

№ 13 (210), вып. 35/1
Сентябрь 2015

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»

Издатель:
НИУ «БелГУ»

Издательский дом «Белгород»

Адрес редакции, издателя, типографии:
308015 г. Белгород, ул. Победы, 85

Журнал зарегистрирован
в Федеральной службе по надзору
в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)
Свидетельство о регистрации средства массовой
информации ПИ № ФС 77-50062 от 29 мая 2012 г.
Выходит 4 раза в год.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА

Главный редактор

О.Н. Полухин,
ректор НИУ «БелГУ», доктор
политических наук, профессор

Зам. главного редактора

И.С. Константинов,
проректор по научной
и инновационной работе НИУ «БелГУ»,
доктор технических наук, профессор

Научный редактор

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

Ответственный секретарь:

О.В. Шевченко,
зам. начальника УНИИ НИУ «БелГУ»,
кандидат исторических наук

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ ЖУРНАЛА

Заместители главного редактора

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

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

Ответственный секретарь

А.А. Черноморец,
кандидат технических наук, доцент

Члены редколлегии

В.П. Волчков, доктор технических наук,
профессор (Московский технический
университет связи и информатики)

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ

Белгородского государственного университета

Экономика Информатика

Belgorod State University
Scientific Bulletin

Economics Information technologies

СОДЕРЖАНИЕ

РЕГИОНАЛЬНАЯ И МУНИЦИПАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

Приоритеты и механизмы ГЧП в формировании
инновационного промышленного комплекса региона.

О.А. Ломовцева, О.А. Герасименко 5

Роль социальной ответственности бизнеса в региональном
развитии.

О.А. Игумнов 12

Комплексный индикативный анализ безопасности социально-
экономического развития муниципальных образований.

Е.А. Орехова, А.В. Плякин, Л.Р. Кузьмина 19

Модернизация экономики и обоснование оптимальной структуры
регионального социально-экономического комплекса.

Е.В. Никулина, О.П. Овчинникова 27

ОТРАСЛЕВЫЕ РЫНКИ И РЫНОЧНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

Жилищный лизинг как инструмент обеспечения доступности
жилья в Белгородской области.

В.А. Калугин, Д.И. Королькова 36

Маркетинговое экспресс-исследование состояния современного
экспорта пшеницы на мировом рынке.

М.Ю. Погорельый 43

РЫНОК ТРУДА И ЭКОНОМИКА ОБРАЗОВАНИЯ

Управление конкурентоспособностью вуза и согласование
интересов субъектов рынка образовательных услуг на основе
информационно-аналитической системы.

И.А. Дудина, Н.В. Буханцева 50

Формирование бренда вуза как фактора повышения
конкурентоспособности территории.

А.А. Голодова 56

АКТУАЛЬНАЯ ТЕМА

Экономические измерения с использованием показателя
«добавленная стоимость».

В.Н. Кабанов 62

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ И НАЦИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

Исследование моделей эффективности внешнеторговой
деятельности: макроэкономический аспект.

О.С. Сахарова, Ю.Л. Растопчина 71

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

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

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

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

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

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

О.П. Овчинникова, доктор экономических наук, профессор (Белгородский государственный национальный исследовательский университет)

Э. Полтон, доктор экономических наук, профессор (Университет Святого Георгия, Лондон)

Понятовска – Якиш М., доктор экономики, профессор (Варшавская высшая школа экономики, Польша)

И.Е. Рисин, заслуженный деятель науки РФ, доктор экономических наук, профессор (Воронежский государственный университет)

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

Статьи представлены в авторской редакции.

Оригинал-макет Е.А. Николаичева
E-mail: oporjenko@bsu.edu.ru

Подписано в печать 18.09.2015
Формат 60×84/8
Гарнитура Georgia, Impact
Усл. п. л. 23,25
Заказ 212
Цена свободная
Тираж 1000 экз.
Дата выхода 30.09.2015.

Подписной индекс в Объединённом каталоге «Пресса России» – 18078

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

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Вейвлетные фильтры третьего порядка в простых полях галуа.

Н.И. Червяков, П.А. Ляхов, Н.Ф. Семенова, К.С. Шульженко 78

Учет влияния ошибок определения функции рассеяния точки на результат коррекции резкости космических изображений высокого разрешения. **В.Н. Винтаев, М.Ю. Жилнев, И.С. Константинов, Н.Н. Ушакова 85**

Решение задачи оптимизации блочных моделей при проектировании открытых горных работ с использованием гибридных вычислительных систем. **Д.В. Петров, В.М. Михелев 93**

Метод обучения перцептрона распознаванию текстовых символов при зашумлениях. **Н.И. Корсунов, К.В. Лысых, Д.А. Торочин 99**

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ

Методика группирования базовой информации для информационных процессов сложных систем. **В.И. Сумин, Т.Е. Смоленцева 104**

Сравнительная оценка влияния факторов продвижения сайта в поисковых системах Яндекс и Google. **Е.М. Маматов, И.Н. Брусенская 109**

Информационная модель исследования эффективности ИТ-проектов. **В.С. Нехотина 114**

Экспертное оценивание при выборе эффективного мероприятия. **Г.С. Петриченко, В.Г. Петриченко 122**

Система нечеткого вывода оценки эффективности региональной энергетики. **В.И. Бирюлин, Д.В. Куделина 128**

Анализ моделей переходных управляемых производственных процессов. **О.М. Пигнастый 133**

Парные сравнения при анализе фрагментов речи. **Е.Г. Жиляков, Е.Т. Жилякова, С.П. Белов, О.В. Белова 145**

Формальные средства прогнозирования и управления социальными рисками. **Р.Г. Асадуллаев, В.В. Ломакин 150**

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Имитационная модель передачи информационных потоков в мобильной радиосети специального назначения.

И.С. Константинов, К.А. Польщиков, С.А. Лазарев 156

Метод прогнозирования на основе частотных представлений. **А.А. Черноморец, Е.В. Болгова, Д.А. Черноморец, А.Н. Коваленко 164**

Мультисервисная информационная система вуза – цели, задачи и проблемы внедрения. **А.В. Ермаков 170**

Сведения об авторах 176

№ 13 (210), Issue 35/1

September 2015

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 State National Research University»

Publisher:

Belgorod State National Research University
Belgorod Publishing House

Address of editorial office, publisher, letterpress plant: 85 Pobeda St., Belgorod, 308015, Russia

The journal has been registered at the Federal service for supervision of communications information technology and mass media (Roskomnadzor)

Mass media registration certificate
ПН № ФС 77-50062 May 29, 2012
Publication frequency: 4 /year

EDITORIAL BOARD OF JOURNAL

Editor-in-chief

O.N. Poluchin,

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

Deputy editor-in-chief

I.S. Konstantinov,

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

Scientific Editor

V.M. Moskovkin,

Professor of World Economy Department of Belgorod State National Research University, Doctor of Geographical Sciences

O.V. Shevchenko,

Deputy Head of Scientific and Innovative Activity Department of Belgorod State National Research University, Candidate of Historical Sciences

EDITORIAL BOARD OF JOURNAL SERIES

Deputies of chief editor:

E.G. Zhilyakov,

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

O.A. Lomovtseva,

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

Editorial assistant:

A.A. Chernomoretz, Candidate of technical sciences, Associate professor (Belgorod National Research University)

Belgorod State University Scientific Bulletin

Economics Information technologies

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ Белгородского
государственного университета
Экономика Информатика

CONTENTS

REGIONAL AND MUNICIPAL ECONOMY

Priorities and mechanisms of public-private partnership in formation of innovatsion industrial complex regions.

O.A. Lomovtseva, O.A. Gerasimenko 5

The business social responsibility role in the regional development.

O.A. Igumnov 12

Comprehensive analysis of safety indicative of social and economic development of municipalities. **E.A. Orekhova, A.V. Plyakin, L.R. Kuzmina 19**

Economic modernization and substantiation of optimum structure of regional social and economic complex. **E.V. Nikulina,**

O.P. Ovchinnikova 27

SECTORAL MARKETS AND MARKET INFRASTRUCTURE

Housing leasing as a tool for affordable housing in the Belgorod region. **V.A. Kalugin, D.I. Korolkova 36**

Marketing express research of a condition of modern wheat export on the global market. **M.U. Pogorelyy 43**

MARKET OF LABOUR AND EDUCATION

Managing the university competitiveness and coordinating interests of academic market participants with the analytical information system.

I.A. Dudina, N.V. Bukhantseva 50

Formation of the universities brand as a factor of increasing competitiveness of the territory

A.A. Golodova 56

ACTUAL TOPIC

The economic dimension with the use of indicator «added cost».

V.N. Kabanov 62

ECONOMIC THEORY AND NATIONAL ECONOMY

Investigation of the models efficiency of foreign trade: macroeconomic aspect.

O.S. Saharova, Y.L. Rastopchina 71

Members of editorial board:

V.P. Volchkov, Doctor of technical sciences,
Professor (Moscow Technical University of Communications and Informatics)

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

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

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

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

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

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

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

A. Polton Doctor of economical sciences, Professor (St George`s University of London)

Małgorzata Poniatowska-Jaksch, Doctor of economy, Professor (Warsaw School of Economics, Poland)

I.E. Risin, Honoured Science Worker of Russian Federation, 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)

The articles are given in authors` editing.

Dummy layout by *E.A. Nickolaicheva*
E-mail: onoprienko@bsu.edu.ru

Passed for printing 18.09.2015
Format 60×84/8
Typeface Georgia, Impact
Printer's sheets 23,25
Order 212
Circulation 1000 copies
Date of publishing: 30.09.2015.

Subscription reference in The Russian
Press common catalogue – 18078

Dummy layout is replicated at Publishing House
"Belgorod", Belgorod State National Research
University
Address: 85 Pobeda St., Belgorod, 308015, Russia

COMPUTER SIMULATION HISTORY

Third order wavelet filters over prime galois fields.

N.I. Chervyakov, P.A. Lyakhov, N.F. Semyonova, K.S. Shulzhenko 78

Taking into account the influence of errors of determination of the point spread function of the result of the correction of sharpness space images high resolution. **V.N. Vintayev, M.U. Zhilenev, I.S. Konstantinov, N.N. Ushakova 85**

Solving problem of block model optimisation in the design of open pit mining using hybrid computing systems. **D.V. Petrov, V.M. Mikhelev 93**

Perceptron teaching method for recognition text symbols in a noisy. **N.I. Korsunov, K.V. Lysykh, D.A. Toropchin 99**

SYSTEM ANALYSIS AND PROCESSING OF KNOWLEDGE

A method of grouping basic information for information processes of complex systems. **V.I. Sumin, T.E. Smolentceva 104**

Comparative assessment of the influence of factors of website promotion in search engines Yandex and Google. **E.M. Mamatov, I.N. Brusenskaya 109**

Information model of research of efficiency of IT projects. **V.S. Nekhotina 114**

Expert assessment in the selection of effective measures. **G.S. Petrichenko, V.G. Petrichenko 122**

Fuzzy inference system for regional energy effectiveness evaluation. **V.I. Biryulin, D.V. Kudelina 128**

Analysis of the models of transition processes controlled manufacturing. **O.M. Pignasty 133**

Paired comparisons in the analysis of fragments of speech. **E.G. Zhilyakov, E.T. Zhilyakova, S.P. Belov, O.V. Belova 145**

Formal apparatus for social risk forecasting and management. **R.G. Asadullaev, V.V. Lomakin 150**

INFORMATION TECHNOLOGIES AND TELECOMMUNICATION

Simulation model of information flows transmission in mobile ad-hoc network for special purpose. **I.S. Konstantinov, K.A. Polshchikov, S.A. Lazarev 156**

The prediction method on the basis of frequency representation. **A.A. Chernomorets, E.V. Bolgova, D.A. Chernomorets, A.N. Kovalenko 164**

Multiservice university information system – goals, objectives and issues of implementation. **A.V. Ermakov 170**

Information about Authors 176

РЕГИОНАЛЬНАЯ И МУНИЦИПАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 332.14:658.114.2

ПРИОРИТЕТЫ И МЕХАНИЗМЫ ГЧП В ФОРМИРОВАНИИ ИННОВАЦИОННОЕМОКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РЕГИОНА

PRIORITIES AND MECHANISMS OF PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP IN FORMATION OF INNOVATION INDUSTRIAL COMPLEX REGIONS

О.А. Ломовцева, О.А. Герасименко
O.A. Lomovceva, O.A. Gerasimenko

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85*

Belgorod State National Research University, 85, Victory St., Belgorod, 308015, Russia

E-mail: lomovceva@bsu.edu.ru, gerasimenko@bsu.edu.ru

Аннотация. Развитие эффективного механизма взаимодействия государства и бизнеса является одним из важных условий формирования эффективной промышленной политики, повышения роли инновационной активности, развития экономической и социальной инфраструктуры региона. В статье исследован опыт использования кластерного подхода в ГЧП по межрегиональному сотрудничеству в сфере фармации.

