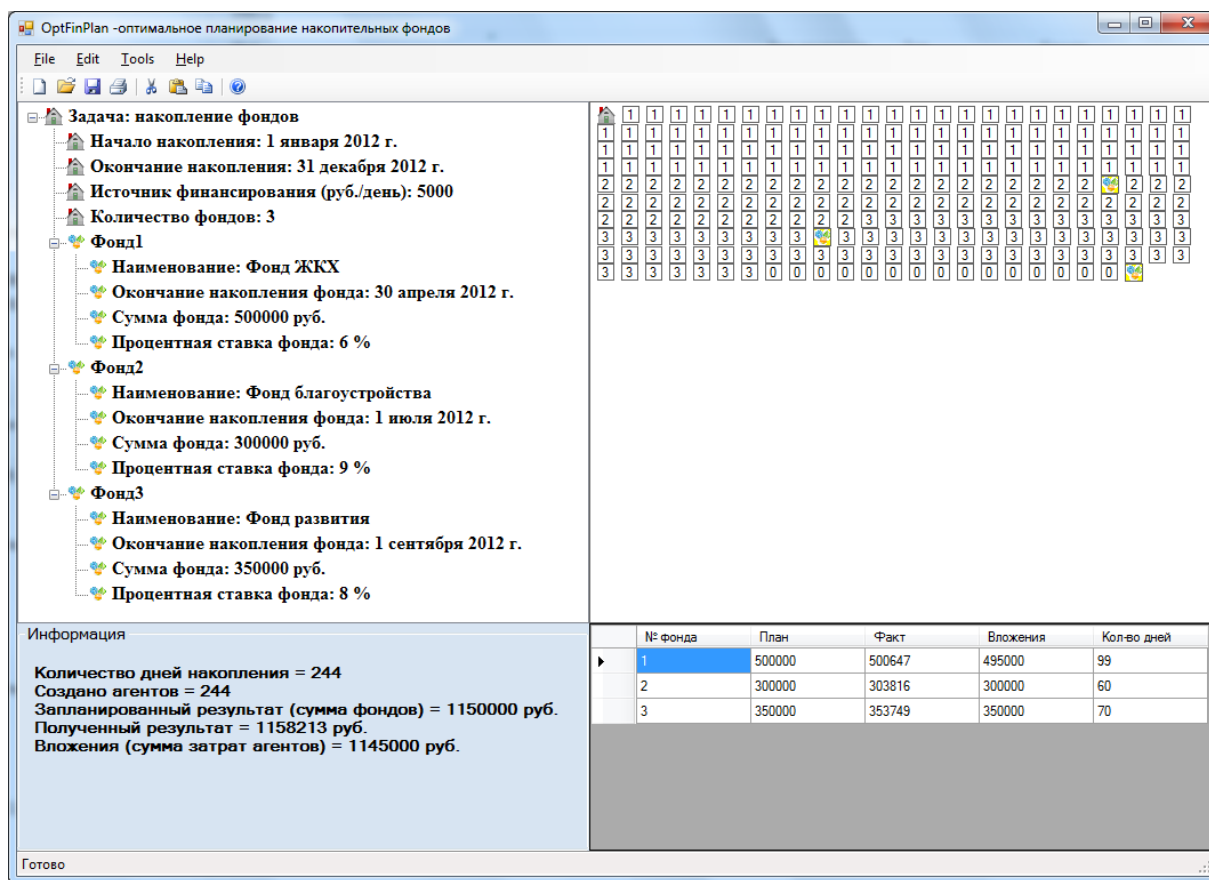


Рис. 1. Инициализация агентной системы

На рисунке 1 представлен частный случай задачи(3), в котором осуществляется накопление трех гипотетических фондов муниципального образования («Фонд ЖКХ», «Фонд благоустройства», «Фонд развития»). Все параметры фондов представлены на рисунке 1. Кроме того, представлено первоначальное (допустимое) приближенное решение: в квадратиках указан номер фонда, куда агент вносит свои деньги и ноль, если средства агента никуда не вкладываются. В нижней части рисунка 1 приводятся также данные о затратах, накопленной сумме и т.д. Поскольку интервал накопления был разделен по хронологическим датам, то, как указано на рисунке 1, количество созданных агентов совпадает с числом дней накопительного периода.

Процесс инициализации агентной системы (т.е. процесс создания агентов и выдача им заданий) прост, но важен, поскольку позволяет установить разрешимость задачи





(наличие допустимых решений). Поскольку фонды упорядочены по увеличению длительности накопительного периода, то сначала агенты получают задание вкладывать средства в первый фонд, затем во второй и т.д. Если осуществить накопление какого-либо фонда нельзя с соблюдением ограничений задачи, то с высокой вероятностью можно ожидать, что допустимых решений нет. В этом случае следует уменьшить шаг дискретизации по времени и решить инициализировать агентную систему заново. Можно также, просто несколько увеличить мощность источника финансирования.

Как видно на рисунке 1 процесс инициализации агентной системы прошел успешно и можно запустить процесс оптимизации. Поскольку для вычислений использовалась одноядерная вычислительная система, то программы агентов выполнялись в одном потоке, т.е. агенты были виртуальными. Как показали многочисленные прогоны программы, за приемлемое время осуществить оптимизацию агентной системы для данной прикладной задачи удастся только при числе агентов не более 300-400, т.е. общий период накопления для системы фондов должен быть около года, если агент ассоциирован с хронологической датой (рис. 2).

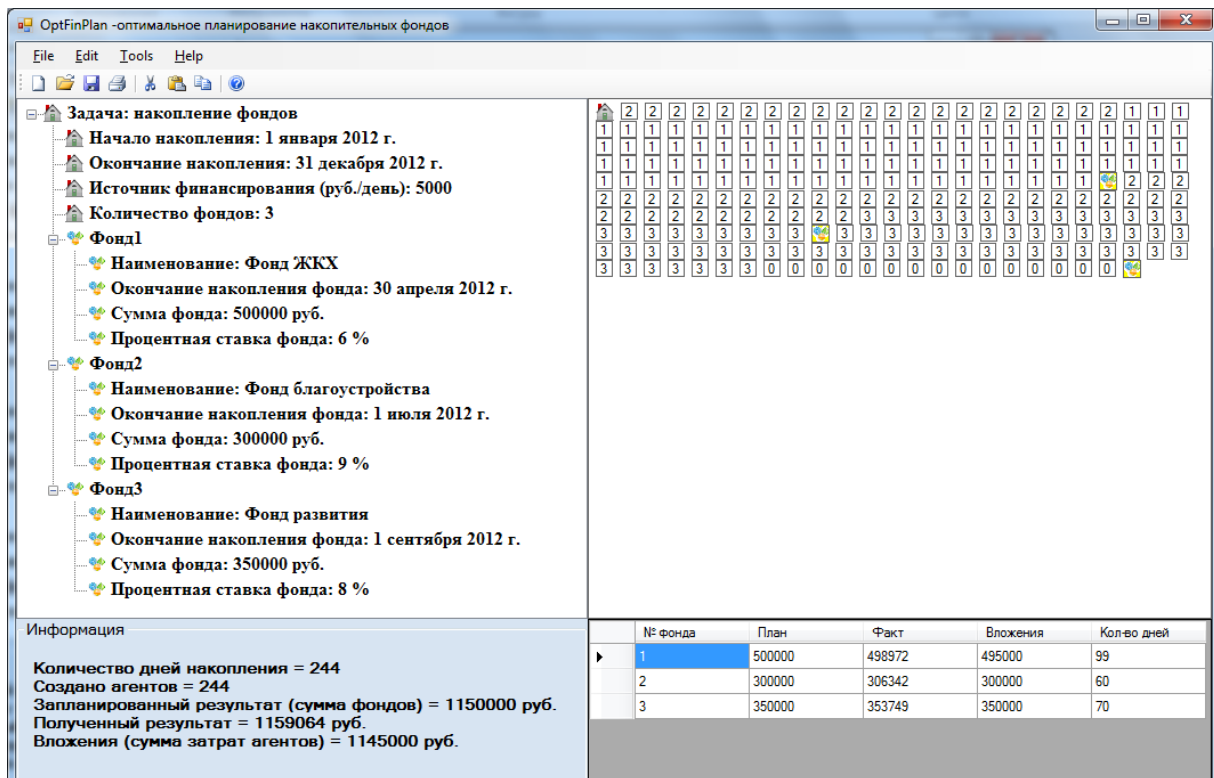


Рис. 2. Оптимизация агентной системы

Такое число агентов связано со сложностью по данным алгоритма оптимизации, которая составляет  $O(N^2)$ , где  $N$  – число агентов. Как видно из рисунка 2, в результате оптимизации агентной системы увеличилась общая сумма накоплений; понизить общие затраты не удалось, поскольку они изменяются скачком с довольно большим (в контексте текущей задачи) шагом.

Тем самым, продемонстрирована потенциальная возможность применения агентных систем для приближенного решения оптимизационных задач финансовых вычислений как классических, так и тех для которых точные решения отсутствуют. При этом, следует ориентироваться на использование высокопроизводительных вычислительных систем и методики параллельного программирования.



### Литература

1. Тубольцев М.Ф. Математическое моделирование систем накопительных фондов//«Научные ведомости», серия «История, Политология, Экономика, Информатика», №1 (56) выпуск 9/1.- Белгород: Изд-во БелГУ, 2009.- стр.45-51.
2. Тубольцев М.Ф. Методы оптимального накопления фондов в бюджете развития муниципального образования.// «Научная мысль Кавказа», Ростов-на-Дону, Изд-во Северо-Кавказского научного центра высшей школы, 2005, №8. – с.82-91.
3. Markowitz H. Mean-Variance Analysis in Portfolio Choice and Capital Markets. Cambridge, MA: Blackwell, 1990.
4. Ширяев А.Н. Основы стохастической финансовой математики. Т. 1,2. –М.: Фазис, 1998.
5. Тубольцев М.Ф. Оптимальные по критерию минимума вложения средств стратегии создания накопительных фондов. // «Научные ведомости», серия «Информатика, Прикладная математика, Управление», № 1 (21) выпуск 2.- Белгород: Изд-во БелГУ, 2006.- стр.50-55.
6. Тубольцев М.Ф. Оптимизация накопительных фондов по двум критериям //«Научные ведомости», серия «История, Политология, Экономика, Информатика», №9 (64) выпуск 11/1.- Белгород: Изд-во БелГУ, 2009.- стр.170-176.
7. Тубольцев М.Ф., Михелев В.М. Использование импульсных управлений при моделировании финансовых процессов. // «Информационные системы и технологии», Известия ОрелГТУ, №6/56 (569). – Орел: Изд-во ОрелГТУ, 2009. – стр.106-111.
8. Дыхта В.А., Самсонок О.Н. Оптимальное импульсное управление с приложениями. – 2-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 256 с.
9. Рассел, Стюарт, Норвиг, Питер. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.: Пер. с англ. — М.: Издательский дом "Вильямс", 2006. — 1408 с.: ил.

## APPLICATION OF AGENT SYSTEMS FOR SOLVING OPTIMIZATION PROBLEMS OF FINANCIAL MATHEMATICS

**M.F.TUBOLTSEV**  
**S.I. MATORIN**  
**O.M.TUBOLTSEVA**

*Belgorod National  
Research University*

*e-mail: Tuboltsev@bsu.edu.ru*  
*e-mail: matorin@bsu.edu.ru*

The problems of solving optimization problems in mathematical finance systems with software agents. This approach allows us to solve not only the traditional approximation, but not classical optimization boundary value problems.

The need to consider is not the classical boundary-value problems of optimization is determined by the requirements of a more adequate modeling of the domain. In particular, the needs of practice require the consideration of situations in which the formation of the accumulation of funds ends at different times. Because in these situations the classical methods for solving boundary value problems are not applicable, use of software agents.

Key words: optimization, financial process, savings fund, agent system, a software agent.



УДК 681.3; 681.518 + 658.511

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СРЕДСТВАМИ СИСТЕМО-ОБЪЕКТНОГО ПОДХОДА

**Н.О. ЗАЙЦЕВА***Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет**e-mail: zaitseva\_n\_o@bsu.edu.ru*

Рассматривается обобщенная процедура имитационного моделирования путем анализа ряда программных инструментов. Данная процедура адаптируется для последующего внедрения в пакет «UFO-toolkit».

Ключевые слова: имитационное моделирование, системно-объектный подход, «UFO-toolkit».

### **Введение.**

Одним из наиболее перспективных направлений планирования и управления производством является имитационное моделирование (ИМ), которое позволяет получить качественные и количественные оценки возможных последствий принимаемых решений. В работе [1] высказывается мнение, что имитационные методы – наиболее распространенные средства теории управления и исследования операций в управлении промышленными предприятиями и организациями. Это объясняется тем, что они могут дать инструментальную поддержку анализа функционирования предприятий в целях совершенствования производственных и управленческих процессов, скоординированной и контролируемой работы всех подсистем [1].

Проведение имитационного моделирования может обеспечить решение различных исследовательских задач:

- определение реального алгоритма работы той или иной системы с учётом вероятностных характеристик отдельных элементов и сигналов;
- вычисление статистических характеристик (средние, максимальные и минимальные значения, коэффициент использования);
- оптимизация структуры или параметров исследуемой системы;
- поиск сбоев и неисправностей в реальной системе и причин их возникновения;
- создание компьютерных деловых игр как компонентов систем поддержки принятия решений.

Цель имитационного моделирования состоит в воспроизведении поведения исследуемой системы на основе результатов анализа наиболее существенных взаимосвязей между ее элементами [2].

Желание ускорить процесс разработки имитационных моделей привело к созданию специализированного программного обеспечения, которое избавляет исследователя от написания программного кода. Это является перспективным направлением развития средств ИМ.

Современные программные средства ИМ позволяют автоматизировать процесс создания модели за счет использования различных компонент, из которых строится модель, а также графического интерфейса [1].

Основной проблемой при проведении ИМ, согласно работе [3], являются необходимость построения комплексных математических моделей и разработка программного кода имитационной модели.



В настоящее время предпринимаются попытки разрешения данной проблемы при помощи автоматизации построения кода имитационной модели на основании визуализации моделей и с использованием методов объектно-ориентированного проектирования. Такой подход значительно облегчает задачу построения имитационной модели и делает ее более понятной для пользователей такого моделирования.

Автор считает целесообразным также использование в целях развития средств ИМ системно-объектного подхода, который позволяет учесть возможности системного анализа.

Необходимо, чтобы система ИМ включала в себя следующие возможности [3]:

– построение имитационной модели с минимальными трудовыми и временными затратами (это реализуется за счет использования визуальных моделей деловых процессов в виде диаграмм какой-либо из распространенных нотаций);

– прогон полученной модели и проведение имитационного эксперимента;

– представление полученных результатов в удобном для анализа виде.

Сложность современных организационных, информационных и технических систем делает их проектирование традиционными (ручными) методами с обязательным изготовлением макета практически невозможным. Современные языки ИМ позволяют создавать программы небольшого объема и сложности, и не требуют больших затрат времени [4].

Автор предприняла попытку выявления обобщенного алгоритма ИМ средствами наиболее распространенных программных инструментов. Результаты данного анализа используются для создания нового алгоритма ИМ средствами системно-объектного подхода «Узел-Функция-Объект».

#### ***Анализ программных средств имитационного моделирования.***

Среди программных средств, которые используются для разработки имитационных моделей, можно выделить следующие: Arena, AnyLogic, GPSS World. Их называют имитационными средами.