Resume. The development of an effective mechanism of interaction between government and business is one of the important conditions for the formation of an effective industrial policy, increasing the role of innovative activity, the development of economic and social infrastructure in the region. In the article is represented the experience of using the cluster approach to the public-private partnerships (PPP) on interregional cooperation in the field of pharmacy.

Ключевые слова: государственно-частное партнерство, промышленная политика, кластер, проект, регион.

Key words: public-private partnership, industrial policy, cluster, project, region.

Введение

Конструктивное взаимодействие бизнеса и структур государственной власти является неотъемлемым условием нормального функционирования рыночной экономики. Характер этого взаимодействия, методы и конкретные формы могут существенно различаться в зависимости от зрелости, а также национальных моделей рыночных отношений. Однако при этом государство всегда отвечает за выполнение социально-ответственных функций, связанных с общенациональными интересами, а бизнес всегда остается источником и основной движущей силой развития и приращения общественного богатства.

В современных условиях принципы государственно-частного партнерства (ГЧП) являются основой разнообразных механизмов реализации стратегий социально-экономического развития как России в целом, так и ее регионов и отраслей. В частности, реализация проектов ГЧП во многом определяет успешность проведения региональной промышленной политики.

Результаты исследований

Промышленная политика является обязательным инструментом государственного регулирования векторов и темпов экономического развития любой страны. Однако формы и методы такого участия государства чрезвычайно многообразны. Они определяются не только стадией цивилизационного развития общества, социально-экономическим уровнем конкретной страны, но и спецификой институциональной среды, структурными характеристиками экономики и т.д. В отечественной экономике промышленная политика давно уже является предметом активных дискуссий, в результате чего многократно менялись применяемые подходы и модели, что имело своим следствием противоречивые результаты.

Успешность проведения промышленной политики во многом определяется продуманным механизмом ее реализации. Механизм реализации промышленной политики в современном мире всегда основан на принятии комплексных решений, взаимодействии разных органов власти – и по уровням, и по сферам деятельности и пр. Выработанные в результате такого взаимодействия современные приоритеты, реализуемые промышленной политикой, можно разбить на три группы:

- обеспечение условий эффективного промышленного развития, устойчивого экономического роста, что определяет уровень благосостояния, занятости, развития требуемой инфраструктуры;
- регулирование социально-экономической жизни, меры антикризисного воздействия на экономику, обеспечение социальной справедливости (тарифная, ценовая, налоговая, социальная политика);
- поддержание на высоком уровне науки, исследований и образования, подготовки кадров, развитие НИОКР и эффективная инновационная политика.

Можно отметить, что механизм реализации промышленной политики, так же как и само ее понятие, претерпел значительные изменения. Еще в 90-е годы прошлого столетия основная модель реализации промышленной политики в нашей стране была ориентирована на развитие наукоемких отраслей, реструктуризацию традиционных отраслей и компенсационные воздействия. Последний был призван не только снизить негативные социальные последствия процесса трансформации промышленного комплекса территории, но и решить проблемы, являющиеся общими как для традиционных, так и для наукоемких отраслей (проблемы структурной безработицы, инфраструктурного обеспечения структурной перестройки промышленности, повышения «инновационности» промышленного комплекса и т.д. Изменившиеся условия и новые требования к современной промышленной политике предопределяют необходимость новых способов ее реализации. Среди них необходимо отметить, прежде всего, ГЧП, федеральные и региональные институты развития, проектный и кластерный подходы. Конечно, эти способы во многом дополняют друг друга, используются в сочетании. В данной статье основное внимание уделяется формированию кластеров в региональной экономике, ибо здесь в полной мере задействованы принципы ГЧП.

Кластеры не являются абсолютной новацией в хозяйственной практике, но лишь в последние десятилетия они становятся частью и инструментом государственной промышленной политики. Такой подход позволяет реализовать новую роль частного сектора, государства, сбытовых ассоциаций, исследовательских и образовательных учреждений, прежде всего, с точки зрения их участия в инновационном процессе.

Построение кластера связано с организацией процессов технотермодинамики однотипных технологических систем в рамках нового, формирующегося в России технологического уклада на основе преобразования и замещения новыми технологическими решениями значительных массивов отечественных промышленных производств. Поэтому одной из основных задач формирования кластера является доведение ряда принципиально новых лабораторных технологий, основанных на новых физических принципах, до новых систем практической деятельности, что позволит перевооружить отрасли предшествующих технологических укладов. Именно кластеры являются для России реальным шансом создания системы современных промышленных платформ с учетом специфических отечественных цивилизационных оснований. В рамках кластера становится реальным продвижение от фундаментальных научных заделов к новым типам технологий и техники, на основе которых реально создание новых типов продуктов и услуг, имеющих гарантированный спрос на основе процедур системного маркетинга.

Кластерный подход в ГЧП – это не только средство достижения таких целей промышленной политики, как структурные изменения, модернизация экономики, повышение ее конкурентоспособности, усиление инновационной направленности, но и мощный инструмент регионального развития. При этом необходимо учитывать, что, поддерживая развитие кластеров

в рамках региональной промышленной политики, невозможно копировать то, что есть в других регионах. Эффективные кластеры строятся на региональных особенностях, которые превращаются в источники конкурентных преимуществ. Кластеры как институционально-экономическая форма организации нового технологического и социо-культурного уклада являются своеобразным связующим звеном, увязывающим развитие государства и отдельных регионов. Именно кластер позволяет включать стратегические региональные решения в масштабные российские проекты.

В качестве примера приведем тот факт, что в Российской Федерации в 2009 году приказом Минпромторга утверждена Стратегия развития фармацевтической промышленности на период до 2020 года. Основной целью данной Стратегии является повышение внутренней и внешней конкурентоспособности отечественной промышленности, что должно привести к росту обеспеченности населения и учреждений здравоохранения лекарственными средствами отечественного производства. Амбициозная цель довести долю отечественных фармпрепаратов к 2020 году до 50% должна быть реализована путем перехода на инновационную модель развития фармацевтической промышленности, основным инструментом осуществления которой является создание на территории страны нескольких фармацевтических кластеров [Стратегия развития фармацевтической промышленности Российской Федерации на период до 2020 года]. Одним из примеров реализации кластерного подхода с применением ГЧП является проект по созданию современного производства готовых лекарственных препаратов, отвечающих правилам качества производства Good Manufacturing Practice (GMP) Европейского Союза и России, требованиям Всемирной организации здравоохранения и Росздравнадзора, в рамках Соглашения о сотрудничестве, заключенном между Правительством Белгородской области и ООО «Эдванс Трейдинг».

Задачи Стратегии социально-экономического развития Белгородской области, связанные с реализацией данного проекта, заключаются в следующем:

- обеспечение перехода к инновационно-активной экономике, развитие инновационного потенциала региона;
- улучшение качества жизни населения (создание условий для благополучия и здоровья человека);
- развитие здравоохранения, физической культуры и спорта.

Для сравнения скажем, что объём рынка жизненно необходимых и важнейших лекарственных препаратов (ЖНВЛП) в 2012 году оценивался в 255,6 млрд. рублей и включал 563 позиции лекарственных препаратов.

Согласно ФЦП «ФАРМА 2020», к 2020 г. планируется достичь следующих показателей:

- ✓ доля лекарств российского производства в списке стратегически значимых лекарственных средств (СЛС) и ЖНВЛП должна составить 90%;
- ✓ доля отечественных лекарственных препаратов на фармацевтическом рынке в денежном выражении - 50%.

Создаваемое в регионе интегрированное Предприятие должно обеспечить к 2016 году бесперебойный выпуск фармацевтических субстанций и готовых лекарственных форм 140 медицинских препаратов, входящих в перечень важнейших лекарственных препаратов. К концу 2016 года планируется в Белгородской области организовать производство готовых лекарственных средств и субстанций в объеме 680 условных единиц и 50 т соответственно. Завод по производству фармацевтических субстанций и готовых лекарственных форм с общей ежегодной проектной мощностью не менее 680 условных единиц готовых лекарственных средств и 50 т субстанций будет построен на территории Терновского сельского поселения Яковлевского района [Соглашение №50 от 29 декабря 2012 г. «О сотрудничестве между Правительством Белгородской области и обществом с ограниченной ответственностью «Эдванс Трейдинг»].

В Стратегии помимо этого определен ряд регионов, в которых планируется создание кластеров фармацевтической промышленности, среди них, в частности, Волгоградская область. Таким образом, формирование фармацевтических кластеров в Российской Федерации является процессом, инициированным государством и реализуемым при участии и под контролем местных (региональных) и федеральных властей. Успешность данного процесса зависит от стартовых условий - присутствия в регионе фундаментальной науки, развития промышленного производства, наличия учебных заведений, систем дистрибуции и др.

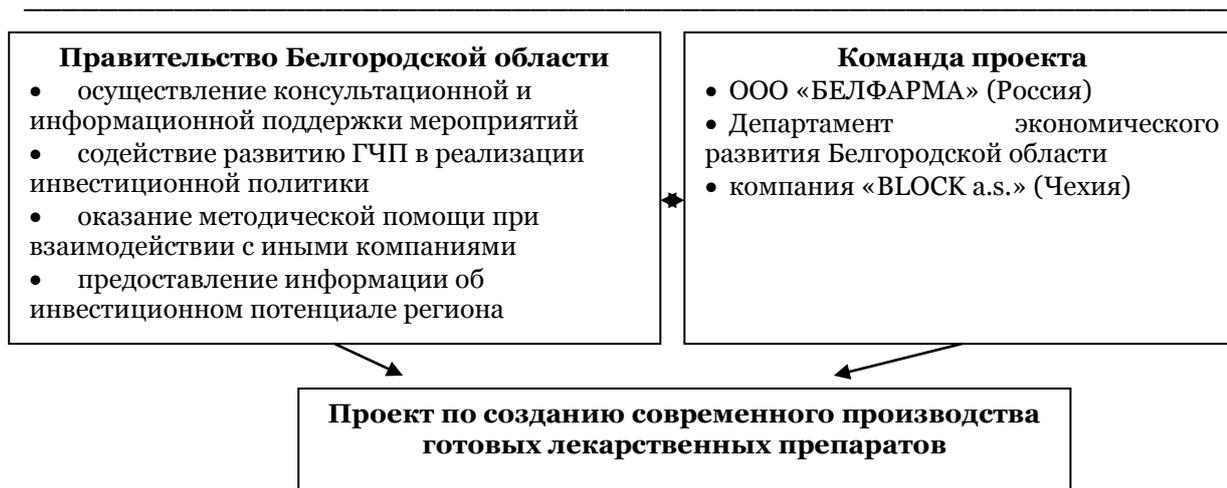


Рис. 1. Схема взаимодействия участников проекта

Fig. 1. Scheme of interaction of participants of the project

Волгоградская область имеет все необходимые предпосылки для реализации столь масштабного проекта. Научной базой для фармацевтической отрасли является Волгоградский государственный медицинский университет, объединяющий для фармакологических и фармацевтических исследований потенциал научных учреждений региона – НИИ Фармакологии Волгоградского государственного медицинского университета, Волгоградский исследовательский медицинский центр Администрации Волгоградской области, Научно–исследовательский институт гигиены, токсикологии и профпатологии, Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора. Волгоградский государственный медицинский университет, кроме того, является ведущим учебным заведением региона, обеспечивающим профессиональными кадрами лечебные и фармацевтические учреждения.