Имитационные среды не требуют программирования в виде последовательности команд. Вместо написания программы пользователи составляют модель из библиотечных графических модулей, и/или заполняют специальные формы. Как правило, имитационная среда обеспечивает возможность визуализации процесса имитации, а также позволяет проводить сценарный анализ и поиск оптимальных решений [5].

При сравнении имеющихся на рынке программного обеспечения средств ИМ были выделены следующие программные продукты, имеющие наиболее широкое практическое применение [4]:

– AnyLogic;

– Arena;

– GPSS World.

Перечисленные программные средства имеют возможность графического конструирования модели.

AnyLogic — программное обеспечение для ИМ сложных систем и процессов, разработанное российской компанией XJ Technologies. Данный программный продукт предназначен для проектирования и оптимизации бизнес-процессов или любых сложных систем, таких как производственный цех, аэропорт, госпиталь и т.д. [6]

AnyLogic поддерживает иерархическое моделирование, а также создание собственных моделирующих конструкций и объединение их в библиотеки. В редакторе AnyLogic возможно разработать анимацию и интерактивный графический интерфейс модели. Анимация может быть иерархической и поддерживать несколько перспектив [6].

Arena — один из наиболее эффективных инструментов имитационного моделирования, разработанный компанией Systems Modeling. Arena позволяет строить имитационные модели, проигрывать их и анализировать результаты. С помощью Arena могут быть построены модели для самых разных сфер деятельности — производственных технологических операций, складского учета, банковской деятельности, обслуживания клиентов в ресторане и т.д. и т.п. [7]

Арена предоставляет пользователю удобный графический интерфейс с набором шаблонов моделирующих конструкций. Для создания модели в пакете Арена моделирующие конструкции сначала перетаскивают в окно модели, а затем соединяют, чтобы обозначить движение объектов в моделируемой системе. Затем моделирующие конструкции детализируются с помощью диалоговых окон или встроенных таблиц. В иерархии модели может быть неограниченное число уровней. Арена обеспечивает вывод на экран двухмерной и трехмерной (Arena 3DPlayer) анимации и позволяет выводить на экран динамическую графику (гистограммы и графики временной зависимости). Данный пакет позволяет выполнять функционально-стоимостной анализ при использовании ABC-метода, благодаря чему можно учитывать дополнительные и обычные затраты, а также создавать временные отчеты. Результаты моделирования сохраняются в базе данных и отображаются на экране после прогона модели в виде отчета [7].

GPSS World – общецелевая система моделирования, разработанная компанией Minuteman Software (США). В основном этот язык был разработан Джеффри Гордоном приблизительно в 1960 году в IBM. Программный продукт позволяет оперативно получать достоверные результаты с наименьшими усилиями. В GPSS World хорошо проработана визуализация процесса моделирования, а также встроены элементы статистической обработки данных [8].

Система GPSS предназначена для написания имитационных моделей систем с дискретными событиями. В системе GPSS моделируемая система представляется с помощью набора (сети) абстрактных элементов, называемых объектами [8].

Очень часто решающую роль в выборе того или иного программного средства для проведения ИМ играют:

- удобство программирования;
- наличие проверенных математических методов;
- легкость представления результатов проведенного процесса моделирования.

Каждая из приведенных имитационных сред обладает достаточной функциональностью. Одним из преимуществ данных программных продуктов является быстрая реализация модели.

Изучив логику работы и приведя описание данных средств ИМ, была выделена обобщенная схема, которая может быть сведена к следующему алгоритму:

- 1) Модель вводится в ЭВМ и поступает на обработку.
- 2) Проводится синтаксический контроль модели и преобразование данных во внутреннюю форму, удобную для проведения моделирования. Данные во внутренней форме передаются с помощью программы ввода интерпретатору модели.

Интерпретатор выполняет моделирование. Во внутренней форме все объекты, описанные в модели, получают последовательные номера в порядке поступления. Последовательности номеров выстраиваются отдельно по типам объектов. Эти номера могут быть напрямую указаны в модели программистом.

Функции интерпретатора в этих программных продуктах объединены по следующим признакам:

1. Создание транзактов (Проводка их через блоки модели с одновременным выполнением действий, связанных с каждым блоком. Движение транзактов в модели соответствует движению отображаемых ими объектов в реальной системе.).

2. Ведение модельного времени (Всякое изменение состояния модели можно рассматривать как некоторое событие, происходящее в определенный момент условного (системного) времени, задаваемого "часами" системы, работа которых организуется интерпретатором. Фактически, "часы" в интерпретаторе – это целая переменная, значение которой соответствует текущему моменту условного времени модели.).

3. Очередность событий (В процессе моделирования интерпретатор автоматически определяет правильную очередность наступления событий).

#### **Использование системно-объектного подхода для проведения имитационного моделирования.**

Системно-объектный подход реализован в CASE-инструментарии «UFO-toolkit». Программный пакет «UFO-toolkit» представляет собой современный инструментарий, основан-



ный на знаниях. Программа предназначена для моделирования и проектирования сложных систем, в том числе организационных, информационных и технических. В основе «UFO-toolkit» лежит метод системно-объектного анализа – UFO-анализ. UFO-анализ является первым методом системного анализа, который согласуется с объектно-ориентированным подходом. Инструментарий «UFO-toolkit» автоматизирует технологические процессы UFO-анализа для наиболее эффективного практического применения [9].

В основе алгоритма UFO-анализа лежит концептуальная классификационная модель «Узлы-Функции-Объекты». В результате «UFO-toolkit» обеспечивает представление системы в виде UFO-элемента, который является единой трех элементной конструкцией, включающей в себя «Узел» связей (потоков) с другими системами; «Функцию», обеспечивающую баланс "притока" и "оттока" по входящим и выходящим связям и «Объект», реализующий данную функциональность. В результате появляется возможность использовать формализованные правила выявления классов и объектов предметной области в процессе объектно-ориентированного анализа. Кроме того, пакет «UFO-toolkit» позволяет собирать и использовать библиотеки UFO-элементов различного уровня иерархии для построения моделей систем различной природы, что и обеспечивает знаниеориентированность данного инструмента [9].

Как знаниеориентированный, системно-объектный CASE-инструмент нового поколения, «UFO-toolkit» обладает рядом свойств, которые позволяют накапливать, систематизировать и использовать в дальнейшем знания о предметных областях, а также полноценно использовать результаты системного анализа бизнеса в ходе объектно-ориентированного проектирования информационной системы. «UFO-toolkit» достаточно прост для описания бизнес-процессов и проведения вычислительных экспериментов.

Однако, он не лишен недостатков. Отсутствие механизма проведения имитационного моделирования делает «UFO-toolkit» не достаточно функциональным программным продуктом.

Таким образом, существует актуальная проблема адаптации алгоритма проведения ИМ к системно-объектному подходу и реализации его в CASE-инструментарии «UFO-toolkit». Эта цель может быть достигнута путем решений следующих задач:

1. создание средств синтаксического контроля и преобразования модели «Узел-Функция-Объект» во внутреннюю форму, удобную для имитационного моделирования;
2. разработка процедуры имитационной модели на основе на модели «Узел-Функция-Объект»;
3. разработка обработчика, выполняющего имитацию.

Обработчик осуществляет индексацию каждого элемента модели. Нумерация производится последовательно в зависимости от принадлежности к той или иной категории: узел, функция, объект. Каждому проиндексированному элементу должна быть присвоена переменная, значение которой соответствует времени обработки того или иного действия (времени системы, времени модели).

### **Заключение.**

Проведение имитационного моделирования является достаточно трудоемкой задачей. Основные трудности, с которыми сталкиваются специалисты при его проведении, связаны с недостатком или отсутствием исходных данных о процессах и ресурсах, потребляемых этими процессами, а также с появлением фактора времени, который влияет на исход процесса.

Поскольку данная работа является трудоемкой, возникает необходимость использования соответствующих средств обработки информации.

### **Литература**

1. Михеева Т.В. Обзор существующих программных средств имитационного моделирования при исследовании механизмов функционирования и управления производственными системами // Журнал теоретических и прикладных исследований «Известия Алтайского государственного университета». Сер. Управление, вычислительная техника и информатика. №1(61), 2009



2. Компания CEO Consulting. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.ceoconsulting.ru/conception/process\\_modeling/](http://www.ceoconsulting.ru/conception/process_modeling/) – свободный
3. Рванцов Ю.А. Сравнительный анализ систем имитационного моделирования деловых процессов по критерию функциональной полноты // Вестник ДГТУ. 2011. Т. 11, № 1(52)
4. Кошуняева Н.В., Патронова Н.Н. Сравнительный анализ методов моделирования сложных экономических систем // Всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию социально-экономических систем (ВКИМСЭС). ГОУ ВПО ВЗФЭИ. Труды конференции 15 мая 2012г., Москва: ООО «Принт-Сервис», 2012. – С. 130-133.
5. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем / Ю.Г. Карпов. – СПб., 2006
6. XJTechnologies: Имитационное моделирование для науки и бизнеса [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.xjtek.ru/anylogic/overview/> – свободный
7. Arena – система имитационного моделирования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.interface.ru/home.asp?artId=252> – свободный
8. Имитационное моделирование [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.gpss.ru/> – свободный
9. UFO-Toolkit – open source VI -инструментарий нового поколения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ufo-toolkit.ru/content//docs.html> – свободный

## **SIMULATION MEANS OF SYSTEM-OBJECT APPROACH**

**N.O.ZAITSEVA**

*Belgorod National  
Research University*

*e-mail: zaitseva\_n\_o@bsu.edu.ru*

In this paper we consider the generalized procedure of simulation by analyzing a number of software tools. This procedure is adapted for introduction into the package «UFO-toolkit».

Key words: simulation, system-object approach, «UFO-toolkit».



# ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 621.391.037.372

## СЖАТИЕ РЕЧЕВЫХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ПРОРЕЖИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПТИМАЛЬНОЙ ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТОТНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

**Е.Г. ЖИЛЯКОВ**  
**А.В. БОЛДЫШЕВ**  
**Н.А. ЧЕКАНОВ**

*Белгородский  
государственный национальный  
исследовательский университет*

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

В статье изложен подход к сжатию речевых данных на основе прореживания результатов оптимальной линейной фильтрации речевого сигнала. Приведены результаты вычислительных экспериментов по оценке эффективности предлагаемого подхода.

Ключевые слова: информационно-телекоммуникационные системы, сжатие речевых данных, оптимальная линейная фильтрация, заданная доля энергии.

### ***Введение.***

Информационный обмен является важнейшим средством развития общественных процессов, включая производственные силы. Одной из наиболее удобных и естественных форм информационного обмена для человека являются речевые конструкции (речевые сообщения). Реализация информационного обмена речевыми сообщениями, включая их архивное хранение и передачу, осуществляется с помощью компьютерных технологий. При этом речевые сигналы хранятся и передаются в виде некоторых кодовых комбинаций, совокупность которых естественно называть речевыми данными. Совокупность бит, используемых для кодирования речевых данных, называется объемом битовых представлений.

Одной из основных проблем современных информационно-телекоммуникационных систем является ограниченность их ресурсов, необходимых для реализации информационного обмена, а именно пропускной способности для передачи данных и объемы памяти жестких носителей для хранения.

Поэтому не вызывает сомнения необходимость выбора такого способа кодирования, который обеспечивает минимум объемов битовых представлений хранимых и передаваемых данных при сохранении приемлемого, с точки зрения пользователя, качества воспроизведения исходных речевых сообщений.

### ***Теоретические основы.***

В данной работе приводится описание алгоритма сжатия исходных речевых данных на основе прореживания результатов оптимальной линейной частотной фильтрации [1].

Пусть  $\vec{f} = (f_1, \dots, f_L)^T$  исходный речевой сигнал длительностью  $L$  отсчетов, где  $T$  – операция транспонирования.



Обработка речевого сигнала осуществляется по отрезкам, для этого исходный сигнал  $\vec{f}$  разбивается на отрезки равной длины:

$$\vec{x}_i = (f_{(i-1)*N+1}, \dots, f_{iN})^T, i=1, \dots, M \tag{1}$$

где  $N$  – длительность окна анализа;

$M=L/N$  – количество отрезков.

Частотный диапазон  $[0, \pi]$  разбивается на  $R$  частотных интервалов следующим образом:

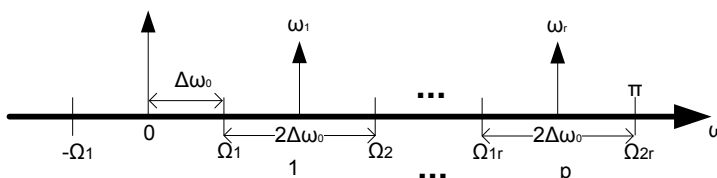


Рис.1. Пример разбиения частотной оси

где  $\pi=(2r+1)\Delta\omega_0$ ;  $\Omega_{1r}=(2r-1)\Delta\omega_0$  и  $\Omega_{2r}=\Omega_{1r}+2\Delta\omega_0$ ,  $r=1, \dots, R-1$  – нижняя и верхняя границы заданного частотного интервала;  $\Delta\omega_0=(\Omega_{2r}-\Omega_{1r})/2 = 2\pi/(N-1)$  – задает полуширину частотного интервала;  $\omega_r=(\Omega_{2r}+\Omega_{1r})/2$  – центральная частота  $r$ -го частотного интервала.

Частотный интервал, расположенный вблизи нуля (с границами  $[0, \Omega_{1r}]$  и центральной частотой  $\omega=0$ ), будем называть нулевым.

При выборе количества частотных интервалов должно выполняться условие  $N/R \geq 4$ .

Для каждого частотного интервала рассчитывается субполосная матрица, причем для нулевого интервала она имеет вид:

$$A_0 = \{a_{ik}^0\} = \frac{\sin[\Delta\omega_0(i-k)]}{\pi(i-k)}, i, k=1, \dots, N, r=0; \tag{2}$$

для остальных частотных интервалов:

$$A_r = \{a_{ik}^r\} = \frac{\sin[\Omega_{2r}(i-k)] - \sin[\Omega_{1r}(i-k)]}{\pi(i-k)}, r=1, \dots, R-1, i, k=1, \dots, N \tag{3}$$

Субполосные матрицы являются симметричными и неотрицательно определёнными, поэтому их можно представить в виде разложения по их собственным векторам и числам [1]:

$$A_r = Q_r L_r Q_r^T, r=0, 1, \dots, R-1 \tag{4}$$

где  $Q_r = \{\vec{q}_1^r, \vec{q}_2^r, \dots, \vec{q}_N^r\}$  – матрица собственных векторов;  $L_r = \text{diag}(\lambda_1^r, \dots, \lambda_N^r)$  – диагональная матрица собственных чисел.

$$\lambda_1^r > \lambda_2^r > \dots > \lambda_N^r > 0$$

Собственные числа количественно равны сосредоточенным в выбранных частотных интервалах долям энергий соответствующих собственных векторов [2]. Т.е. если собственное число равно единице, значит вся энергия соответствующего собственного вектора, сосредоточена в выбранном частотном интервале, иначе энергия этого вектора просачивается за пределы этого интервала.

В [2] показано, что величина собственных чисел, индексы которых превосходят значение

$$J = 2 \left[ \frac{N * 2 * \Delta\omega_0}{2\pi} \right] + 4 \tag{5}$$

пренебрежимо мала по сравнению с единицей (квадратные скобки означают целую часть от результата).