Рис.2. Общая схема координации деятельности участников фармацевтического кластера в Волгоградской области

Fig.2. The General scheme of coordination of activity of participants of the pharmaceutical cluster in the Volgograd region

Волгоградская область – один из важнейших промышленно–ориентированных регионов Юга России. Здесь химическая отрасль является одной из ведущих и представлена такими предприятиями, как ОАО «Каустик», ВОАО «Химпром», ОАО «Волжский оргсинтез» и другими. Несмотря на экономические и другие проблемы нынешнего дня, в регионе имеется исторически сложившаяся промышленная база для дальнейшего развития и роста. Существующая в Волгоградской области фармацевтическая компания ГУП «Волгофарм», обладающая развитой и известной у населения сетью аптек, позволяет на ее базе развить сеть дистрибуции. Таким образом, условия Волгоградского региона в значительной степени способствуют успешной реализации проекта по созданию здесь фармацевтического кластера. Бесспорно, наличие всех ключевых элементов чрезвычайно важно, однако успешная реализация и развитие фармацевтического кластера зависит также от правильного построения системы управления.

Одной из слабых сторон искусственно создаваемого, в отличие от стихийного кластера, является нескоординированность действий участников, что может быть скорректировано грамотным менеджментом, повышающим эффективность взаимодействия, и построением правильной архитектуры кластера. Сложность архитектуры кластера как системы организации скоординированной деятельности разноплановых предприятий не должно приводить к усложнению его органов управления (см. рис.2). При этом должна обеспечиваться объективность принятия управленческих решений. На наш взгляд, ядром фармацевтических кластеров могут выступать присутствующие в регионах научно–исследовательские учреждения, обеспечивающие инновационный компонент кластера. А центром координации усилий участников фармацевтических кластеров должны стать специальные управленческие структуры. Данная задача является на сегодняшний момент наиболее сложной, нерешенной и актуальной.

Систему управления кластером можно рассматривать как операционную систему, которая ответственна за распределение заданий, ресурсов, коммуникаций, сроков выполнения заданий и их критериальной оценки, предполагая, однако, что определенное количество проектов может реализовываться параллельно [Соболев, 2102].

Описанный кластерный механизм является не только мощным инструментом для стимулирования межрегионального взаимодействия по производству лекарственных препаратов, но и средством достижения целей региональной промышленной политики (структурных изменений, повышения конкурентоспособности, усиления инновационной направленности и пр.). Формирование межрегионального фармацевтического кластера позволит создать в России новую высокотехнологичную отрасль промышленности, что будет способствовать модернизации экономики страны в целом.

Список литературы

References

Стратегия развития фармацевтической промышленности Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный режим]. - Режим доступа: <http://www.pharm-medexpert.ru/pharma2020.php>.

The strategy of development of the pharmaceutical industry of the Russian Federation for the period to 2020 [Electronic resource]. - Access mode: <http://www.pharm-medexpert.ru/pharma2020.php>.

Соболев А.В. 2012. Основные характеристики, особенности формирования региональных кластеров фармацевтической отрасли. Научные ведомости Белгородского государственного университета, № 19(138), вып.24/1: 67-68.

Sobolev A.V. 2012. Basic characteristics, formation of regional clusters pharmaceutical industry. Belgorod State University Scientific Bulletin, № 19(138), 24/1.: 367-68.

Соглашение №50 от 29 декабря 2012 г. «О сотрудничестве между Правительством Белгородской области и обществом с ограниченной ответственностью «Эдванс Трейдинг».

Agreement #50 29.12.2012 «Cooperation between the government of the Belgorod region and company «Advans Traiding»».



УДК 332.025

РОЛЬ СОЦИАЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ БИЗНЕСА В РЕГИОНАЛЬНОМ РАЗВИТИИ

THE BUSINESS SOCIAL RESPONSIBILITY ROLE IN THE REGIONAL DEVELOPMENT

О.А. Игумнов

O.A. Igumnov

*Московский педагогический государственный университет, Россия, 119571,
г. Москва, пр. Вернадского, д. 88
Moscow State Pedagogical University, 88 Vernadskiy pr., Moscow, 119571, Russia*

E-mail: oleg_igumnov@mail.ru

Аннотация. В статье исследуются проблемы повышения социального благополучия в российских регионах. Концепции социальной ответственности бизнеса рассматриваются в контексте эффективного регионального развития и инвестиций в человеческий капитал. Социальная ответственность бизнеса рассматривается с институциональной точки зрения как один из важных факторов эффективности и устойчивости социально-экономического развития региона.

Resume. The problems of increasing social welfare in Russia regions are investigated in the article. The concept of corporate social responsibility in the context of effective regional development and investment in human capital which is the most important factor of effective and sustainable socio-economic development of regions is considered. The business social responsibility is considered from the institutional point of view.

Ключевые слова: социальная ответственность бизнеса, региональное развитие, человеческий капитал, социальные инвестиции, устойчивость социально-экономического развития.

Key words: regional development, social responsibility, human capital, socio-economic development stability, social investments.

Введение

Обострение социальных проблем в России связано не только с последствиями глобального экономического кризиса, но и с неэффективностью социально-экономических реформ. Такая ситуация естественно обуславливает поиск новых путей и организационно-экономических инструментов достижения социального благополучия в обществе. Одним из таких способов должно стать активное развитие социальной составляющей бизнеса, так как организации, занимающиеся предпринимательской деятельностью, обязаны нести определенную ответственность перед обществом (социумом) в процессе развития которого они и появились. Актуальность этого для современной России возрастает по мере развития условий свободной рыночной экономики.

Объектом исследования выступает социально-экономическое развитие региона. Предмет исследования – социальная ответственность бизнеса как фактор региональной социальной политики.

Результаты исследований

Основные вопросы, связанные с ролью бизнеса в развитии общества, представлены в концепциях социальной ответственности бизнеса (или корпоративной социальной ответственности), получивших сегодня свою интерпретацию в трех основных направлениях.

Согласно монетаристским воззрениям существует одна и только одна социальная ответственность бизнеса: использовать свои ресурсы и энергию в действиях, ведущих к увеличению прибыли, пока это осуществляется в пределах правил игры. На этой основе в семидесятых годах прошлого столетия были сформированы принципы «корпоративного эгоизма», предполагающие социальную ответственность бизнеса как обеспечение экономических и финансовых интересов собственников и получение компаниями высокой прибыли.

Другой трактовкой социальной ответственности бизнеса является концепция «корпоративного альтруизма». Данный подход к интерпретации социальной ответственности бизнеса прямо противоположен монетаристскому подходу и принадлежит Комитету по

экономическому развитию США. В рекомендациях этого комитета указывалось, что корпорации обязаны вносить значительный вклад в улучшение качества американской жизни. Другими словами, ответственность бизнеса перед социумом в данной интерпретации трактуется расширительно. Поэтому, помимо конкретных социальных обязательств бизнеса сюда же включается участие в различных благотворительных и социальных проектах. Стоит заметить, что в этом случае компания (как бизнес-организация) рассматривается в качестве социальной общности, в рамках которой происходит сотрудничество собственников компании с менеджерами, поставщиками и персоналом, а также потребителями и представителями общественности. В результате данное эффективное сотрудничество и выражается в социальной ответственности.

Третий подход к интерпретации социальной ответственности бизнеса нашёл свое выражение в концепции «разумного эгоизма». Данная теория рассматривает действия бизнеса по реализации социальных программ как долгосрочные инвестиции, формирующие в долгосрочном периоде времени благоприятную социальную среду для своих работников и территорий своей деятельности, тем самым создавая условия для успешного и стабильного развития. В подобной интерпретации социальная ответственность бизнеса вписывается в теорию рационального поведения экономических агентов. При этом бизнес представляет собой просто «хороший бизнес», заботящийся о социуме, поскольку это помогает уменьшить долгосрочные потери прибыли и, следовательно, увеличить ее саму.

В целом, социальная ответственность бизнеса как явление носит очень противоречивый характер, имеет многочисленных сторонников и критиков. Так социальная ответственность бизнеса есть не что иное, как проявление организациями заинтересованности в обеспечении интересов общества. При этом организации (бизнес) берут на себя часть ответственности за влияние своей деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров, местное общество и прочие заинтересованные стороны, а также на окружающую среду. Содержание такой ответственности выходит за рамки, устанавливаемые законодательством, и предполагает, что организации добровольно принимают дополнительные меры для повышения качества жизни работников и их семей, а также местного сообщества и общества в целом.

Сторонники социальной ответственности бизнеса придерживаются точки зрения, что существует прочное экономическое обоснование социальной ответственности, которая в свою очередь приносит многочисленные преимущества бизнесу от того, что он работает на более широкую и продолжительную перспективу, чем в ситуации извлечения полной, но сиюминутной и краткосрочной прибыли. Критики же утверждают, что социальная ответственность в бизнесе способствует отвлечению ресурсов от основной фундаментальной экономической роли бизнеса.

При этом одними доказывается, что социальная ответственность представляет собой не что иное, как приукрашивание суровой действительности. Другими же ведется дискуссия о том, что социальная ответственность бизнеса – это попытка заместить роль государства в вопросах улучшения уровня жизни населения и выравнивания социальных диспропорций через перераспределительные механизмы.

Обобщая имеющиеся научные исследования и практический опыт в зависимости от степени развитости национальной экономики или экономики региона, можно выделить следующие модели социального партнерства:

1. социальный диалог, представляющий собой социально-экономическую категорию, характеризующуюся отношениями между предпринимателями и наемными работниками по поводу отношений собственности и обмена материальных благ;

2. трипартизм, представляющий собой социально-экономическую категорию, характеризующуюся отношениями между органами государственной власти, предпринимателями и наемными работниками по поводу отношений собственности и обмена материальных благ;

3. «новый трипартизм» (или концепция корпоративного гражданства, получившая широкое распространение уже в конце 1990-х гг.), основан на развитии конструктивных отношений с так называемыми стейкхолдерами (*stakeholders*), т.е. с гражданами, сообществами и организациями, в той или иной мере причастными в деятельности корпораций. Причем эти отношения функционируют и на муниципальном, и на отраслевом, и на общегосударственном уровне. Частным случаем трипартизма является так называемое межсекторное социальное партнерство, связанное с деятельностью некоммерческих организаций.

Теоретическую и методологическую основу исследования социального партнерства составляют положения институциональной теории, которая исходит из социальной обусловленности экономической деятельности людей, что определено самим содержанием понятия «институт». Такой подход позволяет выявить роль социального партнёрства в региональной социально-экономической политике.

Понятие «институт» употребляется в данном контексте в классической трактовке институционализма, а именно как:

1. разработанные людьми формальные (законы, конституции) и неформальные (договоры и добровольно принятые кодексы поведения) ограничения, факторы принуждения, структурирующие их взаимодействие, а также набор правил и процедур соответствий, моральное и этическое поведение индивидуумов в интересах максимизации дохода (подход Д. Норта);

2. коллективное действие по контролю, освобождению и расширению индивидуального действия (подход Дж. Коммонса), обусловленное формальными и неформальными правилами и процедурами поведения;

3. устойчивые, функциональные, организационные символические единицы общества, несущие его нормативно-ценностные и культурные характеристики (подход В.В. Зотова), деятельность которых регламентирована формальными и неформальными правилами и процедурами поведения;

4. структурные формы социально-экономических трансакций между людьми, группами и сообществами в рамках принятых в обществе ограничительных правил, регламентирующих взаимоотношения между людьми, группами и сообществами.

Социальное партнёрство, как феномен экономической активности организованных групп людей, в соответствии с приведенными выше подходами к понятию «институт», естественным образом отвечает базовой категории институционализма. Взаимосвязь субъектов и институтов, формирующих устойчивые предпосылки экономического роста региона в системе социального партнерства в странах с развитой рыночной экономикой, представлена на рис. 1.

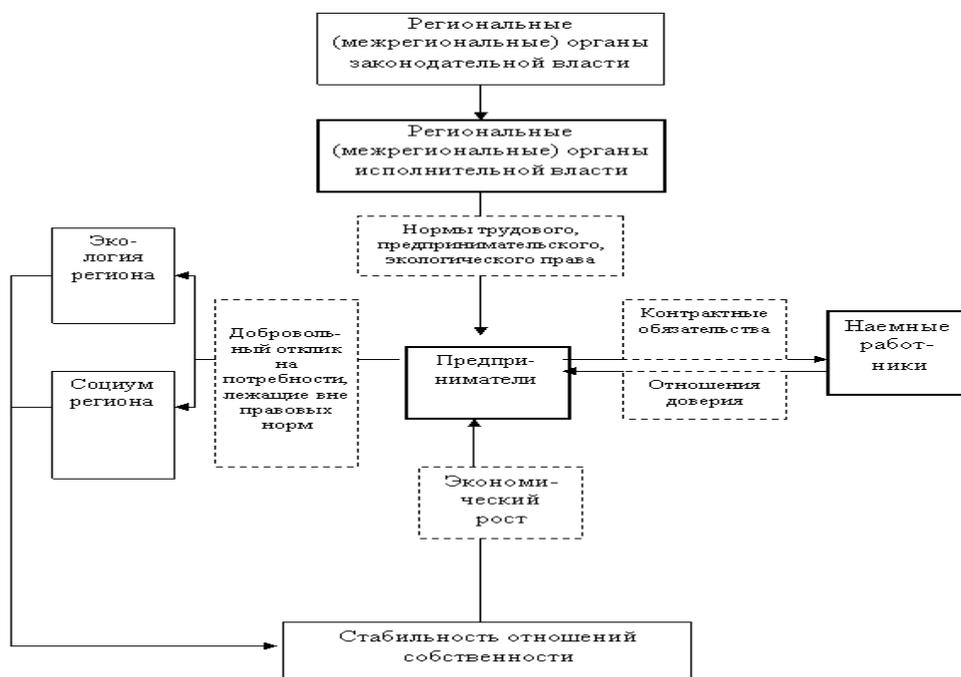


Рис.1. Структурная схема институциональных связей в поле социальной ответственности бизнеса на региональном уровне [Хаванова, 2007]

Fig.1. Structural scheme of institutional linkages in the field of business social responsibility at the regional level

Понятие социальной ответственности бизнеса в России стало появляться в ходе трансформации командно-административной экономики в рыночную. Данный процесс происходил на фоне приватизации множества предприятий и изменений в социальной инфраструктуре, принадлежащей приватизируемым предприятиям. Здесь исследователями выделяется несколько этапов в отношении социальной инфраструктуры со стороны владельцев приватизированных предприятий:

- 1990-1998 гг. – стихийный и неконтролируемый процесс выбытия социальных объектов инфраструктуры из собственности предприятий, что привело к значительному уменьшению численности единиц социальной инфраструктуры предприятий. При этом более 60% объектов социальной инфраструктуры перешло из собственности предприятий в муниципальную собственность;
- 1998-2000 гг. – послекризисный период, характеризующийся переходом большинства бизнес-структур к разработке долгосрочных стратегий развития. Это способствовало пересмотру приоритетов извлечения краткосрочной прибыли от сбрасывания социальных объектов в пользу долгосрочной выгоды от ее использования. В итоге отток объектов подобного характера из частной собственности значительно замедлился;
- с 2000 года по настоящее время – оптимизация профильной деятельности объектов социального назначения, находящихся в частной собственности в значительных масштабах. При этом использование социальных объектов стало рассматриваться предприятиями в рамках реализации осознанной социальной политики. Все большую актуальность стали приобретать вопросы социальной ответственности [Шишкин, 2005].

Основным принципом социальной ответственности бизнеса является его направленность на улучшение социума (борьба с бедностью, улучшение здоровья, защита окружающей среды). При этом одним из принципов, свойственных практически любому проявлению социальной ответственности бизнеса, является бесплатность этого проявления, что заключается либо в высоких издержках производства, либо в низких доходах работников и акционеров, либо и в том, и в другом одновременно.

Кроме того, социальная ответственность подразумевает, что менеджмент компаний не только понимает основные направления решения социальных вопросов для того, чтобы сделать мир лучше, но и прекрасно знает, каким способом этого можно достичь. Но если учесть, что целью этого менеджмента является извлечение прибыли путем профессионального управления компанией, то становится неясным, какую роль в этом процессе играет социальное обеспечение. Поэтому допущение о том, что менеджмент компании проявляет профессиональные знания не только в управлении компанией, но и в социальном обеспечении, является выходящим, в определенной части, за рамки экономических отношений и мотивов.

На рис. 2 показаны основные цели реализации стратегии компании в области социальной ответственности бизнеса. Данные были получены на основании исследований, проведенных независимой общественной организацией «Ассоциация Менеджеров» в 2008 году.



Рис. 2. Основные цели реализации стратегии компании в области социальной ответственности бизнеса [Благов и др., 2008]

Fig. 2. The main objectives of the implementation of the company strategy in the field social responsibility of business

Как видно, основной целью большинства опрошенных компаний стало «получение долгосрочных конкурентных преимуществ» (83% респондентов); «поддержание репутации в среднесрочной перспективе» является наиболее актуальным для 54% участников опроса, 40% респондентов ответили, что для них основной целью реализации стратегии социальной ответственности является «снижение рисков нанесения ущерба заинтересованным сторонам в краткосрочной перспективе». Примечательно, что определение основной цели как «получение

долгосрочных конкурентных преимуществ» практически не зависит от принадлежности компании к определенному сектору. Однако в компаниях, ориентированных на предоставление услуг, проявляется большая ориентация на «поддержание репутации в среднесрочной перспективе» (32% против 29% в сырьевом и перерабатывающем секторах), при низкой ориентации на «снижение рисков нанесения ущерба заинтересованным сторонам в краткосрочной перспективе».

Таким образом, социальная ответственность бизнеса представляет собой, в известном смысле, философию поведения и концепцию выстраивания деловым сообществом и отдельными менеджерами основной и дополнительной общественно-значимой деятельности.

При этом социальная ответственность бизнеса не является и не может рассматриваться в качестве некоей операционной, жестко и однозначно регламентированной сферы деятельности. Именно поэтому социальную ответственность бизнеса можно трактовать и как стиль деловой активности, принятый бизнесменами добровольно и оказывающий значимое влияние на процесс принятия ими стратегических и тактических решений по развитию бизнеса с учетом интересов всех заинтересованных сторон.

Конкретная социальная проблема становится важной, если сформировалась потребность и/или частный интерес (выгода) совершить какое-либо действие (бизнес-процесс) социального характера. На наш взгляд, именно это условие актуализирует разработку концептуальных основ формирования и развития механизма мотивации потребности в социальной ответственности.

Социальная стратегия компании исходит из миссии организации, поэтому не может отличаться от общей бизнес-стратегии, от производственной, кадровой и финансовой политики. Бизнес действует как единый организм, все бизнес-функции сводятся воедино, подчиняются одной цели. В частности, существует прямая связь между операционными и непроизводственными инвестициями: первые повышают статус компании, её конкурентоспособность и усиливают инвестиционную привлекательность, вторые – формируют устойчивую среду бизнеса, опосредуют «здоровый» прагматизм. Рыночная стоимость прирастает не только материальными, но и нематериальными активами [Гринберг, 2006].

Любой бизнес-процесс достигает оптимальных проявлений лишь в случае его осуществления на основе эффективного механизма мотивации. Мотивация определяется как внешнее или внутреннее побуждение экономического субъекта к деятельности во имя достижения какой-либо цели, наличие интереса к такой деятельности, а также совокупных способов инициирования, побуждения такого интереса.

Прагматические мотивы участия в жизни общества рассматриваются бизнесом как базовые и необходимые, и одновременно обозначают моральные побуждения – «порыв души» (сопереживание), «память о прошлом» (руководители бывших советских предприятий), «делиться надо», «служить отечеству» (патриотизм). Моральная мотивация присутствует в иерархии побуждений, но решающую роль играет оценка риска и прямых потерь от упускаемых возможностей в профильной (операционной) бизнес-деятельности [Чирикова, Шишкин, 2005].

Мотивация состоит в том, что долгосрочная прибыльная бизнес-деятельность определяется выбором такой её ориентации (миссии), которая, прежде всего, отвечает мотиву достижения достаточных темпов роста прибыли, позволяющих равнозначно наращивать социальный потенциал предприятия, а признание приоритетными других мотивов может привести к существенному сокращению конкурентных преимуществ. Этот подход отражает сущность предпринимательства как процесса, соединяющего материально-коммерческое и идеально-творческое начала и признающего социально-экологическую ответственность за последствия роста и развития как приоритетную.

Необходимо сформулировать методологию развития интерактивных методов стимулирования социальных инвестиций бизнеса.

Первым шагом в решении этой задачи является анализ системообразующих факторов мотивации обеспечения требуемого уровня с выделением подлежащих внутреннему контролю и государственному регулированию.

Вторым шагом, по нашему мнению, должна являться разработка системы регионального мониторинга социальной ответственности бизнеса для целей эффективного управления и протекционизма, поддержки и партнёрства в отношении лучших предпринимателей. Бизнес имеет право на выдвижение встречных требований, на поиск компромиссных решений, балансирующих разные интересы:



- регион нормирует, регламентирует, экономически принуждает, контролирует;
- общество формирует нравственную среду, морально-психологический климат, адекватное потребительское поведение;
- бизнес инициативно с максимальным привлечением собственных средств, подкреплённых инструментами государственно-общественного протекционизма, реализует социально значимые инновации.

Механизм, с помощью которого формируются достаточные в краткосрочном периоде внешние воздействия и условия рентабельного производства, определяется как мотивационный. Важное место в нём занимают ожидания и притязания товаропроизводителей, их оценка вероятности наступления определённых последствий и соответствия затраченных усилий полученному результату. Прагматическая мотивация реализуется в стремлении средствами социальной политики обеспечить воспроизводство необходимых бизнесу кадровых ресурсов, добиться от власти необходимых ему политических решений, доступа к ресурсам, желанием сформировать позитивный имидж и общественное мнение.

Одной из основных форм проявления социальной ответственности бизнеса являются социальные инвестиции. Социальные инвестиции проявляются в финансовой форме или форме иной ресурсной помощи, оказываемой организациями в ходе реализации долгосрочных и, как правило, совместных партнерских программ, направленных на снижение социального напряжения в регионах присутствия организации и повышения уровня жизни различных слоев общества. Кроме того, к социальным инвестициям можно отнести участие компании в профессиональных ассоциациях и бизнес-объединениях, которые содействуют развитию бизнеса.

Основными способами и методами финансирования компаниями социальных программ являются гранты, спонсорство, добровольное участие сотрудников, товарное возмещение, членские взносы и др.

В таблице представлена информация о структуре корпоративных социальных инвестиций российского бизнеса. Очевидна возросшая диспропорция структуры корпоративных социальных инвестиций, адресованных различным заинтересованным сторонам – внутренним (развитие персонала, охрана здоровья и безопасные условия труда) и внешним (вложения в природоохранную деятельность и ресурсосбережение, поддержка местного сообщества, добросовестная деловая практика в отношении потребителей и деловых партнеров). При этом тенденция к росту внутренних инвестиций над внешними прослеживается уже давно.

Таблица
Table

**Структура корпоративных социальных инвестиций российского бизнеса
в 2003 - 2008 гг., %***
**Structure of corporate social investments of Russian business
in 2003 – 2008, %**

Направления инвестиций	Годы		
	2003	2007	2008
Развитие персонала	44,0	48,7	43,6
Природоохранная деятельность и ресурсосбережение	21,0	19,0	14,1
Местное сообщество	9,0	14,1	10,8
Здоровье работников, охрана труда и производственная безопасность	9,0	10,2	14,5
Добросовестная практика (агрегированный показатель)	5,0	-	-
Добросовестная деловая практика в отношении потребителей	-	6,9	7,8
Добросовестная деловая практика в отношении партнеров	-	1,1	0,9
Прочее	12,0	-	8,3

*составлено автором на основе данных Ассоциации менеджеров



Социальные инвестиции бизнес-организаций можно рассматривать как инвестиции в человеческий капитал. Теория человеческого капитала предполагает, что полезные человеческие способности являются своеобразным проявлением капитала. В современной экономической теории существует значительное множество подходов к интерпретации категории «человеческий капитал». Под человеческим капиталом в узком смысле понимаются его знания, так как именно они несут в себе источник будущего удовлетворения потребностей и источник будущих заработков. В широком смысле данная категория раскрывается через инвестиции, вложенные в человека путем осуществления затрат на образование, охрану здоровья, миграцию и прочие услуги [Скаржинская, 2002].

В ряде работ, посвященных человеческому капиталу, он определяется в качестве особого вида капиталовложений, совокупности затрат на развитие воспроизводственного потенциала человека, повышение качества и улучшение функционирования рабочей силы. В состав объектов человеческого капитала обычно включают знания общеобразовательного и специального характера, навыки, накопленный опыт и т.п. [Маренков, 2006].

Однако на фоне множества существующих на сегодняшний день трактовок человеческого капитала, наиболее полно характеризует данную категорию функциональный подход. Он заключается в том, что явление толкуется не только на основании его внутреннего устройства, но и в аспекте его функциональных свойств.