В ряде работ [3,4] описана процедура определения минимального количества частотных интервалов, в которых сосредоточена  $m$ -ая (подавляющая, порядка 0.92) доля



энергии отрезка речевого сигнала. Для последовательности изложения необходимо напомнить основные моменты этой процедуры: вычисление распределения энергии по частотным интервалам, упорядочивание их по убыванию, определение количества и порядковых номеров частотных интервалов, сумма которых составляет  $m$ -ую долю энергии от общей:

$$P_r = \bar{x}^T A_r \bar{x} \quad (6)$$

$$\sum_{k=1}^{U_m} P_{(k)} \geq m \|\bar{x}\|^2 = m \sum_{i=1}^N x_i^2 \quad (7)$$

где  $U_m$  – минимальное количество частотных интервалов (множество  $R_m$ ), в которых сосредоточена  $m$ -ая доля энергии;  $P_r$  – энергия в выбранном частотном интервале;  $P_{(k)}$  – порядковая статистика  $P_{(k+1)} \geq P_{(k)}$ ,  $P_{(k)} \in \{P_1, \dots, P_R\}$ ;  $\|\bar{x}\|^2$  – энергия анализируемого отрезка сигнала.

Таким образом, имея сведения о номерах частотных интервалов, можно с помощью оптимальной линейной частотной фильтрации выделить частотные компоненты, соответствующие только этим интервалам [1]:

$$\bar{y}_r = A_r \bar{x}^T = \sum_{k=1}^J \lambda_k^r \alpha_k^r \bar{q}_k^r, r \in R_m \quad (8)$$

где  $\alpha_k^r = (\bar{x}, \bar{q}_k^r)$  – скалярное произведение анализируемого отрезка сигнала и собственного вектора.

Используя тригонометрические преобразования ( $\sin(\alpha) - \sin(\beta)$ ), можно преобразовать выражение (3) к следующему виду:

$$\begin{aligned} A_r &= 2 \frac{\sin\left[\frac{\Omega_{2r} - \Omega_{1r}}{2}(i-k)\right]}{\pi(i-k)} \cos\left[\frac{\Omega_{2r} + \Omega_{1r}}{2}(i-k)\right] = \\ &= 2 \frac{\sin[\Delta\omega_0(i-k)]}{\pi(i-k)} \cos[\omega_r(i-k)] = 2a_{ik}^0 \cos[\omega_r(i-k)] \end{aligned} \quad (9)$$

В [5] показана справедливость следующих аппроксимаций собственных векторов субполосных матриц  $A_r$  для любого частотного интервала:

$$q_{k,2i-1}^r = q_{k,i}^0 \cos[\omega_r(i-1)] \text{ и } q_{k,2i}^r = q_{k,i}^0 \sin[\omega_r(i-1)], r \in R_m \quad (10)$$

Выражение (8) с учетом (10) можно преобразовать к виду:

$$\bar{y}_r = G_c \sum_{k=1}^{J/2} \lambda_{2k-1}^r \alpha_{2k-1}^r \bar{q}_k^0 + G_s \sum_{k=1}^{J/2} \lambda_{2k}^r \alpha_{2k}^r \bar{q}_k^0 = G_c \bar{z}_r^c + G_s \bar{z}_r^s, r \in R_m \quad (11)$$

где  $G_c = \text{diag}(\cos(\omega_r(0)), \cos(\omega_r(1)), \dots, \cos(\omega_r(N-1)))$ ;

$G_s = \text{diag}(\sin(\omega_r(0)), \sin(\omega_r(1)), \dots, \sin(\omega_r(N-1)))$ ;

Выражение (11) представляет собой сумму произведений синусов и косинусов на соответствующие огибающие  $\bar{z}_r^c$  и  $\bar{z}_r^s$ . Выделить эти огибающие можно следующим образом:

$$\begin{aligned} \bar{z}_r^c &= Q_0 Q_0^T G_c \bar{y}_r, r \in R_m \\ \bar{z}_r^s &= Q_0 Q_0^T G_s \bar{y}_r, r \in R_m \end{aligned} \quad (12)$$

Уменьшение количества исходных речевых данных осуществляется за счет прореживания компонент выделенных огибающих  $\bar{z}_r^c$  и  $\bar{z}_r^s$  с шагом:

$$D = 2p + 1 = 2(R-1) + 1 = 2R - 1 \quad (13)$$

Таким образом, количество значений, которое необходимо хранить равно:

$$M = U_m * 2(\lceil N/D \rceil + 1) \quad (14)$$

где  $\lceil \cdot \rceil$  – целая часть от результата.

Для того, чтобы восстановить сигнал по его прореженным значениям необходимо сперва сформировать вектор, который будет состоять из прореженных значений и нулей на местах интерполируемых значений.

$$\begin{aligned} \vec{w}_{r,i}^c &= \begin{cases} z_{r,i}^c, i = 1, D, 2D, \dots, lD \\ 0, i \neq 1, D, 2D, \dots, lD \end{cases}, l = [N/D] \\ \vec{w}_{r,i}^s &= \begin{cases} z_{r,i}^s, i = 1, D, 2D, \dots, lD \\ 0, i \neq 1, D, 2D, \dots, lD \end{cases}, l = [N/D] \end{aligned} \tag{15}$$

где  $[\ ]$  – целая часть от результата.

Фактически при прореживании (12) прореживается именно компоненты  $w_{r,i}^c$ , которая отражает сосредоточенность энергии в выбранном частотном интервале, поэтому необходимо получить частотную компоненту, энергия которой не будет просачиваться за пределы частотного интервала. Данное преобразование осуществляется аналогично (12).

$$\begin{aligned} \vec{z}_r^c &= Q_0 Q_0^T \vec{w}_r^c, r \in R_m \\ \vec{z}_r^s &= Q_0 Q_0^T \vec{w}_r^s, r \in R_m \end{aligned} \tag{16}$$

Далее необходимо получить частотные компоненты, которые соответствуют частотным интервалам  $r=1, \dots, R-1$ . Согласно (10) получаем:

$$\vec{y}_r = G_c \vec{z}_r^c + G_s \vec{z}_r^s, r \in R_m \tag{17}$$

Восстановление исходного отрезка речевого сигнала осуществляется путем суммирования всех частотных компонент:

$$\vec{x} = \sum_{r=1}^{Um} \vec{y}_r \tag{18}$$

**Вычислительные эксперименты.**

В рамках исследования предложенного подхода к сжатию речевых данных были проведены вычислительные эксперименты. В качестве исходных данных были выбраны отрезки речевых сигналов, соответствующие различным звукам русской речи. Звуки были выделены «на слух» из различных произнесенных фраз. Длительность окна анализа  $N$  была выбрана 129 отсчетов, количество частотных интервалов  $R=32$ , что соответствует требованию  $N/R \geq 4$ .

В табл. 1 приведено количество отрезков речевого сигнала, соответствующих различным звукам, которые подвергались обработке.

Таблица 1

**Количество анализируемых звуков русской речи**

	Количество звуков		Количество звуков		Количество звуков		Количество звуков
А	71	З	21	П	23	Ч	15
Б	26	И	49	Р	30	Ш	15
В	17	Й	18	С	31	Щ	12
Г	16	К	29	Т	34	Ы	19
Д	22	Л	31	У	18	Э	18
Е	19	М	27	Ф	16	Ю	11
Ё	11	Н	33	Х	16	Я	12
Ж	15	О	26	Ц	20		

Для каждого звука был вычислен коэффициент сжатия:



$$K = \frac{N}{U_m * 2 * M}$$

где  $M$  – количество отсчетов, оставшихся после прореживания.  
Далее вычислялся средний коэффициент сжатия:

$$K_{\text{сред}} = \sum_{i=1}^{Z_V} K_i / Z_V$$

где  $Z_V$  – общее количество каждого анализируемого звука.

В табл. 2 приведены результаты вычисления среднего коэффициента сжатия.

Таблица 2

**Коэффициенты сжатия для каждого звука речи.  
 $K_{\text{сред}}$  – средний коэффициент сжатия.  $N=129$ ,  $R=32$**

М Звук	0,90	0,92	0,94	0,96	m Звук	0,90	0,92	0,94	0,96
А	3,63	3,34	2,98	2,57	П	4,70	4,31	3,71	3,10
Б	4,97	4,67	4,22	3,42	Р	4,52	4,08	3,63	3,05
В	4,31	3,92	3,48	2,96	С	4,20	3,05	3,33	2,80
Г	4,33	3,91	3,49	3,02	Т	3,52	3,27	2,87	2,42
Д	4,66	4,05	3,73	3,11	У	4,55	4,28	3,75	3,11
Е	4,45	4,08	3,69	3,19	Ф	4	3,65	3,20	2,65
Ё	4,44	4,06	3,62	2,99	Х	3,96	3,68	3,23	2,71
Ж	4,05	3,70	3,27	2,73	Ц	4,02	3,66	3,24	2,70
З	4,36	4,04	3,63	3,14	Ч	3,96	3,62	3,20	2,67
И	5,74	5,38	4,87	4,19	Ш	3,83	3,50	3,10	2,59
Й	5,55	5,01	4,49	3,88	Щ	3,86	3,53	3,12	2,60
К	4,14	3,81	3,39	2,84	Ы	4,90	4,48	3,77	3,13
Л	5,35	4,90	4,36	3,64	Э	4,28	3,94	3,48	2,93
М	6,66	5,94	5,22	4,21	Ю	4,41	4,11	3,61	2,98
Н	6,76	6,13	5,35	4,35	Я	4,31	3,97	3,49	2,93
О	5,02	4,58	3,99	3,40					

Средний коэффициент сжатия по всем звукам русской речи составляет порядка 4-6 раз, при  $m=0.92$ .

На рисунке 2 в качестве пример приведены графики, соответствующие исходным и восстановленным звукам «а» и «ж».

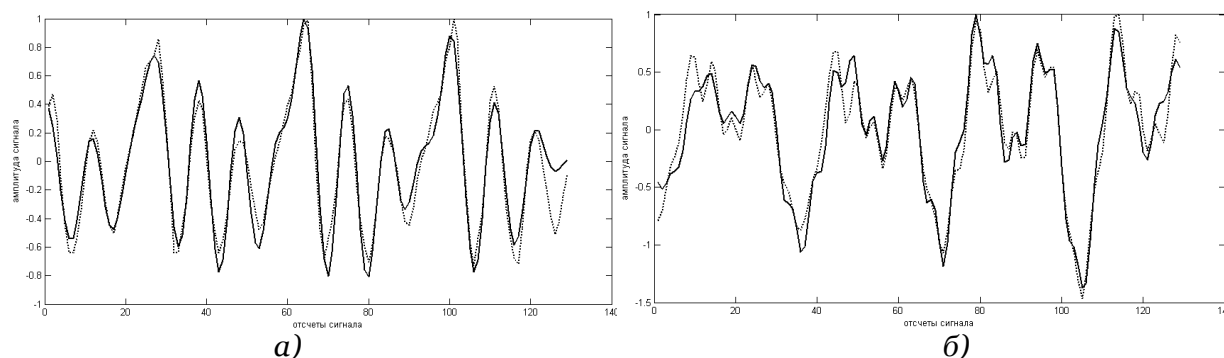


Рис. 2. Исходный сигнал (пунктирная линия) и восстановленный (сплошная линия):  
а) звук «а»; б) звук «ж»  $m=0.92$

Как видно из приведенных выше рисунков, что форма восстановленного сигнала практически совпадает с формой исходного, исключение составляют лишь «края» сигнала. Практически полное совпадение формы восстановленного и исходного сигнала свидетельствует о возможности получения высокого качества воспроизведения восстановленного речевого сообщения.

#### **Выводы.**

Проведенные вычислительные эксперименты показали, что предлагаемый подход к сжатию может обеспечить сокращение исходного размера речевого сообщения в 5 раз при сохранении достаточно высокого качества воспроизведения.

*Работа выполнена в рамках программы РНПВШ ГКН<sup>о</sup> 8.2251.2011*

#### **Литература**

1. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц / Ф.Р. Гантмахер. – М.: Физматлит, 2004. – 560с.
2. Жилияков Е.Г. Вариационные методы анализа и построения функций по эмпирическим данным: моногр. / Е.Г. Жилияков. – Белгород: Изд-во, 2007. – БелГУ, 2007.– 160. Гантмахер, Ф.Р. Теория матриц / Ф.Р. Гантмахер. – М.: Физматлит, 2004. – 560с.
3. Болдышев А.В. О различиях распределения энергии звуков русской речи и шума / А.В. Болдышев, А.А. Фирсова // материалы 12-ой Международной конференции и выставке «ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ – DSPA'2010» 31 марта – 02 апреля 2010 года, г. Москва.
4. Прохоренко Е.И. Метод сжатия речевых данных на основе составной субполосной матрицы / Е.И. Прохоренко, А.В. Болдышев, А.В. Эсауленко // Журнал «Вопросы Радиоэлектроники», серия электроника и вычислительная техника (ЭВТ). Выпуск №1 Москва 2011. с. 60-72.
5. Жилияков Е.Г. О вычислении собственных функций субполосного ядра / Е.Г. Жилияков, С.В. Туяков // Вопросы радиоэлектроники. Сер. Электронная вычислительная техника (ЭВТ). – 2011. – Вып. 1. – С. 25-34.

## **SPEECH COMPRESSION DATA BASED ON THE THINNING RESULTS OF OPTIMAL LINEAR FREQUENCY FILTRATION**

**E.G. ZHILYAKOV  
A.V. BOLDYSHEV  
N.A. CHEKANOV**

*Belgorod National  
Research University*

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

The article describes an approach to compression of speech data based on the thinning results of optimal linear filtration of the speech signal. The results of computational experiments to evaluate the effectiveness of the proposed approach.

Key words: Information and communication systems, speech data compression, optimal linear filtrations, given part of the energy.



УДК 004.932

## ГРАДИЕНТНАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВАРИАЦИОННОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДНЫХ

**Т.Н. БАЛАБАНОВА**  
**И.И. ЧИЖОВ**  
**В.А. ГОЛОЩАПОВА**  
**Т.С. СТЕЦЮК**

*Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет*

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

В работе изложен новый метод вычисления производных сигнала по его дискретным значениям, основанный на частотных представлениях. А так же применение данного метода для градиентной обработки цифровых изображений с целью повышения их четкости.

Ключевые слова: дифференцирование, четкость изображения, частотные представления, вариационный принцип.

В настоящее время изображения хранятся и используются в цифровом виде. При этом достаточно часто возникает такая проблема, как недостаточная четкость изображений. Ведь изображение визуально несет человеку некую информацию, а если при съемке на качество снимка повлиял некий сбой аппаратуры, то при этом будет потеряна часть информации, даже иногда очень важная для жизни (рентгеновские и УЗИ снимки).

Одной из задач повышения визуального качества изображения является восстановление его четкости и резкости после увеличения в размерах для более подробного рассмотрения границ объектов и мелких деталей. Такие вопросы обработки изображений востребованы как в науке, медицине, так и в технике. Ярким примером являются космоснимки, которые помогают при формировании карт земной поверхности, при наблюдении за различными объектами в тех случаях, когда технические средства не могут предоставить изображения достаточно большого формата.

В таких случаях для увеличения размеров изображения используются различные методы интерполяции, наиболее распространенным среди которых является метод интерполяции кубическими сплайнами.