В данном случае человеческий капитал понимается как целенаправленно используемый человеком в различных сферах накопленный запас различных навыков, знаний, способностей, способствующий росту производительности труда и производства.

При этом важную роль играет их использование с целью повышения доходов (заработков) работника, что в конечном итоге выступает стимулом к увеличению нового запаса навыков, знаний и способностей через вложения в здоровье, образование и пр.

Инвестициями в человеческий капитал являются любые действия, конечная цель которых заключается в повышении производительности человеческого труда. Следовательно, расходы на поддержание здоровья, получение более высокого уровня образования (общего и специального), расходы на поиск работы, профессиональную производственную подготовку, а также затраты на миграцию, рождение и воспитание детей, поиск экономически значимой информации о ценах и заработках – это все является расходами или инвестициями в человеческий капитал.

При этом инвестиции в человеческий капитал имеют ряд особенностей, которые отличают их от прочих видов инвестиций:

- отдача от инвестиций определяется сроком службы человеческого капитала, зависящего от продолжительности периода активной трудовой деятельности;
- человеческий капитал имеет свойство приумножаться и накапливаться, невзирая на процесс физического и морального износа;
- по мере приумножения и накопления человеческого капитала, доходность от его использования будет повышаться только до момента окончания периода активной трудоспособной деятельности;
- характер и виды вложений в человека обусловлены историческими, национальными и культурными особенностями и традициями;
- инвестиции в человеческий капитал являются довольно выгодными как для отдельного человека, так и для общества в целом [Кендрик, 1998].

Одним из основных источников инвестиций в человеческий капитал являются социальные инвестиции компаний, которые осуществляются в рамках концепции социальной ответственности бизнеса.

Таким образом, принимая во внимание теорию инвестиций в человеческий капитал, концепция социальной ответственности бизнеса в региональных масштабах может интерпретироваться как долгосрочные инвестиции бизнеса в одну из наиболее важных составляющих производственного капитала – человеческие ресурсы.

При этом следует понимать, что практически любая деятельность компании (укладывающаяся в рамки концепции социальной ответственности бизнеса) может расцениваться как инвестиции в человеческий капитал. Однако степень влияния и эффективность этой деятельности зависят от принятых критериев оценки. Так в региональном контексте наиболее важным оценочным критерием является степень эффективности деятельности, направленной на развитие, накопление и приумножение человеческого капитала региона. Ведь именно человеческий капитал является наиболее важным элементом эффективного и устойчивого социально-экономического развития территории. При этом сами

компания в конечном итоге получают высокообразованный и здоровый персонал, мотивированный к активной трудовой деятельности.

На рис. 3 представлена схема социально-экономического развития региона в контексте концепции социальной ответственности бизнеса.

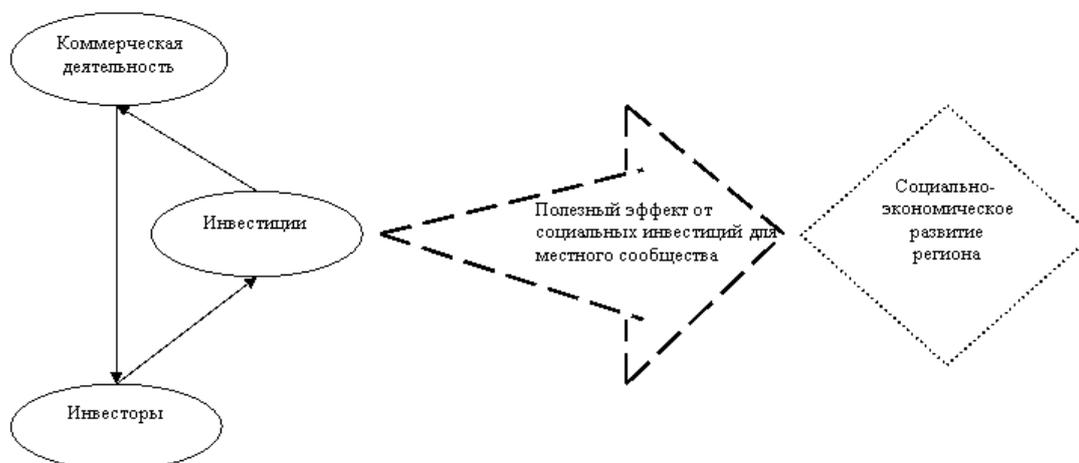


Рис. 3. Социальная ответственность бизнеса как фактор социально-экономического развития региона

Fig. 3. Corporate social responsibility as a factor socio-economic development of the region

Любой бизнес создается для извлечения прибыли, но он реализуется в определенной среде и при определенных обстоятельствах. Если компания, занимаясь коммерческой деятельностью, при этом осуществляет социальные инвестиции, например, инвестирует средства в повышение квалификации собственного персонала, в повышение уровня здоровья, то она способствует увеличению человеческого капитала собственного производства. В результате этого в производство могут быть внедрены новые технологии, возникнуть менее затратные производственные процессы, снизиться издержки производства. Все это приведет к увеличению рентабельности производства.

В итоге компания станет более привлекательной для инвесторов, что будет способствовать дальнейшему развитию компании. За этим могут последовать социальные инвестиции, направленные на развитие человеческого капитала не только собственного производства, но и местного сообщества в целом (например, с целью формирования положительного имиджа компании и стимулирования спроса на выпускаемую продукцию). Следовательно, данные действия компании могут привести к росту положительного эффекта, получаемого местным сообществом. В том случае, если данный положительный эффект будет проявляться в форме инвестиций в человеческий капитал, это будет способствовать устойчивому росту темпов социально-экономического развития региона.

Эффективность социально-экономического развития российских регионов в современных условиях может быть существенно повышена за счет посредством повышения степени социальной ответственности бизнеса. При этом в региональной политике следует предусматривать меры по интеграции трех процессов:

- развития социальной ответственности бизнеса как системного элемента стиля деловой активности, принимаемого бизнесом добровольно и оказывающего значимое влияние на процесс принятия стратегических и тактических решений по использованию ограниченных производственных ресурсов;
- повышения функциональной роли человеческого капитала в процессах формирования конкурентоспособности регионов в условиях глобальной конкуренции и перехода к экономике знаний;
- усиления мотивации для социальных инвестиций со стороны частных бизнес-структур, которые посредством развития человеческого капитала создают предпосылки для роста размеров получаемой прибыли в долгосрочном периоде.

Интеграция отмеченных процессов позволит активно и эффективно использовать фактор социальной ответственности бизнеса в региональном развитии.



Список литературы
References

- Гринберг Р.С. 2006. Экономическая эффективность предпринимательства и социальная ответственность фирмы. Общество и экономика, № 6: 9-15.
- Grinberg R.S. 2006. Ekonomicheskaya effektivnost' predprinimatel'stva i sotsial'naya otvetstvennost' firmy. Obshchestvo i ekonomika, № 6: 9-15.
- Благов Ю.Е., Литовченко С.Е., Иванова Е.А. 2008. Доклад о социальных инвестициях в России – 2008. М.: Ассоциация Менеджеров, 2008.
- Blagov Yu.E., Litovchenko S.E., Ivanova E.A. 2008. Doklad o sotsial'nykh investitsiyakh v Rossii – 2008. M.: Assotsiatsiya Menedzherov, 2008.
- Скаржинская Е.М. 2002. Микроэкономический анализ индивидуального обмена, Кострома: КГУ, 49-52.
- Skarzhinskaya E.M. 2002. Mikroekonomicheskii analiz individual'nogo obmena. Kostroma: KGU, 49-52.
- Хаванова Н.В. 2007. Институциональные основы развития социального партнёрства в регионе. Автореф. дисс. ... докт. экон. наук. М., 48.
- Khavanova N.V. 2007. Institutsional'nye osnovy razvitiya sotsial'nogo partnerstva v regione. Avtoref. diss. ... dokt. ekon. nauk. M., 48.
- Чирикова А.Е., Шишкин С.В. 2006. Власть и бизнес на поле социальной политики: региональная проекция. Общество и экономика. № 1: 105-116.
- Chirikova A.E., Shishkin S.V. 2006. Vlast' i biznes na pole sotsial'noy politiki: regional'naya proektsiya. Obshchestvo i ekonomika. № 1: 105-116.
- Шишкин С.В. 2005. Бизнес как субъект социальной политики: должник, благодетель, партнер?. М.: ГУ-ВШЭ.
- Shishkin S.V. 2005. Biznes kak sub"ekt sotsial'noy politiki: dolzhnik, blagodetel', partner?. M.: GU-VShE.
- Маренков Н.Л. 2006. Инновации, интеллект и качество жизни в России. М.: Наука, Флинта, 143.
- Marenkov N.L. 2006. Innovatsii, intellekt i kachestvo zhizni v Rossii. M.: Nauka, Flinta, 143.
- Кендрик Дж. 1978. Совокупный капитал США и его формирование. М.: Прогресс.
- Kendrik Dzh. 1978. Sovokupnyu kapital SShA i ego formirovanie. M.: Progress.

УДК 332.12

**КОМПЛЕКСНЫЙ ИНДИКАТИВНЫЙ АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ
МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ****COMPREHENSIVE ANALYSIS OF SAFETY INDICATIVE OF
SOCIAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT OF MUNICIPALITIES****Е.А. Орехова, А.В. Плякин, Л.Р. Кузьмина
E.A. Orekhova, A.V. Plyakin, L.R. Kuzmina***МБОУ ВПО «Волжский институт экономики, педагогики и права», Россия, 404111, г. Волжский, ул. Советская, 6**Волжский гуманитарный институт (филиал) ФГАОУ ВПО «Волгоградский государственный университет», Россия, 404133, г. Волжский, ул. 40 лет Победы, 11**Volzhsky Institute of Economics, Pedagogy and law, 6, Sovetskaya St., Volzhsky, 404111, Russia
Volzhsky institute of humanities (branch) Volgograd State University, 11, St. 40 years of Victory, Volzhsky, 404133, Russia**E-mail: eorekhova@mail.ru, aplyakin@mail.ru*

Аннотация. В статье обсуждаются свойства социально-экономического развития муниципального образования - конкурентоспособность, устойчивость, безопасность (КУБ), которые являются функцией его системных характеристик: экономического потенциала, экономической активности, качества жизни. По мнению авторов, высокие стандарты качества жизни (труда, образования, медицинского обслуживания, отдыха, воспитания) и высокая экономическая активность обеспечивают приемлемый уровень защиты муниципалитета от внешних и внутренних угроз экономического и иного характера. Комплексный (интегрированный) подход к обеспечению безопасности развития муниципальных образований является более предпочтительным, поскольку в результате его реализации будут достигнуты максимально полный учет и объективная оценка КУБ - развития. С позиции эволюционно-генетического подхода обоснована система индексов безопасности развития муниципального образования, включающая 12 исходных и 24 относительных показателей качества жизни населения и экономической активности, позволяющих перейти к комплексной (интегрированной) оценке безопасности социально-экономического развития муниципалитета.

Resume. The paper discusses the properties of the socio-economic development of the municipality (competitiveness, sustainability, safety, etc.), which are a function of its system characteristics, including economic potential, economic activity, the quality of life. According to the authors, the high standards of quality of life (work, education, medical care, recreation, education) and high economic activity provide an acceptable level of protection of Community internal and external economic and other threats. A comprehensive approach to security community development is more preferred. This is due to the fact that as a result of its implementation will be achieved most comprehensive accounting and objective assessment of the economic development. From the perspective of evolutionary-genetic approach grounded system safety indexes of the municipality, including 12 initial and 24 relative indicators of quality of life of the population and economic activity. On this basis, it can be integrated safety assessment of socio-economic development of the municipality.

Ключевые слова: муниципальное образование, муниципальная экономика, экономическая безопасность, социально-экономическое развитие, индикативный анализ, геоинформационная система, дистанционное зондирование Земли.

Key words: municipality, municipal economy, economic security, social and economic development, an indicative analysis, geographic information system, remote sensing.