Масштабированное изображение не всегда обладает необходимой для его дальнейшего использования четкостью. Как правило, при увеличении изображений границы объектов становятся размытыми, мелкие детали снимка приобретают больший размер, но, в тоже время, не всегда их контуры являются четкими. Поэтому возникает необходимость повысить визуальное качество масштабированных изображений, используя градиентную обработку, которая заключается в комплексировании изображения с его оценками производных.

Для повышения четкости изображений наиболее часто применяют пространственные методы, основанные на взятии градиента и лапласиана, первой и второй производной соответственно, операторы Робертсома и Собеля. Каждый из методов дает неоднозначные результаты. Так как если взять любительское фото, космоснимок, рентгеновский и УЗИ снимки, то лапласиан справится с поставленной задачей немного лучше, чем все остальные. Хотя оператор Собеля очень хорошо делает оконтуривание объектов, тем самым придавая изображению большую четкость. Но если на снимке будет присутствовать шум, то Собель ухудшит изображение в несколько раз. Поэтому недостаток градиентных методов, особенно он просматривается на масштабируемых изображениях, это чувствительность к воздействиям так называемых шумов измерений, что приводит к неустойчивостям получаемых оценок производных.

Таким образом, возникает необходимость разработки иных методов интерполяции и численного дифференцирования дискретных двумерных сигналов, к которым можно отнести цифровые изображения.

В данной работе предлагается иной подход к интерполяции и численному дифференцированию цифровых изображений. Основой таких методов является использование принципа минимизации евклидовых норм оценок первых производных из класса функций с финитными областями трансформант Фурье, при дополнительных условиях совпадения соответствующих определённых интегралов (формула Ньютона- Лейбница) с разностями зарегистрированных значений исходной функции. Использование таких принципов позволяет получить устойчивые оценки производных, осуществлять интерполяцию сигналов и использовать разработанные методы для масштабирования и увеличения четкости изображений.

Предлагаемый метод основан на использовании известной из математического анализа формулы, позволяющей выразить дифференцируемую функцию через производную (обозначения очевидны):

$$u(t) = u(t_0) + \int_{t_0}^t f(x)dx, t > t_0.$$

Понятно, что при известном начальном значении и известном способе вычисления производной искомая функция также может быть вычислена с любой заранее оговоренной точностью.

Пусть задан вектор  $\vec{u} = (u_0, u_1, \dots, u_N)^T$  отсчётов дискретного сигнала, где  $u_i = u(i\Delta t), i = 1, \dots, N, \Delta t$  – интервал дискретизации.

Обозначим  $\vec{v} = (v_1, \dots, v_N)^T$ , где

$$v_i = u_i - u_{i-1}, i = 1, \dots, N \tag{1}$$

Введём частотные интервалы:

$$\Omega = (-\Omega_2, -\Omega_1) \cup [\Omega_1, \Omega_2) \tag{2}$$

$$\bar{\Omega} = [-\bar{\Omega}_2, -\bar{\Omega}_1) \cup [\bar{\Omega}_1, \bar{\Omega}_2)$$

$$\bar{\Omega}_1 = \Delta t * \Omega_1 = q_1 * \pi; \bar{\Omega}_2 = \Delta t * \Omega_2 = q_2 * \pi \tag{3}$$

В основе дальнейших построений используется представление интерполирующей функций через производную

$$\hat{u}(t) = u_{i-1} + \int_{(i-1)\Delta t}^t f(\tau) d\tau \tag{4}$$

для  $\Delta t(i-1) \leq t \leq i\Delta t$ .

Тогда для первых разностей исходных данных должно выполняться равенство:

$$v_i = u_i - u_{i-1} = \int_{(i-1)\Delta t}^{i\Delta t} f(\tau) d\tau \tag{5}$$

$f(\tau)$  - первая производная интерполирующей функции, которая является оценкой первой производной неизвестной функции  $u(t)$ , выборка из которой обрабатывается.

Для достижения устойчивости оценки первой производной используем представление

$$f(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{\omega \in \Omega} F(\omega) e^{j\omega\tau} d\omega, \tag{6}$$

где  $F(\omega)$  – трансформанта Фурье

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(\tau) e^{-j\omega\tau} d\tau.$$



В качестве области определения трансформанты Фурье предлагается использовать частотный интервал, в котором сосредоточена основная доля энергии сигнала.

Соотношение для интерполирующей функции на основе трансформанты Фурье производной можно получить путем подстановки представления (6) в правую часть (4).

$$\hat{u}(t) = u_{i-1} + \frac{1}{2\pi} \int_{\omega \in \Omega} F(\omega) (\exp(j\omega t) - \exp(j\omega \Delta t(i-1))) d\omega / j\omega, \quad (7)$$

так что интерполирующие равенства представимы в виде

$$\frac{1}{2\pi} \int_{\omega \in \Omega} F(\omega) \frac{\sin\left(\frac{\omega \Delta t}{2}\right)}{\omega \Delta t / 2} \exp(j\omega \Delta t(i-0,5)) d\omega = v_i / \Delta t, \quad (8)$$

Ясно, что такие интерполирующие функции тоже относятся к классу целых. Вместе с тем имеется возможность использовать дополнительные ограничения.

Можно привести достаточно много аргументов использования вариационного принципа

$$\int_{-\infty}^{\infty} f^2(\tau) d\tau = \frac{1}{2\pi} \int_{\omega \in \Omega} |F(\omega)|^2 d\omega = \min,$$

Один из аргументов заключается в целесообразности построения функции с наименьшей в смысле евклидовой нормы производной скорости изменения значений.

Другим важным соображением может служить необходимость повышения устойчивости вычислений к воздействиям случайных ошибок измерений (регуляризация).

Искомое решение вариационной задачи (8), (7) представимо в виде

$$F(\omega) \equiv \sum_{i=1}^N \beta_i \frac{\sin\left(\frac{\omega \Delta t}{2}\right)}{\omega \Delta t / 2} \exp(-j\omega \Delta t(i-0,5)), \quad (9)$$

когда  $\omega \in \Omega$ , и  $F(\omega) \equiv 0$  в противном случае.

Общую формулу для вычисления оценки производной получаем при подстановке последнего представления в соотношение (6)

$$f(\tau) = \sum_{k=1}^N \beta_k * \frac{1}{\pi} \int_{\bar{\Omega}_1}^{\bar{\Omega}_2} \frac{\sin(x/2)}{(x/2)} \cos(x(\frac{\tau}{\Delta t} - k + 0,5)) dx \quad (10)$$

Коэффициенты  $\beta$  должны удовлетворять системе уравнений (8), на основании чего получаем

$$A\vec{\beta} = \vec{v},$$

где  $A = \{a_{ik}\}$  – матрица учета исходных данных (УИД), элементы которой определяются из соотношения

$$a_{ik} = \frac{\Delta t}{\pi} \int_{\bar{\Omega}_1}^{\bar{\Omega}_2} \frac{\sin^2(x/2)}{(x/2)^2} \cos(x(i-k)) dx; i, k = 1, \dots, N \quad (11)$$

В общем случае матрица УИД может быть особенной, так что для нахождения коэффициентов  $\beta$  необходимо использовать псевдообращение

$$\vec{\beta} = A^{++} \vec{v} \quad (12)$$



$$A^{++} = G_1 L_1^{-1} G_2^T, \tag{13}$$

где  $G$  – матрица собственных векторов.

$$\begin{aligned} AG &= GL; G = (\vec{q}_1, \dots, \vec{q}_N) \\ L &= \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_N); \\ L_1 &= \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_P), \end{aligned} \tag{14}$$

если

$$\lambda_{P+1} \cong \lambda_{P+2} \cong \dots \cong \lambda_N \cong 0, \tag{15}$$

где  $P$ - оценка ранга матрицы УИД.

$$G = (\vec{q}_1, \dots, \vec{q}_P) \tag{16}$$

Если заранее выбрать точки в виде

$$\tau_i = (i - 0.5)\Delta t, i = 1, \dots, N, \tag{17}$$

области определения, где необходимо вычислять оценку производной то из (10) получим

$$f_i = f(\tau_i) = \sum_{k=1}^N \beta_k \frac{1}{\pi} \int_{\frac{\Omega_1}{2}}^{\frac{\Omega_2}{2}} \frac{\sin(x/2)}{(x/2)} \cos(x(i-k)) dx. \tag{18}$$

Или для вектора  $\vec{f} = (f_1, \dots, f_N)^T, f_i = f(\tau_i),$

$$\vec{f} = B_1 A^{++} \vec{v}. \tag{19}$$

где  $B_1 = \{b_{ik}^1\},$

$$b_{ik}^1 = \frac{1}{\pi} \int_{\frac{\Omega_1}{2}}^{\frac{\Omega_2}{2}} \frac{\sin(x/2)}{(x/2)} \cos(x(i-k)) dx \tag{20}.$$

Старшие производные в тех же точках вычисляются на основе дифференцирования выражения (10)

$$\frac{df(\tau)}{d\tau} = \hat{u}^{(2)}(\tau) = -\sum \beta_k \frac{1}{\pi \Delta t} \int_{\frac{\Omega_1}{2}}^{\frac{\Omega_2}{2}} \frac{\sin(x/2)}{(x/2)} x \sin(x(\frac{\tau}{\Delta t} - k + 0.5)) dx. \tag{21}$$

В тех же точках области определения получим

$$B_2 = \{b_{ik}^2\} : b_{ik}^2 = -\frac{1}{\pi \Delta t} \int_{\frac{\Omega_1}{2}}^{\frac{\Omega_2}{2}} \frac{\sin(x/2)}{(x/2)} x \sin(x(i-k)) dx. \tag{22}$$

Вектор оценок вторых производных вычисляется на основе соотношения

$$\vec{f}^{(1)} = (f_1^{(1)}, \dots, f_N^{(1)})^T = B_2 A^{++} \vec{v} = B_2 \vec{\beta}. \tag{23}$$

В рамках данной работы предлагается использовать новый вариационный метод оценки производных для повышения четкости масштабированных изображений.

За исходные данные были взяты изображения небольшого размера  $N \times M$  ( $N, M$  от 100 до 200 пикселей), в оттенках серого, полученные с помощью цифровой техники. Выбор изображений, содержащих оттенки серого, обусловлен более простотой реализацией алгоритма для данного вида изображений. При повышении четкости цветных изображений подвергается обработке цветовая модель RGB и YCbCr.

На первом этапе эксперимента проводилось увеличение размера изображения при помощи вариационного алгоритма интерполяции в  $K=2, 3, 5$  раз [1]. В результате чего

изображение получало большие размеры, однако контуры объектов на масштабированном изображении оказывались нечеткими.

На втором этапе эксперимента осуществлялось повышение четкости масштабированного изображения:

Осуществлялось вычисление матриц  $B_x = \{b_{ki}\}$ ;  $k = 1, \dots, N$ ;  $i = 1, \dots, N$  и  $B_y = \{b_{ki}\}$ ;  $k = 1, \dots, M$ ;  $i = 1, \dots, M$  с элементами вида (20) и осуществлялось вычисление второй смешанной производной по выражению

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} = B_x A^{-1} \cdot f \cdot B_y A^{-1}$$

где  $A_y = \{a_{ij}\}$  – матрица с элементами вида (11),

$f$  – исходное изображение.

Затем к исходному изображению добавлялось значение второй смешанной производной, то есть

$$\hat{f} = f + \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y}$$

что позволило получить более четкие, в смысле субъективного восприятия, изображения. Результаты эксперимента представлены на рис. 1 – 5.



Рис. 1. Исходное изображение



а)



б)

*Рис. 2.* Масштабированное изображение (а)  
и изображение после градиентной обработки (б)



*Рис. 3.* Исходное изображение



*Рис. 4.* Масштабированное изображение



Рис. 5. Масштабированное изображение с повышенной четкостью

Результаты экспериментов показали, что применяя предлагаемый метод повышения визуального качества масштабируемых изображений, в частности повышение четкости цифровых снимков, четко наблюдаются границы перехода от одного объекта к другому. Особенно, нужно отметить, что мелкие объекты и детали на масштабируемых изображениях стали четко просматриваться.

Исследования выполнены при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы, гос. контракт № 14.740.11.0390.

### Литература

1. Жилияков Е.Г. Вариационный метод оценивания производных и интерполяции сигналов по эмпирическим данным / Т.Н. Созонова, И.Ю. Мисливец// «Вестник ВГУ», сер. Системный анализ и информационные технологии, 2006, №2, с. 70-73.
2. К. Де Бор Практическое руководство по слайдам [Текст]: – М.: Радио и связь, 1985.-304 с.
3. Ланцош К. Практические методы прикладного анализа [Текст] : справ. рук. / К. Ланцош ; пер. с англ. М. З. Кайнера. – М. : Физматгиз, 1961. – 524 с.
4. Созонова Т.Н. Применение вариационных алгоритмов интерполяции и оценки первой производной для некоторых аспектов обработки изображений [Текст]/ Т.Н. Созонова, Н.С. Титова, Н.В. Щербинина // Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2008. – № 10 (50). Вып. 8/1. – С. 4 – 12.
5. Хургин Я. И. Фinitные функции в физике и технике [Текст] / Я. И. Хургин, В. П. Яковлев. – М. : Наука, 1971. – 408 с. : ил.



---

## GRADIENT IMAGE PROCESSING BASED ON THE VARIATIONAL METHOD OF DERIVATIVE ESTIMATION

**T.N. BALABANOVA**  
**I.I. CHIZHOV**  
**V.A. GOLOSHAPOVA**  
**T.S. STECUK**

*Belgorod National  
Research University*

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

The paper describes a new method for signal derivatives calculation from its discrete values, based on frequency representations. An application of the method to gradient processing of digital images aimed at increasing sharpness is covered.

Key words: differentiation, image sharpness, frequency representations, variational principle.



УДК 621.397

## ВЕРОЯТНОСТНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СИСТЕМОЙ

**А.Е. МАРЧЕНКОВ**  
**В.Л. САФОНОВ**  
**С.Н. ТРУБИЦИН**

ОАО «НИИВК  
им. М.А.Карцева»,  
г. Москва

e-mail: chelz6@yandex.ru

Изложены научно-технические материалы по организации системы адаптивного управления мультисервисной системой на принципах вероятностной организации.

Ключевые слова: вероятностная организация системы адаптивного управления, мультисервисная сеть NGN, softswitch, центр организации управления работоспособности сети, адаптивные алгоритмы.

На сегодняшний день автоматические системы управления строятся, в основном, на базе аппарата классической математики – теории автоматического регулирования, численных методов и т.д. При таком подходе возникает необходимость разработки точной математической модели объекта управления с учетом таких трудно формализуемых условий, как нелинейность и изменчивость свойств объекта в процессе функционирования. Процесс построения подобной модели для сложного объекта занимает значительное время, в течение которого задача может потерять свою актуальность. Чтобы избежать описанных проблем, разработчики все чаще начинают обращаться к «интеллектуальным» методам управления, которые строятся не на априорных математических моделях объектов, а эмпирических «знаниях» функционирования. При таком подходе система управления способна приспосабливаться к изменчивым условиям внешней среды, изменяя соответствующие методы управления.