Введение

Индикативная оценка состояний безопасности муниципальных образований, основанная на сопоставлении формализованных показателей-индикаторов-индексов, объективно востребована сегодня практикой стратегического управления муниципальным социально-экономическим развитием. Показатели, характеризующих текущее состояние безопасности развития муниципального образования, а также их пороговые значения должны учитывать специфику экономики и социальной сферы каждого городского округа, сельского поселения, муниципального района. Выбор показателей должен быть теоретически обоснован и логически встроен в систему индексов, объективно характеризующих состояние безопасности



муниципалитета. Безопасность, трактуемая в широком смысле как отсутствие опасности, защита от опасности, применительно к муниципальному развитию обретает вполне определённое содержание, а именно - отсутствие во внешней и внутренней среде угроз политического, социального, экономического, экологического, правового, информационного и т.п. характера.

В имеющихся научных публикациях описываются разные аспекты безопасности муниципальных образований: экономический, экологический, общественный (социальный), правовой, информационный и др. [Силина, 2014; Мингалаева, Наумов, 2011; Грязев, 2008; Клиименков, 2009]. Однако в их перечне следует выделить те публикации, в которых особое внимание уделено реализации комплексного (интегрированного) подхода к исследованию и решению проблем обеспечения безопасности муниципального развития, содержанием которого является максимально полный учет и оценка ключевых свойств-признаков социально-экономического развития: конкурентоспособности, устойчивости и безопасности (КУБ - развития). Без одновременного учета этих составляющих любая оценка безопасности, устойчивости и конкурентоспособности муниципального развития будет неполной.

Взаимообусловленность категорий "устойчивое развитие" и "экономическая безопасность" неслучайно оказалась в поле внимания исследователей, отмечающих, что система индикаторов должна носить интегрированный характер, одновременно сочетая в себе показатели, характеризующие как устойчивое развитие, так и экономическую безопасность, адаптируясь к муниципальному уровню [Малютина, 2014]. При этом указывается, что процессы экономической безопасности на местном уровне ещё не нашли должного внимания, а единая система индикаторов безопасности не сформирована.

Результаты исследований

Категорию "экономическая безопасность муниципалитета" следует определять как состояние *устойчивости* экономического сектора муниципального образования, обеспечивающее его социально-экономическое развитие в рамках национальной политики под воздействием внутренних и внешних экономических угроз, достигаемое за счет реализации его внутреннего ресурсного потенциала и адекватного управления [Ганин О., Ганин И., 2015]. Исследователи указывают на необходимость дальнейшего определения качественных и количественных показателей *устойчивости* социально-экономического развития муниципальных образований, а также структуризации и "оцифровки" показателей ресурсного потенциала территории, тем самым подчеркивая взаимообусловленность безопасности, устойчивости и *ресурсной обеспеченности* муниципального развития. Последнее утверждение свидетельствует о комплексном содержании экономической безопасности и её очевидной зависимости от ряда других факторов. Экономическую безопасность муниципального образования также предлагается определять как совокупность внутренних и внешних условий, благоприятствующих эффективному росту муниципальной экономики, обеспечивающих *конкурентоспособность* муниципального образования на внешних рынках, гарантирующих защиту его экономической сферы [Асанов, 2012].

Вместе с этим, некоторые исследователи, выделяя перечень проблем обеспечения безопасности развития муниципальных образований утверждают, что общественная безопасность, производственная инфраструктура, достойный уровень оплаты труда, *определяют* общий уровень и качество жизни населения муниципального образования [Ильичёв, Богмацера, Переверзев, 2014]. По нашему мнению, последнее утверждение требует уточнения и корректировки, поскольку не достигнутый уровень общественной, производственной и личной безопасности определяет качество жизни населения, а наоборот, существующее качество жизни (и не только оно) определяет возможный уровень безопасности муниципального образования. Поясним суть этого феномена с позиции системных представлений о муниципальном развитии.

Безопасность, наряду с устойчивостью, конкурентоспособностью и др., являются *свойствами социально-экономического развития* муниципального образования как социально-экономической системы локального уровня. Качество жизни, так же как и экономическая активность и экономический потенциал, являются *характеристиками муниципального образования*. Так, экономический потенциал характеризует количественное состояние элементов и подсистем муниципального хозяйства (трудовые ресурсы, природные ресурсы, средства производства, объекты транспортной, производственной, социальной инфраструктуры и др.); экономическая активность отражает интенсивность экономических связей на территории муниципалитета (трудовая занятость населения, экономическая деятельность организаций, потребление благ и услуг, информационный обмен и др.); качество жизни, обнаруживающееся в совокупности свойств составляющих муниципальное образование элементов и подсистем,



характеризует качественное состояние социальной сферы, труда, производства, образования, воспитания, окружающей среды и т.д. Получается, что *свойства развития* муниципального образования (безопасность, устойчивость, конкурентоспособность) являются *функцией* его системных характеристик (экономического потенциала, экономической активности, качества жизни), а не наоборот. Не высокий уровень безопасности определяет высокое качество жизни населения и экономическую активность, а высокие стандарты качества жизни (труда, образования, медицинского обслуживания, отдыха, воспитания) и высокая экономическая активность обеспечивают необходимый уровень защиты муниципалитета от внешних и внутренних угроз экономического, экологического, политического и иного характера.

Ранее уже высказывалась мысль о том, что представления о безопасности социально-экономического развития и пороговых значениях её индикаторов не могут быть однозначными, поскольку многомерность воспроизводственного процесса в регионе детерминирована совокупностью факторов: природно-ресурсным, экологическим, трудовым, информационным, производственно-технологическим и др. [Плякин А.В., Орехова Е.А., 2012]. Предлагаемая ниже точка зрения является очередной попыткой теоретического обоснования системы индикаторов безопасности муниципального развития на основе ключевых положений эволюционно-генетической теории факторов производства [Иншаков О.В., 2003].

По мнению авторов, безопасность муниципального развития (SCR^1) следует понимать как такое *состояние муниципальной социально-экономической системы, обеспечиваемое ростом качества жизни и экономической активности и не зависящее от внешних и внутренних угроз экономического, социально-политического, экологического и иного характера*. Следовательно, безопасность муниципального развития можно описать функцией **качества жизни населения** (QL) и его **экономической активности** (EA): $SCR = F(QL; EA)$. Система индикаторов безопасности, наряду с индикаторами конкурентоспособности и устойчивости, по нашему мнению, должна стать ключевой в реализации мониторинга муниципального развития, учитывая их тесную связь и очевидную взаимообусловленность.

Система индикаторов муниципальной безопасности может быть сформирована в соответствии с теоретическим представлением об эндогенном "ядре развития" хозяйственной системы и шести базовых факторах производства: человеческом (трудоём) (A), технико-технологическом (T), природно-ресурсном (M), институциональном (Ins), организационном (O) и информационном (Inf) [Иншаков О.В., 2003]. Указанные факторы определяют шестимерное состояние экономической активности, качества жизни населения и, следовательно, безопасности развития (Таб. 1).

Таблица 1
Table 1

**Факторная структура экономической активности EA
и качества жизни населения QL
The factor structure of economic activity EA
and quality of life QL**

Факторы производства	EA	QL
A	EA_A	QL_A
T	EA_T	QL_T
M	EA_M	QL_M
Ins	EA_{INS}	QL_{INS}
O	EA_O	QL_O
Inf	EA_{INF}	QL_{INF}

На основе факторной структуры составляющих муниципальной безопасности структура её индексов может быть представлена в следующем виде (Таб.2).

¹ SCR - сокращение от "security" (англ.), безопасность; EA - сокращение от "economic activity" (англ.), экономическая активность; QL - сокращение от "quality of life" (англ.), качество жизни.



Таблица 2

Table 2

Структура индексов муниципальной безопасности
The structure of the municipal security

Муниципальная безопасность (SCR)	Безопасность личности	$SCR_A = F(EA_A; Q_{L_A})$
	Техносферная безопасность (безопасность производства)	$SCR_T = F(EA_T; Q_{L_T})$
	Экологическая безопасность	$SCR_M = F(EA_M; Q_{L_M})$
	Общественная безопасность и правопорядок	$SCR_{INS} = F(EA_{INS}; Q_{L_{INS}})$
	Экономическая безопасность	$SCR_O = F(EA_O; Q_{L_O})$
	Информационная безопасность	$SCR_{INF} = F(EA_{INF}; Q_{L_{INF}})$

Исходные статистические показатели, необходимые для оценки **экономической активности (EA)** в муниципальном образовании представлены в таб. 3. Отметим, что перечень исходных показателей, приведенных в таблице, не является догмой и может корректироваться по мере дальнейшего развития теоретических представлений о муниципальной безопасности и совершенствования системы отечественной статистики.

Таблица 3

Table 3

Факторная структура исходных и относительных показателей экономической активности (EA) в муниципальном образовании
The factor structure of the source and relative indicators of economic activity (EA) in the municipality

EA	Исходные показатели	Относительные показатели EA*
EA_A	Количество занятых в муниципальной экономике, чел. (A)	Организационное обеспечение трудовой занятости населения (O/A); трудовая ёмкость организаций (A/O)
EA_T	Инвестиции в основной капитал, руб. (T ₁)	Организационное обеспечение инвестиций в основной капитал (O/T ₁); инвестиционная ёмкость организаций (T ₁ /O)
EA_M	Площадь хозяйственно освоенной территории муниципалитета, км ² (M)	Организационное обеспечение хозяйственного освоения территории (O/M); пространственная ёмкость природопользования (M/O)
EA_{INS}	Задолженность по кредитам юридических лиц, руб. (Ins)	Организационное обеспечение кредитных задолженностей (O/Ins); объём кредитной задолженности организаций (Ins/O)
EA_O	Количество убыточных организаций, ед. (O _u)	Организационная обеспеченность убыточности в экономике (O/O _u); удельный вес убыточных организаций (O _u /O)
EA_{INF}	Затраты организаций на информационно-коммуникационные технологии и услуги (ИКТ), руб. (Inf)	Организационная обеспеченность информационной деятельности (O/Inf); информационная ёмкость деятельности организаций (Inf/O)

* Показатель "количество предприятий и организаций", ед. (O), принят в качестве базового расчётного показателя.

На основе базового расчётного статистического показателя – количества организаций и предприятий (O) – возможны расчёт и оценка динамики 12 относительных показателей экономической активности в муниципальном образовании:

- спроса на рабочую силу, $EA_A = F(O/A; A/O)$;
- инвестиционной активности, $EA_T = F(O/T_1; T_1/O)$;
- активности использования территории (активность природопользования), $EA_M = F(O/M; M/O)$;
- исполнения и нарушения организациями своих договорных обязательств, $EA_{INS} = F(O/Ins; Ins/O)$;
- экономической эффективности деятельности организаций, $EA_O = F(O/O_u; O_u/O)$;
- величины спроса организаций на ИКТ, $EA_{INF} = F(O/Inf; Inf/O)$.



Оценка *трудо*вой составляющей экономической активности в виде спроса на рабочую силу в муниципальном образовании (EA_A) может быть выполнена на основе расчёта организационного обеспечения трудовой занятости населения (O/A) в виде количества предприятий и организаций в районе в расчёте на единицу численности экономически активного населения (например, на 1 тыс. чел.), и трудовой ёмкости организаций (A/O), измеряемой количеством занятых в муниципальной экономике в расчёте на одну организацию.

Технико-технологическая составляющая экономической активности (EA_T), определённая нами как инвестиционная активность, может быть представлена через оценку уровня организационного обеспечения инвестиций в основной капитал (O/T_1) в виде количества организаций и предприятий на единицу стоимости основных фондов, и инвестиционной ёмкостью организаций (T_1/O), измеряемой стоимостью основных фондов в расчёте на одну организацию.

Природно-ресурсная составляющая экономической активности, определяющая итоговое состояние экологической безопасности на территории муниципального образования, выражается активностью в сфере природопользования (EA_M). Она может быть оценена на основе площадной оценки ($км^2$) хозяйственно освоенной территории муниципалитета (M), а также двумя относительными показателями - организационным обеспечением хозяйственного освоения территории (количество предприятий - природопользователей на единицу площади муниципального образования) (O/M); пространственной ёмкостью природопользования (площадь хозяйственно освоенной территории в расчёте на каждое предприятие) (M/O).

Институциональная составляющая экономической активности может быть косвенно оценена на основе сведений об исполнении и нарушении договорных обязательств организациями (EA_{INS}), а именно – организационным обеспечением кредитных задолженностей (O/Ins) и объёмом кредитной задолженности организаций (Ins/O), т.е. величиной кредитной задолженности (руб.) в расчёте на одну организацию.

Организационная составляющая экономической активности в виде экономической эффективности деятельности организаций (EA_O) оценивается величиной организационной обеспеченности убыточности в муниципальной экономике (O/O_u), т.е. отношением количества всех организаций в количестве убыточных организаций, и удельным весом убыточных организаций в общей численности организаций муниципалитета (O_u/O).

Наконец, *информационная составляющая* экономической активности (EA_{INF}) определяется спросом организаций на ИКТ и является не менее важным её показателем, определяемым, с одной стороны, как организационная обеспеченность информационной активности на территории муниципалитета (O/Inf), т.е. количеством организаций в расчёте на единицу затрат на ИКТ, а с другой стороны - как информационная ёмкость деятельности организаций (Inf/O), определяемой отношением затрат на ИКТ в расчёте на одну организацию.

Для оценки **качества жизни населения** (QL) в муниципальном образовании следует использовать следующий набор исходных статистических показателей (Таб. 4).

Таблица 4
Table 4

Факторная структура исходных и относительных показателей качества жизни населения (QL) в муниципальном образовании
The factor structure of the source and relative indicators the quality of life (QL) in the municipality

QL	Исходные показатели	Относительные показатели QL*
1	2	3
QL_A	Фактическое потребление благ и услуг населением, руб. (C)	Объём потребления на душу населения (C/P); социальная ёмкость потребления (P/C)
QL_T	Состояние жилищного фонда, $м^2$ (T_2)	Обеспеченность жильём на душу населения (T_2/P); социальная ёмкость жилья (сколько человек фактически проживает на единице жилой площади) (P/T_2)
QL_M	Естественное движение населения, промилле (M)	Коэффициент естественного прироста населения (M/P); социальная ёмкость естественного движения населения (P/M).
QL_{INS}	Число зарегистрированных преступлений, ед. (Ins)	Количество зарегистрированных преступлений на 10 тыс. чел. населения (Ins/P); социальная ёмкость совершённых преступлений (P/Ins)



Продолжение табл. 4

1	2	3
QL_0	Общее количество организаций социальной сферы (здравоохранения, образования и культуры), ед. (O)	Количество организаций социальной сферы на 1000 чел. населения (O/P); социальная ёмкость организаций сферы здравоохранения, образования и культуры (P/O)
QL_{INF}	Число абонентов сети Интернет, чел. (Inf)	Количество абонентов сети Интернет на 100 чел. населения (Inf/P); социальная ёмкость муниципального информационного пространства (P/Inf)

*Базовый расчётный показатель – численность населения муниципального образования, чел. (P).

На основе базового расчётного статистического показателя – численность населения муниципального образования (P) – возможен расчёт и оценка временной динамики 12 относительных показателей качества жизни населения:

- фактического конечного потребления населением благ и услуг $QL_A = F(C/P; P/C)$;
- состояния жилищных условий $QL_T = F(T_2/P; P/T_2)$;
- демографической ситуации $QL_M = F(M/P; P/M)$;
- уровня общественной безопасности $QL_{INS} = F(Ins/P; P/Ins)$;
- состояния сферы здравоохранения, образования и культуры $QL_0 = F(O/P; P/O)$;
- степени включённости населения в информационное пространство муниципалитета $QL_{INF} = F(Inf/P; P/Inf)$.

Оценка фактического конечного потребления может быть выполнена на основе расчёта объёма потребления благ и услуг на душу населения (C/P) и социальной ёмкости конечного потребления (P/C), измеряемой количеством человек, потребляющих единицу благ и услуг.

Состояние жилищных условий определяется обеспеченностью жильём на душу населения (T_2/P), а также социальной ёмкостью жилья, измеряемой количеством населения муниципального образования в расчёте на единицу жилой площади (P/T_2).

Естественное движение населения (QL_M) – разность между количеством родившихся и умерших жителей муниципального образования в течение одного года – позволяет определить коэффициент естественного прироста населения (M/P) и социальную ёмкость его естественного движения (P/M), измеряемую количеством жителей муниципального образования на единицу численности естественного движения населения.

Уровень общественной безопасности (QL_{INS}) предлагается измерить количеством ежегодно регистрируемых преступлений на одну тыс. человек населения муниципального образования (Ins/P), а также социальной ёмкостью совершённых преступлений, определяемой количеством жителей в расчёте на каждое совершённое преступление (P/Ins).

Состояние социальной сферы (здравоохранения, образования и культуры) (QL_0) оценивается количеством организаций социального профиля на тысячу человек, проживающих в муниципальном районе (O/P), а социальная ёмкость организаций сферы здравоохранения, образования и культуры – количеством жителей в расчёте на каждую организацию социального профиля (P/O).

Включённость населения муниципального образования в муниципальное информационное пространство (QL_{INF}) определяется количеством абонентов сети Интернет на 100 человек населения муниципального образования (Inf/P), а социальная ёмкость муниципального информационного пространства – количеством жителей муниципального образования в расчёте на каждого абонента сотовой связи (P/Inf).

Сформированные и предлагаемые к практическому использованию индексы безопасности (личной, техносферной, экологической, экономической и др.) способны повысить объективность оценки факторов, определяющих безопасность муниципального развития, при условии реализации другого методологического подхода – пространственного, технологическим ядром которого в современных условиях являются современные геоинформационные системы (ГИС) и результаты космической деятельности в виде данных дистанционного зондирования Земли из космоса. Речь идет в первую очередь о представлении количественных оценок муниципальной безопасности в виде ранговых индикаторов в ГИС. Очевидность применения ГИС определяется их способностью "наложения" тематических слоёв (электронных карт), характеризующих разные аспекты безопасности, и последующего их пространственного анализа. Использование ГИС и ДДЗ открывает дополнительные возможности в исследовании экономического взаимодействия муниципальных образований на территории региона, их районировании по ряду экономически

значимых признаков, в том числе и по уровню безопасности развития муниципальных районов. Ранговые оценки экономической активности и качества жизни муниципальных образований позволяют охарактеризовать не только текущее состояние муниципальной безопасности, но и построить прогнозные оценки её состояния в виде натуральных и стоимостных оценок ущерба, наносимого территории муниципалитетов в процессе хозяйственной деятельности. Анализ пространственных диспропорций природно-ресурсного потенциала, экологического состояния, развития транспортной, производственной и социальной инфраструктуры способен существенно расширить имеющиеся представления о возможностях управления муниципальной безопасностью. В связи с этим, весьма ценным является практический опыт индикативной оценки муниципального развития с использованием ГИС-технологий [Хворостухин, 2014; Плякин, Орехова, 2011, 2013, 2015].

В процессе разработки методических подходов к исследованию структуры и оценке состояний безопасности муниципального развития были получены следующие выводы:

1. Свойства развития муниципального образования (безопасность, устойчивость, конкурентоспособность) являются функцией его системных характеристик (экономического потенциала, экономической активности, качества жизни). В связи с этим, высокие стандарты качества жизни (труда, образования, медицинского обслуживания, отдыха, воспитания) и высокая экономическая активность обеспечивают приемлемый уровень защиты муниципалитета от внешних и внутренних угроз экономического и любого другого характера;

2. Комплексный (интегрированный) подход к обеспечению безопасности социально-экономического развития муниципальных образований является более предпочтительным, поскольку в результате его реализации будет достигнут максимально полный учет и объективная оценка ключевых свойств муниципального развития: конкурентоспособности, устойчивости и безопасности (КУБ - развития);

3. Предложенная система двенадцати исходных и 24 относительных показателей качества жизни населения и экономической активности позволяет перейти к комплексной (интегрированной) оценке безопасности муниципального социально-экономического развития;

2. Разработка и реализация комплексных программ устойчивого развития региона и обеспечения муниципальной безопасности требуют активного использования геоинформационных систем и технологий, а также результатов космической деятельности, эффективно интегрирующих ресурсы пространственных данных о социально-экономическом и природно-ресурсном состоянии территории муниципалитетов, обеспечивающих расчет и оценку пространственных показателей муниципальной безопасности;

4. Внедрение мониторинга факторов безопасности муниципального развития должно происходить при условии внедрения и эффективного использования региональных и муниципальных ГИС, сопряжённых с геопорталами в Интернете, обеспечивающих свободный доступ общественности и заинтересованных организаций к базам социально-экономических показателей муниципальной безопасности. Внедрение систем муниципального мониторинга безопасности является необходимым условием реализации эффективной муниципальной социально-экономической политики.

Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда и Администрации Волгоградской области (грант № 15-12-34013/15).

Список литературы References

- Асанов А.Н. 2012. Инновационная система управления обеспечением экономической безопасности муниципальных образований. Актуальные проблемы экономики и права. 2: 11-17.
- Asanov A.N. 2012. Innovacionnaya sistema upravleniya obespecheniem ekonomicheskoy bezopasnosti municipalnykh obrazovaniy. Aktualnye problemy ekonomiki i prava. 2: 11-17.
- Ганин О.Б., Ганин И.О. 2015. Экономическая безопасность муниципалитета: генезис, сущность и содержание. Ars Administrandi. 1: 61-84.
- Ganin O.B., Ganin I.O. 2015. Ekonomicheskaya bezopasnost municipaliteta: genezis, sushhnost i sodержanie. Ars Administrandi. 1: 61-84.
- Грязев М.А. 2008. Муниципальное образование как объект экономической безопасности. Известия высших учебных заведений. Уральский регион. 1-2: 45-51.
- Gryazev M.A. 2008. Municipalnoe obrazovanie kak obekt ekonomicheskoy bezopasnosti. Izvestiya vysshix uchebnykh zavedenij. Uralskij region. 1-2: 45-51.
- Ильичёв, И.Е., Богмацера Э.В., Переверзев Е.А. 2014. Безопасность муниципальных образований: методологический подход. Проблемы правоохранительной деятельности. 2: 51-55.
- Ilichyov I.E., Bogmacera E.V., Pereverzev E.A. 2014. Bezopasnost municipalnykh obrazovaniy: metodologicheskij podhod. Problemy pravooxranitelnoj deyatel'nosti. 2: 51-55.



Иншаков О.В. 2003. «Ядро развития» в контексте новой теории факторов производства. Экономическая наука современной России. 1: 11-25.

Inshakov O.V. 2003. «Yadro razvitiya» v kontekste novej teorii faktorov proizvodstva. Ekonomicheskaya nauka sovremennoj Rossii. 1: 11-25.

Клименков Г.В. 2009. Аспекты безопасности в рамках разработки стратегии устойчивого развития малого города (город Кунгур Пермского края). Вестник Челябинского государственного университета. 19 (157). Экономика. Вып. 21: 44-51.

Klimenkov G.V. 2009. Aspekty bezopasnosti v ramkax razrabotki strategii ustojchivogo razvitiya malogo goroda (gorod Kungur Permskogo kraja). Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta. 19 (157). Ekonomika. Vyp. 21: 44-51.

Малютина А.А. 2014. Обеспечение экономической безопасности как фактор устойчивого развития муниципального образования. Экономика и управление: анализ тенденций и перспектив развития. 12: 134-143.

Malyutina A.A. 2014. Obespechenie ekonomicheskoy bezopasnosti kak faktor ustojchivogo razvitiya municipalnogo obrazovaniya. Ekonomika i upravlenie: analiz tendencij i perspektiv razvitiya. 12: 134-143.

Мингалаева Ж.А., Наумов А.В. 2011. Особенности трактовки понятия экономической безопасности муниципального образования. Вестник Пермского университета. Экономика. Вып. 3(10): 74-77.

Mingalaeva Zh.A., Naumov A.V. 2011. Osobennosti traktovki ponyatiya ekonomicheskoy bezopasnosti municipalnogo obrazovaniya. Vestnik Permskogo universiteta. Ekonomika. Vyp. 3(10): 74-77.

Орехова Е.А., Плякин А.В. 2015. Пространственный анализ и оценка потенциала экономического развития муниципальных районов. Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 1(30): 98-105.

Orexova E.A., Plyakin A.V. 2015. Prostranstvennyj analiz i ocenka potenciala ekonomicheskogo razvitiya municipalnyx rajonov. Biznes. Obrazovanie. Pravo. Vestnik Volgogradskogo instituta biznesa. 1(30): 98-105.

Плякин А.В., Орехова Е.А. 2011. Пространственный анализ неоднородности социально-экономического развития муниципальных образований на территории региона. Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право. Т.11. 2: 47-51.