На основании вышеизложенного подхода в настоящее время развивается один из такого рода методов – метод автономного адаптивного управления (ААУ) (рис.1), на основе которого можно строить самообучающиеся системы управления, удовлетворяющие описанному в нее объектом управления (ОУ) представляет собой замкнутую систему с эмпирически неизвестной внутренней организацией и законами функционирования. Управляющая система (УС) взаимодействует с внешней средой посредством датчиков и актуаторов, которые являются для УС частью внешней среды. Сенсоры и актуаторы должны обеспечивать наблюдаемость и управляемость ОУ. Система ААУ в процессе работы совмещает две целевые функции: поддержание ОУ в оптимальных для него условиях и накопление знаний о внешней среде. Зачастую эти задачи противоречивы, так как поиск и накопление новых знаний подразумевает определенную долю риска для ОУ со стороны внешней среды. Способность поддержания баланса между указанными функциями определяет уровень приспособленности ОУ к конкретной внешней среде. Критерий оптимальности описывается создателем ОУ на основе априорных знаний, либо выводится эмпирически, учитывающих выживаемость ОУ в данной среде. Если в процессе работы среда изменит некоторые свои параметры, УС способна адаптироваться, т.е. вновь отыскать оптимальный набор законов управления.

УС состоит из набора взаимосвязанных подсистем, которые выполняют функции формирования и распознавания образов, их оценки, накопления знаний и принятия решения. Весь этот процесс в комплексе обеспечивает автономное адаптивное управление. Каждый такт УС получает сведения о внешней среде от блока сенсоров, анализирует, оценивает и накапливает информацию – знания, после чего производит выбор управляющего воздействия, опираясь на полученные ранее знания. Принятое решение реализуется блоком актуаторов (рис 2).

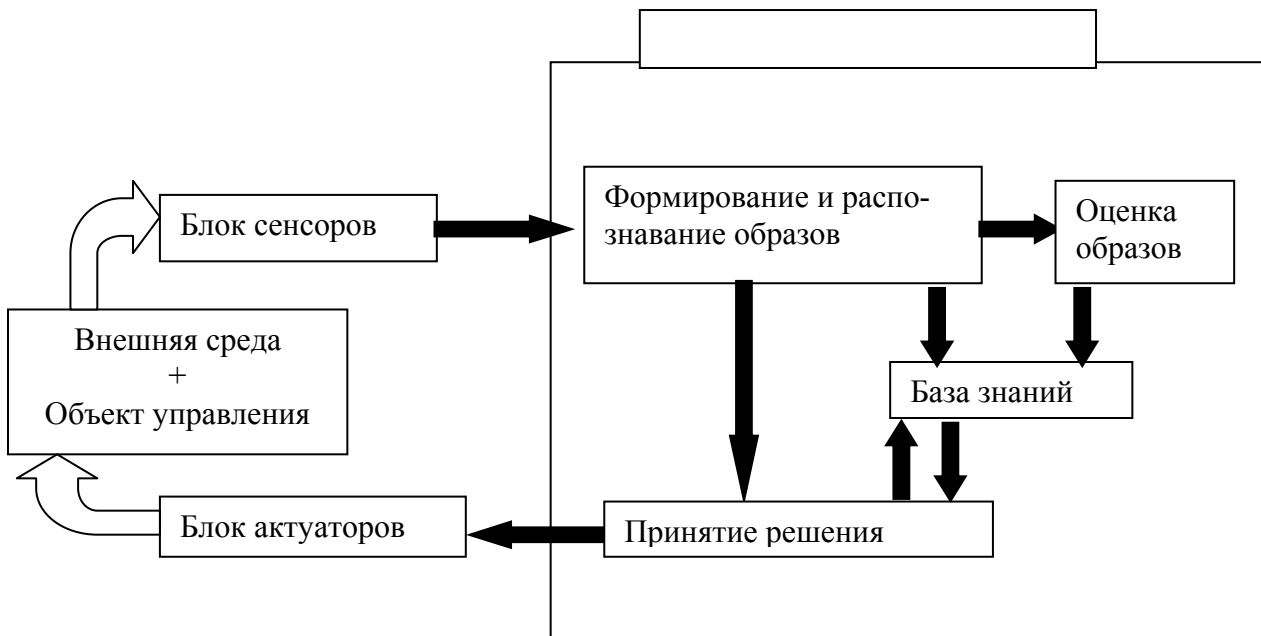


Рис. 1. Структура работы системы автономного адаптивного управления

В блоке сенсоров формируется вектор, в котором содержится вся информация, полученная от сенсоров в текущий момент времени. Далее, вектор сигналов поступает в подсистему формирования и распознавания образов (ФРО), обладающей своей памятью. ФРО анализирует вектор и, в случае выявления закономерного повторения одной и той же комбинации его компонент вектора сигнала, она распознает уже сформированный образ и присваивает ему идентификационный номер. В следующий раз, когда ФРО получит ту же (или схожую) комбинацию компонент вектора сигнала, она распознает уже сформированный образ. Стоит заметить, что один вектор может содержать в себе несколько различных образов. Набор распознанных в дискретный момент образов формирует состояние ОУ. Блок аппарата эмоций образов разбивает текущее состояние на набор составных образов, производит их оценку и суммирует полученные результаты. В итоге, на выход подсистемы поступает оценка состояния в целом. Текущее состояние также поступает в подсистему принятия решения, которая обращается к базе знаний и выбирает действие, которое будет воспроизведено в блоке актуаторов путем воздействия на объект управления. Состояние, его оценка, а также произведенное действие передаются в базу знаний, которая накапливает и упорядочивает полученные знания.

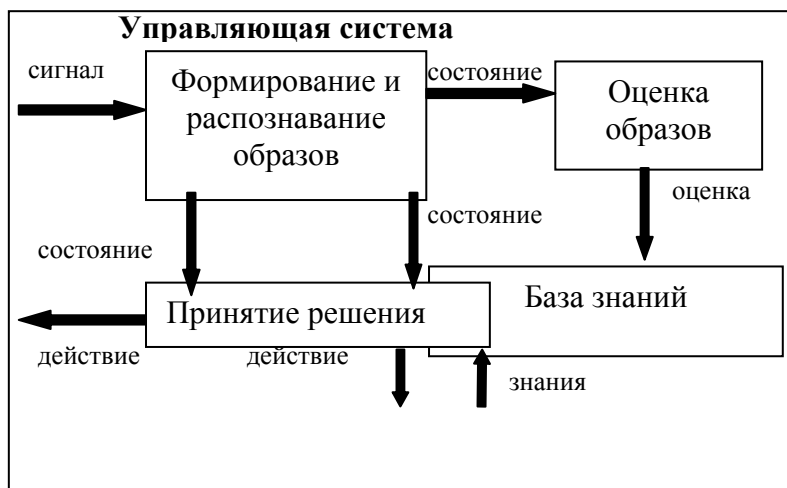


Рис. 2. Внутренняя организация управляющей системы

Метод ААУ позволяет внедрять в УС как детермированные, так и вероятностные подсистемы, если того требует задача. Теоретически возможен полный переход от детермированной системы ААУ к вероятностной системы управления, каждая подсистема которой будет вероятностной( рис. 2):

1) подсистема формирования и распознавания образов выдает на выходе массив вероятностей принадлежности рассматриваемого в данный момент образа к известным классам;

2) подсистема оценки образов формирует на выходе для каждого поступающего образа вероятностное распределение эмоциональных оценок;

3) база знаний хранит набор троек состояние – действие – результат, сопоставляя каждой из них вероятность перехода;

4) подсистема принятия решения осуществляет выбор действия из конкретного состояния, основываясь на вероятностной модели, использующей информацию базы знаний.

Проведенные нами исследования показали эффективность применения вероятностного подхода к построению системы адаптивного управления для системы управления интегрированной телекоммуникационной компанией реализующей концепцию сети нового поколения NGN.

Softswitch, это устройство управления сетью NGN, призванное отделить функции управления соединениями от функций коммутации, способное обслуживать большое число абонентов и взаимодействовать с серверами приложений, поддерживая открытые стандарты.

Softswch в составе сети общего пользования показан на рис. 3.

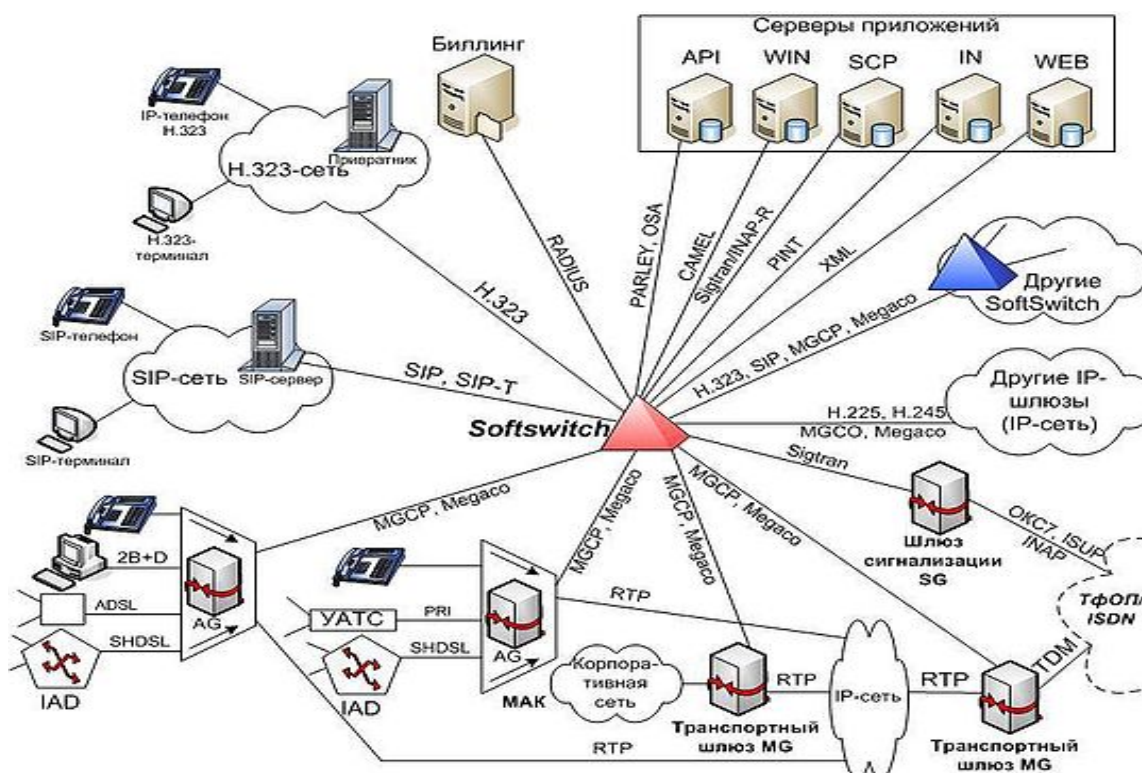


Рис. 3. Softswitch в составе сети общего пользования

Архитектура Softswitch предусматривает четыре функциональные плоскости применения:

- транспортная плоскость — отвечает за транспортировку сообщений по сети связи. Включает в себя Домен IP-транспортировки, Домен взаимодействия и Домен доступа, отличного от IP.



- плоскость управления обслуживанием вызова и сигнализации — управляет основными элементами сети IP-телефонии. Включает в себя контроллер медиашлюзов, Call Agent, Gatekeeper.
- плоскость услуг и приложений — реализует управление услугами в сети. Содержит серверы приложений и серверы ДВО.
- плоскость эксплуатационного управления — поддерживает функции активизации абонентов и услуг, техобслуживания, биллинга и другие эксплуатационные задачи.

В рамках указанных плоскостей в статье рассматриваются только вопросы мониторинга и эксплуатационная управляемость сети.

На вышеизложенных принципах вероятностной организации системы автономного адаптивного управления может быть построена модель технология адаптивной обработки информации центра мониторинга и управления (ЦУС) интегрированной структуры NGN.

Ключевым моментом синтеза информационных технологий для оперативного управления трафиком в цифровой сети является применение разработанных алгоритмов для коррекции маршрутных таблиц и оптимизации дополнительных управляющих воздействий через оператора дежурной смены Центра Управления (входят SoftSwitch).

На рис.4 представлена схема организации мониторинга работоспособности мультисервисных сетей для ведомственной информационной системы. От каждой ведомственной сети организован канал связи к серверу мониторинга. Сервер мониторинга с заданной периодичностью опрашивает состояние сетевых узлов и каналов связи и фиксирует изменения в их состоянии, за счет чего обеспечиваются минимальные перерывы в работе системы. Кроме того, система мониторинга позволяет зафиксировать случаи несанкционированного доступа к служебным каналам и предпринять меры по их устранению. Данная система реализует вероятностную систему адаптивного управления сетью.



Рис. 4. Схемы организации мониторинга работоспособности региональной сети

Сложность и чрезвычайно высокая размерность современных мультисервисных сетей связи (МСС) определяют многочисленные особенности, характеризующие процедуры мониторинга основных параметров сети, используемых при организации управления.

В целом задачи мониторинга МСС существенно шире, чем просто оценка некоторых параметров, характеризующих функционирование многочисленных телекоммуникационных сетей, входящих в ее состав. К задачам мониторинга необходимо отнести и анализ качества функционирования сети.

Анализ качества функционирования МСС существенно шире, чем просто оценка некоторых параметров, характеризующих функционирование многочисленных телекоммуникационных сетей, входящих в ее состав. К задачам мониторинга необходимо отнести и анализ качества функционирования сети. Анализ качества функционирования МСС с учетом множества действующих факторов может быть проведен на основе учета апостериорных данных, т.е. данных, получаемых в процессе эксплуатации сети. Апостериорные данные, необходимые для анализа и использования при управлении, могут быть получены путем измерения характеристик сети. Используя наблюдаемые реализации процессов, можно вычислить показатели качества. Эти показатели будут являться условными величинами, справедливыми только для полученных реализаций процессов. Условные показатели качества характеризуют свойства МСС в данных конкретных условиях ее функционирования. Получение условных (апостериорных) показателей качества позволяет определить влияние различных факторов на работу МСС, а также строить управление процессами ее функционирования и эксплуатации. Управление функционированием системы заключается в выработке управляющих воздействий на систему управления, обеспечивающих приемлемые значения показателей качества.

На основании собранной статистики по параметрам и неисправностям персонал управления принимается решение на замену оборудования или организацию новых каналов связи, на рис. 5 показан джиттер в реальном масштабе времени. В области телекоммуникаций джиттером называется первая производная задержки прохождения данных по времени.

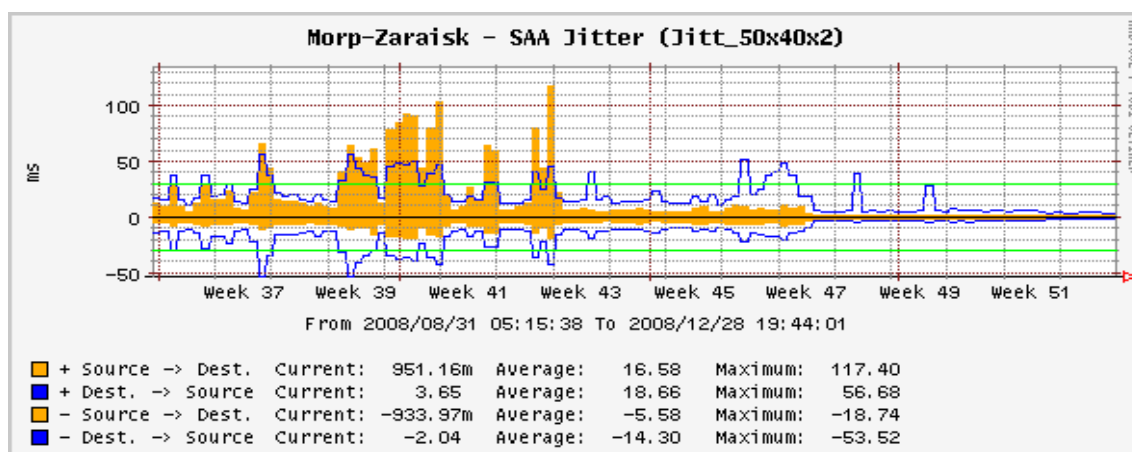


Рис. 5. Джиттер в реальном канале связи

Во многих случаях измерение необходимых характеристик МСС не может быть произведено непосредственно, т.к. наблюдению часто доступны параметры, связанные тем или иным образом с измеряемыми характеристиками. Процесс измерения в этом случае носит косвенный характер, т.е. по наблюдаемым параметрам требуется получить оценки величин, определенным образом связанных с наблюдаемым параметром. Отсюда следует, что для построения процедуры измерения необходимо знать структуру зависимости наблюдаемого параметра от измеряемой характеристики, в т.ч. корреляционные связи.

Косвенная зависимость наблюдаемого параметра от измеряемой характеристики МСС и влияние помех и ошибок измерения приводят к необходимости разработки процедур получения оценки характеристик, т.е. разработки методов и алгоритмов обработки наблюдаемого параметра. Естественно необходимо, чтобы эти методы и алгоритмы были в определенном смысле наилучшими, т.е. оптимальными по некоторому показателю качества.

Методы реализации мониторинга при управлении мультисервисными сетями включает в себя ряд аппаратно – программных средств позволяющих осуществлять мониторинг состояния сети со сбором данных из сети, измерение трафика, вычисление параметров и обнаружение аномалий.

На рис. 6. Приведена функциональная архитектура блока управления трафиком центра организации управления и мониторинга работоспособности мультисервисной сети (ЦУС).

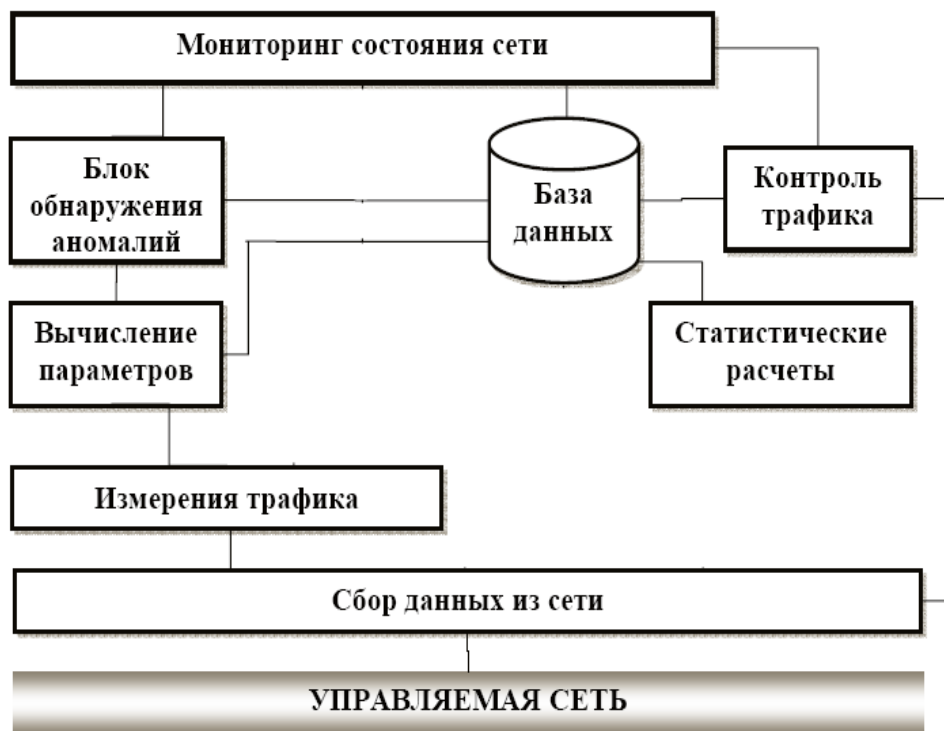


Рис. 6. Функциональная архитектура мультисервисной сети

При создании ЦУС была поставлена и решена задача создания сложной многоуровневой модели, включающей имитационную модель ведомственной сети с учетом ее специфики и функционирования, а также адаптивные алгоритмы динамического управления сетью использующие как имитационную, так и аналитическую модель интегрированной сети. На блок-схеме (рис. 6) представлена модель функционирования системы управления, включающая в себя модуль сбора данных из сети, модули вычисления параметров и обнаружения аварийных ситуаций, модули контроля трафика и статистики. Для сбора статистики по занятости каналов используется опрос устройств с помощью протокола SNMP, измеренные значения сравниваются с заложенными пороговыми значениями характеристик каналов. Для передачи данных между модулями и сохранения используется база данных, поддерживающая запросы.

При обнаружении несанкционированных действий система оповещает о них оператора, который принимает действия предписанные регламентом работ. При возникновении нештатной ситуации, при которой система сама может восстановить работоспособность сети, она делает это с использованием адаптивных алгоритмов.

Адаптивные алгоритмы центра организации мониторинга и управления работоспособности мультисервисной информационной сети устроены как рекуррентные процедуры, осуществляющие поиск в конечном пространстве ведомственного регионального информационного пространства на основе статистических оценок. Выбор адаптивных алгоритмов обосновывается необходимостью быстрого реагирования на изменения условий и обстоятельств функционирования региональной сети (возникновение неисправностей, структурной перестройки сети, замена телекоммуникационного оборудования). При этом должны выполняться требования:

- адаптивность – используется оперативная информация, полученная в ходе взаимодействия с ведомственными клиентами;
- эффективность – время адаптации, т.е. время до осуществления оптимизации по выбранному критерию качества должно быть минимальным;



➤ универсальность – алгоритмы должны быть применимы к широкому классу объектов разнообразной физической природы, допускать локальное распределенное и децентрализованное использование.

Адаптивные методы применимы к сетям передачи пакетных данных, каковыми являются ведомственные региональные сети.

В качестве адаптивных алгоритмов в мультисервисных сетях используются протоколы динамической маршрутизации RIPv2 и OSPF. Как тот, так и другой протоколы реализованы в программном обеспечении центральных маршрутизаторов сетей. Часть периферийного оборудования поддерживает только протокол RIPv2, как наиболее легкий в реализации. Протокол OSPF обладает лучшими характеристиками на больших сетях. Использование обоих протоколов позволяют соблюсти баланс между эффективностью сети и возможностью использования широкого спектра оборудования.

Открытый протокол, базирующийся на алгоритме поиска наикратчайшего пути (Open Shortest Path First – OSPF) является протоколом маршрутизации, разработанным для сетей IP рабочей группой Internet Engineering Task Force (IETF), занимающейся разработкой протоколов для внутрисистемных роутеров (interior gateway protocol – IGP).

В процессе работы обоих протоколов маршрутизаторы в сети осуществляют оперативный обмен информацией с соседними маршрутизаторами. Таким образом, обеспечивается требование адаптивности.

Эффективность заключается в том, что оба протокола обладают сходимостью, т.е. при возникновении изменения в сети информация об этом изменении распространяется по сети и на всех маршрутизаторах вычисляются новые согласованные друг с другом таблицы маршрутизации за конечное время.

Универсальность заключается в том, что применение данных протоколов позволило построить гетерогенную сеть на основе оборудования разных производителей.

Применение динамических протоколов маршрутизации позволяет автоматически задействовать резервные каналы без вмешательства персонала центра управления региональными сетями. Тем не менее, любая, неисправность основных или резервных каналов фиксируется системой мониторинга. Информация об этих неисправностях немедленно передается операторам дежурной смены. Операторы принимают меры для выявления причин неисправности и устранения самой неисправности.

На основании собранной статистики по неисправностям персонал центра управления мультисервисной сети принимает решение на замену оборудования или организацию новых каналов связи.

Таким образом, в системе управления мультисервисными сетями присутствуют три контура мониторинга и управления с разными масштабами времени. В первом контуре (масштаб – десятки секунд) вся работа целиком ложится на динамические протоколы маршрутизации. Маршрутизаторы периодически (при использовании RIPv2 – раз в 30 сек., при OSPF – 10 сек) контролируют состояние каналов к своим соседям. Если какой-то из каналов пропал, то маршрутизаторы автоматически перестраивают свои маршрутные таблицы. Во втором контуре (масштаб – минуты) автоматизированная система управления обеспечивает мониторинг объектов сети с периодами от 1 до 5 минут и уведомляет операторов дежурной смены об обнаруженных неполадках. Основная масса неисправностей требует взаимодействия дежурной смены с техническими службами других операторов. В зависимости от сложности неисправности время восстановления может быть от 15 минут до нескольких часов. Третий контур (масштаб – недели и месяцы) включает в себя сбор статистической информации о состоянии сети с помощью автоматической системы управления и действия персонала центра управления, такие как: общий анализ состояния сети, принятие решения на изменение отдельных участков сети, проектирование этих изменений и планирование работ по их реализации, в том числе по анализу структурной надежности по наложенной информационной сети.

#### **Выводы.**

1. В статье предложена методика вероятной организации системы автономного адаптивного управления и на ее основе может быть разработаны алгоритмы и технология адаптивной обработки информации центра мониторинга и управления мультисервисной структурой NGN

2. Предложенные в статье методы и технологии адаптивной обработки информации могут быть использованы для нахождения оптимальных системотехнических и программно-аппаратных решений при разработке центра мониторинга и управления для инфокоммуникационных систем регионального уровня, входящий в SoftSwitch сети NGN.

### Литература

1. Концептуальные положения по мультисервисным сетям связи РФ. Руководящий документ Минсвязи и информатики РФ. М. 2001

2. Жданов А.А. Вероятностная организация систем автономного адаптивного управления (статья). // Радиоэлектронная промышленность России, Москва 2010, С. 245-247.

3. Марченков А.Е., Трубицин С.Н., Чудинов С.М. Методы и технологии адаптивной обработки информации центров управления регионального уровня связи//«Научные ведомости БелГУ» № 1(120) выпуск 21/1, раздел информационно-коммуникационные технологии, Белгород, 2012г. С.190-196.

4. Тютин Н.Н., Чудинов С.М. Подходы по использованию методов системного анализа для решения задач при формировании структуры электронного правительства региона (статья) М.: Вестник МАРТИТ, № 1, 2007, стр. 69-79.

5. Буренин А.Н. О моделях и методах мониторинга при управлении современными мультисервисными сетями связи.// Вопросы радиоэлектроники выпуск 2, Москва 2012, стр.84-91.

## LIKELIHOOD ORGANIZATION OF SYSTEMS OF ADAPTIVE MANAGEMENT OF MULTISERVICE SYSTEM

**A.E.MARCHENKOV**  
**V.I. SAFONOV**  
**S.N. TRUBITSIN**

*ОАО «НИИВК  
им. М.А. Картзева», Moscow*

*e-mail: chel36@yandex.ru*

Scientific and technical materials on the organization of system of adaptive management by multiservice system on principles of the likelihood organization are stated.

Key words: likelihood organization of system of adaptive management, multiservice network NGN, softswitch, center of the organization of management of operability of a network, adaptive algorithms.



УДК 004.896

## ОБНАРУЖЕНИЕ ЗВУКОВ РЕЧИ НА ФОНЕ ШУМОВ

**Е.Г. ЖИЛЯКОВ**  
**С.П. БЕЛОВ**

*Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет*

*e-mail: Zhilyakov@bsu.edu.ru*  
*e-mail: Belov@bsu.edu.ru*

В статье теоретически обосновывается выбор решающей функции (РФ) для выявления на фоне шумов регистрирующих приборов факта присутствия в анализируемом отрезке речевого сигнала энергии, обусловленной наличием звуков речи. Показано, что предлагаемая РФ является функцией максимальной чувствительности в смысле приращения ее математического ожидания при наличии звуков речи.

Ключевые слова: частотные представления, решающая функция, звуки речи, минимизация объемов битовых представлений речевых данных, градиент.

### Введение.

Известно, что речевые сигналы состоят в общем случае из отрезков отсчетов, которые сформировались либо при отсутствии звуков речи (шумы регистрирующих приборов в паузах речи) либо при наличии, как шумов, так и воздействий акустических колебаний, порождаемых звуками речи. Одна из задач проблемы минимизации объемов битовых представлений речевых данных заключается в сокращении данных в паузах речи на основе кодирования их длительностей, например, сохраняя номер начального отсчета и информацию об общем их количестве. При этом оказывается возможным почти на треть сократить объем хранимых и передаваемых данных. Эффективность реализации этого подхода в значительной степени зависит от правильного выбора решающей функции.

В связи с этим в статье обосновывается выбор решающей функции, позволяющей минимизировать вероятность ошибочного принятия решения.

### Теоретические основы выбора решающей функции.

Уточним формулировку задачи обнаружения звуков речи применительно к анализу отрезков речевых сигналов.

Пусть зафиксирован отрезок (вектор) отсчетов речевого сигнала  $\vec{x} = (x_1, \dots, x_N)^T$  длительности (размерности)  $N$ . Основная (начальная) гипотеза формулируется следующим образом:

$H_0$  : отсчеты речевого сигнала принадлежат паузе в речи (порождена шумами).

Символически это означает, что

$$H_0 : \vec{x} = \vec{u} = (u_1, \dots, u_N)^T, \quad (1)$$

где символ  $u_i$  означает отсчет шума.

Формулировка альтернативной гипотезы имеет вид:

$H_1$  : хотя бы часть отсчетов порождена, как шумами, так и под воздействием акустических колебаний, порождаемых звуками речи.

Полагая справедливым предположение об аддитивности взаимодействия шумов и реакции на звуковое воздействие, содержание альтернативы можно выразить следующим образом

$$H_1 : \vec{x} = \vec{z} + \vec{u}, \quad (2)$$

где  $\vec{z} = (z_1, \dots, z_N)^T$  - обусловленный речевым сообщением вектор, некоторые из компонент которого могут быть равны нулю (например, когда речь отсутствует), причем предполагается что шумы от речи не зависят.

Необходимо разработать решающую процедуру, которая позволяет принять решение в пользу одной из сформулированных гипотез. При этом следует иметь в виду разную

плату за ошибочные решения. В частности ошибочное решение в пользу гипотезы (2) приводит к неоправданному увеличению хранимых или передаваемых речевых данных. В свою очередь ошибочное решение в пользу гипотезы (1) приводит к искажению части речевого сообщения. Безусловно важнее исключить риски ошибочного принятия гипотезы (1).

Основу любой решающей процедуры составляет решающая функция (РФ):

$$F = F(\vec{x}), \tag{3}$$

которая определяет способ обработки вектора анализируемых данных, с тем чтобы при выполнении условия

$$F \notin D_\alpha \tag{4}$$

отвергнуть проверяемую гипотезу.

Здесь и в дальнейшем  $D_\alpha$  - критическая область, выбираемая из условия

$$P\{F \notin D_\alpha / H_0\} = \alpha \ll 1, \tag{5}$$

где  $P$  - символ вероятности;  $\alpha$  - вероятность ошибок первого рода.

Известно, что характеристическим свойством отрезков сигналов, порождаемых звуками речи, является сосредоточенность их энергий в малых частях частотной полосы, равной половине частоты дискретизации. Иными словами с высокой точностью выполняется условие

$$\|\vec{z}\|^2 = \sum_{k=1}^N z_k^2 \approx \sum_{r \in R_w} P_r(\vec{z}), \tag{6}$$

где  $P_r(\vec{z})$  - части энергии

$$P_r(\vec{z}) = \int_{v \in V_r} |Z(v)|^2 dv / 2\pi, \tag{7}$$

попадающие в непересекающиеся частотные интервалы

$$V_r = [-V_{2r}, -V_{1r}) \cup [V_{1r}, V_{2r}), 0 \leq V_{1r} < V_{2r} \leq \pi; V_n \cap V_m = \emptyset, \tag{8}$$

из некоторого множества  $R_w$ , причем их суммарная ширина удовлетворяет неравенству

$$\sum_{r \in R_w} (V_{2r} - V_{1r}) / \pi \leq \gamma. \tag{9}$$

Здесь и в дальнейшем большими символами обозначаются трансформанты Фурье соответствующих векторов, обозначаемых малыми символами, то есть

$$Z(v) = \sum_{k=1}^N z_k \exp(-jv(k-1)). \tag{10}$$

Для правой части этого неравенства в зависимости от звука речи выполняется

$$0,25 \leq \gamma \leq 0,5, \tag{11}$$

причем правая часть здесь достигается редко (только для шипящих).

В свою очередь энергия отрезков шумов в паузах распределена более равномерно, так что предположительно выполняются равенства

$$b_r = M[P_r(\vec{u})] = M[\|\vec{u}\|^2] (V_{2r} - V_{1r}) / \pi. \tag{12}$$

Здесь  $M$  - символ математического ожидания.

Поэтому, в основе построения РФ целесообразно использовать характеристику распределения энергий анализируемого отрезка сигнала по частотным интервалам

$$P_r(\vec{x}) = \int_{v \in V_r} |X(v)|^2 dv / 2\pi. \tag{13}$$

Имея в виду определения (3.10) и (3.8), отсюда нетрудно получить следующее представление в виде квадратичной формы

$$P_r(\vec{x}) = \vec{x}^T A_r \vec{x}, \tag{14}$$



где  $A_r = \{a_{ik}^r\}$ ,  $i, k = 1, \dots, N$  - субполосная матрица с элементами

$$a_{ik}^r = \int_{v \in V_r} \exp(-jv(i-k)) dv / 2\pi = 2 \sin(\Delta V_r (i-k)/2) * \cos(\omega_r (i-k)) / \pi (i-k); \quad (15)$$

$$\Delta V_r = V_{2r} - V_{1r}; \quad (16)$$

$$\omega_r = (V_{2r} + V_{1r}) / 2; \quad (17)$$

Здесь в дальнейшем символ  $T$  в качестве верхнего индекса означает транспонирование соответствующего вектора.

Пусть для определенности отсчеты шумов в паузах речи являются стационарными, имеют равное нулю математическое ожидание

$$M[u_k] = 0, k = 1, \dots, N, \quad (18)$$

и автокорреляционную функцию (АКФ)

$$G_u(i-k) = M[u_k u_i], i, k = 1, \dots, N. \quad (19)$$

Тогда из определения (14) нетрудно получить выражение для условных математических ожиданий соответствующих частей энергий отрезков шума

$$M[P_r(\bar{x}) / H_0] = b_r = M[P_r(\bar{u})] = \sum_{i,k=1}^N a_{ik}^r G_u(i-k). \quad (20)$$

Если шумы не коррелированы

$$\begin{aligned} G_u(i-k) &= \sigma_u^2, i=k; \\ G_u(i-k) &= 0, i \neq k \end{aligned} \quad (21)$$

то с учетом соотношений (15) получаем

$$M[P_r(\bar{x}) / H_0] = b_r = M[P_r(\bar{u})] = \sigma_u^2 N \Delta V_r / \pi. \quad (22)$$

В свою очередь нетрудно получить представление для условного математического ожидания квадрата доли энергии

$$M[P_r^2(\bar{x}) / H_0] = M[P_r^2(\bar{u})] = \sum_{i,k=1}^N \sum_{n,m=1}^N a_{ik}^r a_{nm}^r M[u_i u_k u_n u_m]. \quad (23)$$

Предположим также, что вектор шумов имеет гауссовское распределение вероятностей и выполняются условия (18) и (21). Тогда [1] справедливы соотношения

$$\begin{aligned} M[u_i u_k u_n u_m] &= 0, (i \neq k) \cap (i \neq n) \cap (i \neq m) \cap (k \neq n) \cap (k \neq m) \cap (n \neq m) \\ M[u_i u_k u_n u_m] &= 0, \end{aligned} \quad (24)$$

если хотя бы один из индексов не совпадает ни с одним из других;

$$M[u_i u_k u_n u_m] = \sigma_r^2 \sigma_r^2, \quad (25)$$

если имеются попарные совпадения индексов;

$$M[u_i u_k u_n u_m] = 3\sigma_r^4, i = k = n = m. \quad (26)$$

Таким образом, соотношение (23) дает

$$M[P_r^2(\bar{x}) / H_0] = M[P_r^2(\bar{u})] = (\sigma_u^2 N \Delta V_r / \pi)^2 + \sigma_u^4 N (\Delta V_r / \pi)^2. \quad (27)$$

Отсюда с учетом соотношения (22) нетрудно получить представление для условной дисперсии рассматриваемой части энергии



$$d_r^2 = M[P_r^2(\bar{x}) / H_0] - M^2[P_r(\bar{x}) / H_0] = 2\sigma_u^4 N(\Delta V_r / \pi)^2. \quad (28)$$

Представления (22) и (28) дают соотношение

$$\varphi_r = d_r / b_r = (2 / N)^{1/2}, \quad (29)$$

которое в оговоренных выше условиях определяет закономерность изменений отношения среднеквадратического отклонения части энергии отрезка шума к его математическому ожиданию. Легко видеть, что с ростом длительности анализируемого отрезка сигнала в паузе это отношение стремится к нулю.

Исследование свойств частей энергий шума можно осуществить и с иных позиций, имея в виду, что симметричная субполосная матрица обладает полным набором ортонормированных собственных векторов [2], удовлетворяющих условиям

$$\lambda_k^r \vec{q}_k^r = A_r \vec{q}_k^r, \quad k = 1, \dots, N; \quad (30)$$

$$\lambda_1^r > \lambda_2^r > \dots > \lambda_N^r; \quad (31)$$

$$(\vec{q}_k^r, \vec{q}_i^r) = \sum_{n=1}^N q_{nk}^r q_{ni}^r = \delta_{ik}, \quad i, k = 1, \dots, N; \quad (32)$$

$\delta_{ik}$  - символ Кронекера

$$\delta_{ik} = 0 \quad \forall i \neq k,$$

$$\delta_{i\bar{i}} = 1 \quad \forall i = k.$$

Отметим, что, как показывают вычисления, собственные числа субполосных матриц обладают свойством

$$\lambda_{J+n}^r \approx 0, \quad n = 1, \dots, N - J, \quad J = 2[\Delta V_r / 2\pi] + 4. \quad (33)$$

Тогда [2] субполосную матрицу можно представить в виде

$$A_r = \sum_{k=1}^N \lambda_k^r \vec{q}_k^r \vec{q}_k^{rT}, \quad (34)$$

что позволяет вычислить часть энергии в заданном частотном интервале с использованием соотношения

$$P_r(\bar{x}) = \sum_{k=1}^N \lambda_k^r \alpha_{kr}^2, \quad (35)$$

где  $\alpha_{kr}$  - скалярные произведения анализируемого и соответствующего собственного векторов

$$\alpha_{kr} = (\bar{x}, \vec{q}_k^r) = \sum_{i=1}^N x_i q_{ik}^r, \quad (36)$$

В виду линейности формы (36) при выполнении гипотезы  $H_0$  и оговоренных выше свойствах шумов в паузах речи эти случайные величины также будут иметь гауссовское распределение вероятностей. При этом с учетом ортонормальности собственных векторов субполосных матриц нетрудно получить соотношения для первых двух условных моментов

$$M[\alpha_{kr} / H_0] = 0, \quad (37)$$

$$M[\alpha_{kr} \alpha_{ir} / H_0] = 0, \quad i \neq k, \quad (38)$$

$$M[\alpha_{kr}^2 / H_0] = \sigma_u^2. \quad (39)$$

В соответствии с этим соотношение (35) дает

$$M[P_r(\bar{x}) / H_0] = \sigma_u^2 \sum_{k=1}^N \lambda_k^r. \quad (40)$$



Имея в виду связь между следом матрицы и суммой её собственных чисел [2]

$$\sum_{k=1}^N \lambda_k^r = \sum_{k=1}^N a_{kk}^r, \quad (41)$$

и определение (3.15), отсюда снова нетрудно получить соотношение (3.22). Кроме того с учетом гауссовости случайных величин вида (3.36) и равенств (3.37)-(3.39) нетрудно получить соотношение для условной дисперсии

$$M[(P_r(\bar{x}) - b_r)^2 / H_0] = 2\sigma_u^4 \sum_{k=1}^N (\lambda_k^r)^2. \quad (42)$$

Сопоставляя соотношения (40) и (44) с полученными ранее из других соображений представлением (22) и (28)) первых двух условных моментов части энергии с учетом равенства (41) нетрудно установить следующие равенства

$$\sum_{k=1}^N (\lambda_k^r)^2 = N(\Delta V_r / \pi)^2 = (\Delta V / \pi) \sum_{k=1}^N \lambda_k^r. \quad (43)$$

Вместе с тем, если учесть, что только часть собственных чисел субполосной матрицы значимо отлична от нуля, то соотношения (35), (40) и (42) нетрудно преобразовать к виду

$$P_r(\bar{x}) = \sum_{k=1}^J \lambda_k^r \alpha_{kr}^2, \quad (44)$$

$$b_r = M[P_r(\bar{x}) / H_0] = \sigma_u^2 \sum_{k=1}^J \lambda_k^r. \quad (45)$$

$$M[(P_r(\bar{x}) - b_r)^2 / H_0] = 2\sigma_u^4 \sum_{k=1}^J (\lambda_k^r)^2. \quad (46)$$

В виду гауссовости при выполнении гипотезы  $H_0$  случайных величин (36), и, следовательно, в силу (38) их независимости можно показать [1], что характеристическая функция случайной величины (44) имеет вид

$$Q(t / H_0) = \prod_{k=1}^J (1 - j\lambda_k^r \sigma_u^2 t). \quad (47)$$

Дифференцируя это выражение, нетрудно по известным правилам [1] получить соотношения для любых условных начальных моментов. В частности имеет место представление для условной функции плотности вероятностей вычисляемой части энергии

$$w_p(y / H_0) = \int_{-\infty}^{\infty} \prod_{k=1}^J (1 - j\sigma_u^2 \lambda_k^r t) \exp(-jyt) dt, \quad (48)$$

которое в принципе позволяет вычислить границы критической области, исходя из заданной вероятности ошибок первого рода при проверке справедливости гипотезы  $H_0$ .

Положим

$$S(\omega_r, \bar{x}) = P_r(\bar{x}) / M[P_r(\bar{x}) / H_0] = P_r(\bar{x}) / b_r. \quad (49)$$

Используя предыдущие результаты, легко показать справедливость соотношений

$$c_r^0 = M[S(\omega_r, \bar{x}) / H_0] = 1, \quad (50)$$

$$\sigma_s^2 = M[(S_r(\bar{x}) - 1)^2 / H_0] = 2 / N. \quad (51)$$

Отметим, что соотношение (51) характеризует закон изменения отклонений (49) относительно правой части (50) в зависимости от длительности анализируемого отрезка шумов в паузах речи.

В общем случае (2) имеет место

$$S(\omega_r, \bar{x}) = (P_r(\bar{u}) + \bar{z}^T A_r \bar{u} + P_r(\bar{z})) / b_r. \tag{52}$$

Отсюда с учетом предыдущих условий и результатов получаем

$$c_r^1 = M[S(\omega_r, \bar{x}) / H_1] = 1 + M[P_r(\bar{z})] / b_r. \tag{53}$$

Так как величина интеграла (7) при ненулевом векторе сигнала является положительной, то отсюда следует неравенство

$$c_r^1 > c_r^0 = 1. \tag{54}$$

Иными словами, математическое ожидание случайной величины (52) увеличивается по сравнению с выполнением исходной гипотезы.

Пусть теперь полезный сигнал в (2) является узкополосным и может быть представлен в виде

$$z_k = y_k \cos(\theta k + \varphi), k = 1, \dots, N, \tag{55}$$

где  $\varphi$  - случайная равномерно распределенная в интервале  $(-\pi, \pi)$  фаза;  $\theta$  - круговая частота из интервала  $(0, \pi)$ ;  $y_k$  - так называемая огибающая.

Полагаем, что величина  $N(\Delta V_r / \pi)$  выбрана такой, что выполняется условие

$$P_0(\bar{y}) = 2 \int_0^{\Delta V_r / 2} |Y(v)|^2 dv / 2\pi = m \sum_{k=1}^N y_k^2, m \approx 1, \tag{56}$$

причем имеет место представление

$$P_0(\bar{y}) = \bar{y}^T A_0 \bar{y} = \sum_{i,k=1}^N a_{ik}^0 y_i y_k, \tag{57}$$

$$a_{ik}^0 = \sin(\Delta V_r (i - k) / 2) / \pi (i - k) \tag{58}$$

Очевидно, что ввиду равенства [1]

$$M[z_i z_k] = y_i y_k \cos(\theta(i - k)) \tag{59}$$

будет выполняться

$$M[P_r(\bar{z})] = 2 \sum_{i,k=1}^N a_{ik}^0 y_i y_k \cos(\omega_r (i - k)) \cos(\theta(i - k)). \tag{60}$$

Отсюда получаем выражение для первых двух производных

$$dM[P_r(\bar{z})] / d\omega_r = -2 \sum_{i,k=1}^N (i - k) a_{ik}^0 y_i y_k \sin(\omega_r (i - k)) \cos(\theta(i - k)), \tag{61}$$

$$d^2 M[P_r(\bar{z})] / d\omega_r^2 = -2 \sum_{i,k=1}^N (i - k)^2 a_{ik}^0 y_i y_k \cos(\omega_r (i - k)) \cos(\theta(i - k)), \tag{62}$$

из которых следует, что вторая производная всюду неположительная, так что в максимум правой части (60) будет достигаться там, где равна нулю правая часть (61), то есть выполняется

$$2 \sum_{i=1}^N i y_i \sum_{k=1}^N a_{ik}^0 y_i \sin(\omega_r (i - k)) \cos(\theta(i - k)) = 2 \sum_{k=1}^N k y_k \sum_{i=1}^N a_{ik}^0 y_i \sin(\omega_r (i - k)) \cos(\theta(i - k)).$$

Легко понять, что в виду симметрии субполосной матрицы, четности функции косинуса и нечетности функции синуса последнее условие равносильно требованию

$$2 \sum_{i=1}^N i y_i \sum_{k=1}^N a_{ik}^0 y_i \sin(\omega_r (i - k)) \cos(\theta(i - k)) = 0. \tag{63}$$

Его легко на основе тригонометрических тождеств преобразовать к виду



$$\sum_{i=1}^N iy_i \sum_{k=1}^N a_{ik}^0 y_i \sin((\omega_r - \theta)(i - k)) = - \sum_{i=1}^N iy_i \sum_{k=1}^N a_{ik}^0 y_i \sin((\omega_r + \theta)(i - k)) . \quad (64)$$

В частном случае равенства частот

$$\omega_r = \theta \quad (65)$$

получаем требование в виде

$$\sum_{i=1}^N iy_i \sum_{k=1}^N a_{ik}^0 y_k \sin((2\theta k - 2\theta i)) = 0 . \quad (66)$$

Так спектр последовательности  $y_k \sin((2\theta k - 2\theta i))$  по сравнению со спектром огибающей в (55) будет сдвинут на  $2\theta$  в область высоких частот, то в виду условия (56) равенство (63) будет выполняться с той же точностью. Иными словами, выполнение равенства (62) соответствует достижению максимального значения правой части (60)

$$\max M[P_r(\bar{z})] = \sum_{i,k=1}^N a_{ik}^0 y_i y_k = P_0(\bar{y}), \quad (67)$$

подстановка которого в (53) в свою очередь дает значение максимума математического ожидания отношения вида (52)

$$\max c_r^1 = 1 + P_0(\bar{y})/b_r, \quad (68)$$

Таким образом, математическое ожидание отношения

$$S(\omega_r, \bar{x}) = P_r(\bar{x})/b_r, \quad (69)$$

увеличивается при наличии квазигармонической компоненты, обусловленной речевыми сообщениями (речевая компонента). При этом совпадение значения середины частотного интервала, в котором оценивается часть энергии, с частотой квазигармонической речевой компоненты дает максимум.

Пусть теперь речевая компонента представляет собой аддитивную смесь нескольких квазигармонических составляющих

$$z_k = \sum w_{ki} = \sum_{i=1}^M y_{ki} \cos(\theta_i k + \varphi_i), k = 1, \dots, N, \quad (70)$$

смысл параметров которой очевиден. Тогда будет иметь место

$$c_r^1 = M[S(\omega_r, \bar{x})/H_1] = 1 + \sum_{i=1}^M M[P_r(\bar{w}_i)]/b_r > 1. \quad (71)$$

При выполнении какого – нибудь из равенств

$$\omega_r = \theta_j, j \in \{1, \dots, M\} \quad (72)$$

будет достигать максимального значения соответствующее математическое ожидание в сумме правой части (71). Ясно, что при выполнении условия

$$\min |\theta_j - \theta_k| > \Delta V_r, j, k \in \{1, \dots, M\} \quad (73)$$

можно определить такую квазигармоническую  $\bar{w}_m$  компоненту, для которой имеет место

$$P_0(\bar{y}_m) > P_0(\bar{y}_k), \forall k \neq m. \quad (74)$$

Иными словами, правая часть (69) может использоваться в качестве решающей функции, причем решение о наличии речевой компоненты должно приниматься при выполнении условия

$$\max S(\omega_r, \bar{x}) > h(\omega_r), \Delta V_r \leq \omega_r \leq \pi - \Delta V_r. \quad (75)$$

Здесь  $h(\omega_r)$  - в общем случае зависящая от центральной частоты интервала оценивания частей энергии функция, обеспечивающая допустимые вероятности ошибок первого и второго родов. Её значения целесообразно вместе с функцией вида (22) (зависимость математического ожидания шумов от центральной частоты) оценивать непосредственно по реализациям шумов, для чего необходимо иметь достаточно обширную обучающую выборку. Отметим еще одно качество предлагаемой решающей функции. Определение (57) с учетом возможности разложения

$$A_0 = \sum_{k=1}^N \lambda_k^0 \vec{q}_k^0 \vec{q}_k^{0T}$$

нетрудно преобразовать к виду

$$P_0(\vec{y}) = D(\vec{\beta}) = \sum_{k=1}^N \beta_k^2, \quad \beta_k = (\lambda_k^0)^{1/2} \sum_{m=1}^N y_m q_{mk}^0. \quad (76)$$

Отсюда после частного дифференцирования по  $\beta_n, n = 1, \dots, N$  легко получить соотношение для градиента части энергии, попадающей в интервал частотного анализа

$$\text{grad}P = 2(\beta_1, \dots, \beta_N)^T, \quad (77)$$

так что имеет место равенство

$$P_0(\vec{y}) = D(\vec{\beta}) = (\text{grad}P, \vec{\beta}) / 2, \quad (78)$$

Иными словами приращение (по сравнению с отсутствием сигнала) функции происходит в направлении градиента, то есть в линейном приближении максимально быстро. Таким образом, предлагаемая решающая функция в определенном смысле является функцией максимальной чувствительности.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 12-07-00514-а.*

### Литература

1. Левин, Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники [Текст] – М.: Советское радио, т.1, 1969. – 752 с.
2. Гантмахер, Ф.Р. Теория матриц [Текст] / Ф.Р. Гантмахер. – М.: Физматлит, 2004. – 560с.

## DETECTION OF SPEECH SOUNDS IN THE BACKGROUND NOISE

**E.G. ZHILYAKOV**  
**S.P. BELOV**

*Belgorod National  
Research University*

*e-mail: Zhilyakov@bsu.edu.ru*  
*e-mail: Belov@bsu.edu.ru*

The paper theoretically justified choice of decision function (RF) to identify the background noise recording apparatus of the fact of presence in the analyzed segment of the speech signal energy due to the presence of speech sounds. It is shown that the proposed RF is a function of maximum sensitivity in the sense of expectation of the increment in the presence of speech sounds

Key words: frequency representation, decision function, speech sounds, minimizing the volume of voice data bit representations, the gradient.



## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Балабанова Т.Н.** – кандидат технических наук, доцент кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета
- Белов С.П.** – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета
- Болгова Е.В.** – студентка 4 курса факультета компьютерных наук и телекоммуникаций Белгородского государственного национального исследовательского университета
- Болдышев А.В.** – аспирант кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета
- Васильев П.В.** – кандидат технических наук, доцент кафедры математического и программного обеспечения информационных систем факультета компьютерных наук и телекоммуникаций Белгородского государственного национального исследовательского университета
- Всяких М.В.** – кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и аудита Белгородского государственного национального исследовательского университета
- Всяких Ю.В.** – кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов и кредита Белгородского государственного национального исследовательского университета
- Глушак А.В.** – доктор физико-математических наук, профессор кафедры математического анализа Белгородского государственного национального исследовательского университета
- Голоцанова В.А.** – старший преподаватель кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета
- Грецкая Л. Г.** – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии изделий из кожи, стандартизации и сертификации Южно-Российского государственного университета экономики сервиса, г. Шахты Ростовской области
- Дудина И.А.** – кандидат экономических наук, доцент кафедры мировой и региональной экономики, директор экзаменационного центра Лондонской торгово-промышленной палаты Волгоградского государственного университета

- 
- Жиляков Е.Г.** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информационно-телекоммуникационных систем и технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета
- Зайцева Н.О.** – ассистент кафедры прикладной информатики Белгородского государственного национального исследовательского университета
- Заливин А.Н.** – ассистент кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета
- Зимовец О.А.** – ассистент кафедры прикладной информатики факультета компьютерных наук и телекоммуникаций Белгородского государственного национального исследовательского университета
- Игумнов О.А.** – кандидат педагогических наук, руководитель службы управления персоналом ЗАО Управляющая компания «Агропромышленная группа БВК», г. Старый Оскол
- Корсунов Н.И.** – доктор технических наук, профессор Белгородского государственного национального исследовательского университета
- Костенко Д. И.** – аспирант Московского государственного университета экономики, статистики и информатики (МЭСИ)
- Красильников В.В.** – доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры материаловедения и нанотехнологий Белгородского государственного национального исследовательского университета
- Красовская Л.В.** – кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и вычислительной техники Белгородского государственного национального исследовательского университета
- Курило А.Е.** – кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник Института экономики Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск
- Лихошерстный А.Ю.** – ассистент кафедры математического и программного обеспечения информационных систем Белгородского государственного национального исследовательского университета
- Маликов С.Н.** – главный конструктор вычислительных систем, кандидат технических наук, доцент ОАО «НИИ Супер-ЭВМ», г. Москва
- Марченков А.Е.** – аспирант Московской академии рынка труда и информационных технологий
- Маторин С.И.** – доктор технических наук, профессор кафедры прикладной информатики факультета компьютерных наук и телекоммуникаций Белгородского государственного национального исследовательского университета



- 
- Начетов А.А.** – аспирант Белгородского государственного национального исследовательского университета
- Немкович Е.Г.** – кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Института экономики Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск
- Пахомова И.Ю.** – соискатель кафедры менеджмента организации Белгородского государственного национального исследовательского университета
- Петрухина Е.В.** – кандидат экономических наук, доцент кафедры товароведения и торговой инфраструктуры Орловского государственного университета
- Плякин А.В.** – доктор экономических наук, доцент, заведующий кафедрой природопользования, геоинформационных систем и наноэкономических технологий Волжского гуманитарного института (филиал) Волгоградского государственного университета, г. Волжск Волгоградской обл.
- Сафонов В.Л.** – научный консультант ОАО «НИИВК им. М.А. Карцева», доктор технических наук, г. Москва
- Селиверстов Ю.И.** – профессор кафедры финансового менеджмента Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова
- Стецюк Т.С.** – магистрант первого года обучения по направлению 210700.68 – информационные технологии и системы связи Белгородского государственного национального исследовательского университета
- Трубицин С.Н.** – кандидат технических наук, докторант Белгородского государственного национального исследовательского университета
- Тубольцев М.Ф.** – кандидат технических наук, доцент кафедры математического и программного обеспечения информационных систем Белгородского государственного национального исследовательского университета
- Тубольцева О.М.** – аспирантка кафедры прикладной информатики факультета компьютерных наук и телекоммуникаций Белгородского государственного национального исследовательского университета
- Тхориков Б.А.** – кандидат социологических наук, доцент кафедры фармацевтической технологии управления и экономики здравоохранения Белгородского государственного национального исследовательского университета
- Чеканов Н.А.** – доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, заведующий кафедрой математического анализа Белгородского государственного национального исследовательского университета
- Черноморец А.А.** – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой прикладной информатики Белгородского государственного национального исследовательского университета





---

***Чижев И.И.***

- кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики Белгородского государственного национального исследовательского университета

***Чудинов С.М.***

- заместитель генерального директора по научной работе ОАО «НИИ СуперЭВМ», доктор технических наук, г. Москва

***Щербакова Н. В.***

- кандидат технических наук, доцент кафедры технологии изделий из кожи, стандартизации и сертификации Южно-Российского государственного университета экономики сервиса, г. Шахты Ростовской области



## 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](mailto:shatohin@bsu.edu.ru) (Шатохин Иван Тихонович – заместитель главного редактора); «Актуальные вопросы всеобщей истории» – [bolgov@bsu.edu.ru](mailto:bolgov@bsu.edu.ru) (Болгов Николай Николаевич); «Актуальные вопросы политологии» – [Shilov@bsu.edu.ru](mailto:Shilov@bsu.edu.ru) (Шилов Владимир Николаевич – заместитель главного редактора); «Актуальные проблемы экономики» – [Lomovceva@bsu.edu.ru](mailto:Lomovceva@bsu.edu.ru) (Ломовцева Ольга Алексеевна – заместитель главного редактора); ответственный секретарь серии журнала – [vasilenko\\_v@bsu.edu.ru](mailto: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:

- 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.
- } на русском и английском языках
- } на русском языке

#### 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 ЭКОНОМИКИ<sup>\*</sup>

**А. В. ИВАНОВ<sup>1</sup>**  
**Л. Н. ПЕТРОВ<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup> *Департамент  
экономического развития Белгород-  
ской области*

<sup>2)</sup> *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 экономики<sup>1</sup>.

## KEY CHALLENGES TO REGION DEVELOPMENT IN CONDITIONS OF GLOBALIZATION OF THE RUSSIAN ECONOMY

**A. V. IVANOV<sup>1</sup>**  
**L. N. PETROV<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup> *Department of Economic  
Development, Belgorod Region*

<sup>2)</sup> *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.

Key words: 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

<sup>1</sup> 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.

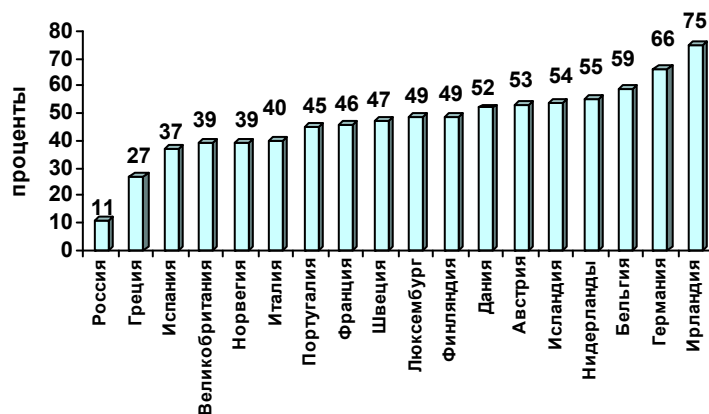


Рис. 1. Уровень инновационной активности в России, странах ЕС, Норвегии, Исландии

2. Изображение графического объекта должно быть в виде рисунка или сгруппированных объектов.

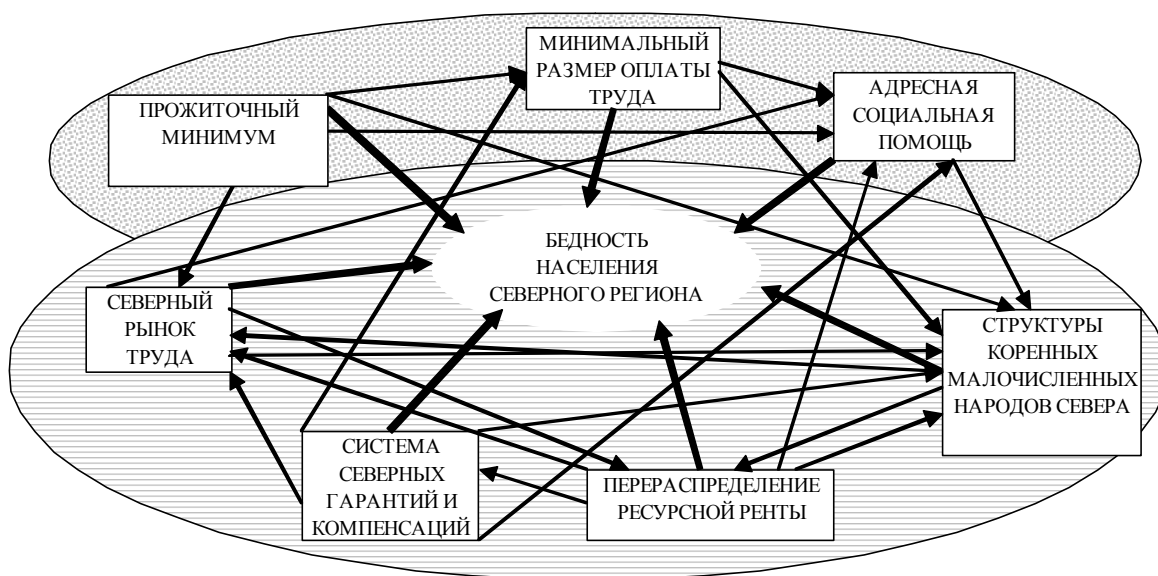


Рис. 2. Институциональная среда существования бедности населения северного региона России

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.