Plyakin A.V., Orexova E.A. 2011. Prostranstvennyj analiz neodnorodnosti socialno-ekonomicheskogo razvitiya municipalnyx obrazovanij na territorii regiona. Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Ekonomika. Upravlenie. Pravo. T.11. 2: 47-51.

Плякин А.В., Орехова Е.А. 2012. Эволюционно-генетический подход к формированию системы индикаторов региональной безопасности. Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 1(18): 16-20.

Plyakin A.V. Orexova E.A. 2012. Evolyucionno-geneticheskij podhod k formirovaniyu sistemy indikatorov regionalnoj bezopasnosti. Biznes. Obrazovanie. Pravo. Vestnik Volgogradskogo instituta biznesa. 1(18): 16-20.

Плякин А.В., Орехова Е.А., Штеменко К.С. 2013. Геостатистический анализ компонентной структуры малых и средних городов Волгоградской области. Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 1(22): 48-54.

Plyakin A.V., Orexova E.A., Shtemenko K.S. 2013. Geostatisticheskij analiz komponentnoj struktury malyx i srednix gorodov Volgogradskoj oblasti. Biznes. Obrazovanie. Pravo. Vestnik Volgogradskogo instituta biznesa. 1(22): 48-54.

Силина Т.Л. 2014. Сущность и проблемы обеспечения муниципальной экономической безопасности. Экономические науки. 9: 1077 - 1081.

Silina T.L. 2014. Sushhnost i problemy obespecheniya municipalnoj ekonomicheskoy bezopasnosti. Ekonomicheskie nauki. 9: 1077 - 1081.

Хворостухин Д.П. 2014. Оценка индекса устойчивого развития Фёдоровского муниципального района Саратовской области с использованием ГИС-технологий. Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле. Т.14. Вып. 2: 33-37.

Xvorostuxin D.P. 2014. Ocenka indeksa ustojchivogo razvitiya Fyodorovskogo municipalnogo rajona Saratovskoj oblasti s ispolzovaniem GIS-texnologij. Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya Nauki o Zemle. T.14. Vyp. 2: 33-37.

УДК332.133.6

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭКОНОМИКИ И ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ
СТРУКТУРЫ РЕГИОНАЛЬНОГО СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО
КОМПЛЕКСА**
**ECONOMIC MODERNIZATION AND SUBSTANTIATION OF OPTIMUM
STRUCTURE OF REGIONAL SOCIAL AND ECONOMIC COMPLEX**

Е.В. Никулина, О.П. Овчинникова
E.V. Nikulina, O.P. Ovchinnikova

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85*
Belgorod State National Research University, 85, Victory St., Belgorod, 308015, Russia

E-mail: nikulina@bsu.edu.ru, oovchinnikova@yandex.ru

Аннотация. В связи с развитием кризисных явлений в России проблемы активизации экономического роста регионов, развития инвестиционной и инновационной деятельности на региональном уровне, формирование устойчивых импортозамещающих производств приобретают в последнее время еще большую актуальность. Однако необходимость модернизации сталкивается с серьезными проблемами в виде неустойчивой девальвации национальной валюты, отсутствием качественных отечественных аналогов многих видов продукции, высокими процентными ставками по кредитам.

Целью исследования является анализ существующих проблем в модернизационном развитии страны как на федеральном, так и на региональном уровне, а также выделение направлений решения этих проблем и обоснование оптимальной структуры регионального социально-экономического комплекса с позиции обеспечения доходной базы регионального бюджета.

На основе методов научного познания выделены основные проблемы, с которыми столкнулся российский реальный сектор экономики, и выделены их причины и последствия. Проанализированы возможности решения этих проблем и предложены направления их устранения. Проведена оценка структуры социально-экономического комплекса региона с позиции инвестиционного вклада отраслей и предложена оптимальная с точки зрения обеспечения доходной части бюджета, расширения производства и обеспечения занятости структура социально-экономического комплекса конкретного региона. Сделан вывод, что борьба с кризисными явлениями как на федеральном, так и на региональном уровне в современных условиях должна быть комплексной, и требует консолидации усилий государства, частного бизнеса и населения.

Resume. In connection with the development of the crisis in Russia the problem of enhancing economic growth of regions, the development of investment and innovation at the regional level, the formation of stable import substitution industries become lately more relevance. However, the need to modernize faces serious challenges in the form of an unstable currency devaluation, lack of quality domestic counterparts many kinds of products, high interest rates on loans.

The aim of the study is to analyze the existing problems in the modernization development of the country at both the federal and regional level, as well as highlighting areas of solving these problems and justification of the optimal structure of regional socio-economic complex in terms of ensuring the revenue base of the regional budget.

Based on the methods of scientific knowledge highlights the main problems faced by the Russian real economy and highlights their causes and consequences. The possibilities of solving these problems and propose directions for their removal. Introduced the term "investment contribution to the industry", characterizing the impact of industry on the economic development of the area through the return on invested capital. The evaluation of the structure of the socio-economic complex of the region from the perspective of the investment deposit sectors and proposed optimal in terms of the revenue side of the budget, the expansion of production and employment structure of the socio-economic complex of a particular region.

It is concluded that the struggle with the crisis at both the federal and regional level in modern conditions should be comprehensive, and requires the consolidation of efforts of the state, private business and the public.

Ключевые слова: экономический кризис, социально-экономический комплекс региона, модернизация экономики, оптимальная структура социально-экономического комплекса региона, инвестиционный вклад отрасли.

Key words: economic crisis, socio-economic complex of the region, modernization of the economy, the optimal structure of the socio-economic complex of the region, investment industry contribution

Введение

В настоящее время в нашей стране усиливается потребность в разработке и проведении эффективной структурной политики региональных социально-экономических комплексов.

Растущая безработица, падение уровня жизни, снижение ВВП, снижение потребления, инвестиций, высокая инфляция, постоянная угроза банковского кризиса – такой общий прогноз на 2015-2016 гг. Утвержденный правительством антикризисный план делает основной акцент на государственной поддержке банковской системы. Безусловно, паралич банковской системы может нанести непоправимые потери всей экономике страны. Однако только проблемами банковской системы ограничиваться не только не конструктивно, но иногда и вредно. В программе сказано также о поддержке крупных, системообразующих предприятий, в то же время на поддержку среднего и малого бизнеса, даже самого эффективного, средств не выделено [Яковенко Д., 2015].

Кроме того, о разработке антикризисных планов на региональном уровне практически нет информации. По отдельным регионам есть информация о поддержке тех или иных отраслей, о поддержке малого и среднего бизнеса в целом, о повышении эффективности бюджетных расходов и т.п. Однако комплексная информация по антикризисным воздействиям со стороны региональных властей практически отсутствует.

В этой связи рассмотрим основные направления по сдерживанию кризисных ситуаций и активизации деятельности органов власти по выводу регионов и страны в целом на траекторию устойчивого роста. Реалии современной российской экономики для бизнеса не радужные: непривычно высокий для последних лет уровень инфляции, существенно девальвированный рубль, высокие ставки по кредитам, сжимающийся спрос на продукцию. В связи с этим достаточно быстро происходит изменение экономики бизнеса, причем отраслей, не зависящих от импорта, в России практически нет, что связано с долгим и достаточно успешным вхождением страны в мировую экономику. Известно, что курс рубля напрямую зависит от цены на нефть: каждые 10 долларов снижения цены на нефть понижают курс на полтора-два рубля за доллар. [Обухова Е., 2014] При неустойчивом рубле производитель начинает закладывать валютные риски в цену продукции, что ведет к разгону инфляции.

Закрытие внешних займов заставляет многие предприятия искать ресурсы на внутреннем рынке. Однако ситуация такова, что кредиты российская банковская система выдает под высокие проценты, что резко снижает прибыльность бизнеса.

Кроме того, российская банковская система представляет собой довольно «однополярный» финансовый мир, так как крупнейшие игроки – банки с государственным участием. Высокие ставки по кредитам и низкая конкуренция на рынке банковских услуг приводят к тому, что многие предприятия в отсутствие банковской ликвидности могут рассчитывать в основном на свои силы и сохранение спроса на свою продукцию [Калянина Л., 2015]. Однако собственные ресурсы могут поддержать только операционную деятельность компаний, инвестиционные проекты постепенно замораживаются. Так, за сентябрь 2014 г. - февраль 2015 г. баланс инвестиционных планов российских производителей потерял 45 п.п. Такого глубокого падения данного показателя опросы еще не фиксировали [Храмова Т.В., 2005]. Такую ситуацию можно назвать началом инвестиционного спада.

Одним из самых актуальных вопросов с точки зрения преодоления кризисных явлений является развитие агропромышленного комплекса в кризисных условиях. Проблемы финансирования сельского хозяйства можно разделить на две группы: краткосрочное финансирование посевной и долгосрочное финансирование инвестиционных проектов, которые должны обеспечить продовольственную безопасность страны и импортозамещение по продовольствию. В настоящее время вопрос с финансированием этих направлений стоит достаточно остро. В связи с тем, что в условиях высоких процентных ставок на кредит и роста цен на удобрения, ГСМ, средства химической защиты, многие виды семян необходимо увеличение субсидий сельскому хозяйству со стороны государства. Видимо, часть таких затрат должны на себя взять региональные органы власти аграрных территорий. Со стороны федеральных властей на эти цели в 2015 году выделено 150 млрд. рублей [Ивантер А., 2015]. Однако вопрос с финансированием инвестиционных проектов пока не решен на федеральном уровне. На уровне регионов, например, в Белгородской области, предпринимаются определенные шаги по поддержке сельхозпроизводителей в части реализации начатых инвестиционных проектов.

Вместе с тем вопрос о начале новых инвестиционных проектов в сельском хозяйстве (просчитанных, готовых, одобренных кредитными организациями и даже прошедших комиссию в Минсельхозе на субсидирование процентных ставок по ним, но не начатых) в целом по стране пока отложен на неопределенный срок. Все расчеты производились в иных условиях (финансовых, политических, экономических) и начало таких проектов возможно только при активной поддержке государства в связи с изменением внешних условий. Такие инвестиционные проекты разумно в нынешних условиях реализовывать на основе государственно-частного партнерства, которое, к сожалению, так и не стало активно использоваться в России.

Относительно промышленного производства следует отметить, что антисанкции и начавшаяся в конце лета 2014 г. девальвация вызвали стремительный рост производства: в сентябре, октябре и ноябре 2014 г. индекс промышленного производства в России рос темпами 3,10 и 19% в годовом измерении соответственно [Гурова Т., 2015]. Ситуацию резко изменили резкая, неуправляемая девальвация и существенное повышение процентных ставок, которые не позволили промышленности сохранять такие темпы роста в среднесрочной перспективе. Дальнейшее сжатие денежного предложения может привести к сползанию экономики в глубокую депрессию.

Низкий уровень развития внутреннего производства отражается на структуре занятости населения. По оценкам экспертов, численность занятых в производственном секторе экономики в России составляет 11-14 млн. человек, или 16-20% всего трудоспособного населения и менее 10% населения всей страны [Дмитриев М.Э., Дробышевский С.М., Наркевич С.С, Трунин П.В., 2010]. Большая часть трудоспособного населения занята в бюджетной сфере и сфере услуг. Иными словами, страна производит недостаточно, чтобы функционировать и развиваться в нормальном режиме. Поэтому основная задача – увеличение занятости в производственном секторе, что в условиях санкций и антисанкций не сложно: рынок, освоенный товарными потоками, уже существует [Овчинникова О.П., Никулина Е.В., 2015]. И здесь вопрос не столько в том, чтобы переориентировать российское образование на выпуск высококвалифицированных рабочих, сколько в формировании институциональной среды, которая позволит трудоустроиться этим рабочим.

Следует также учитывать, что норма накопления в российской экономике в настоящее время составляет около 20% ВВП, необходимая для интенсивного развития норма должна быть не менее 27-30% ВВП. Кроме того, период модернизации экономики будет длительным и займет 15-20 лет. Однако модернизация повлечет за собой существенное увеличение производительности труда. В настоящее время средняя производительность труда в реальном секторе составляет 2 млн. рублей в год, а за счет модернизации производства эта величина достигнет 6-10 млн. рублей (в настоящих ценах) [Храмова Т.В., 2005]. Очевидно, что обновление производительных сил приведет к увеличению добавленной стоимости, производимой в России.

Но модернизация производительных сил требует изыскания внутренних ресурсов при отсутствии внешних источников финансирования. Помимо снижения ставки банковского процента, можно предложить снижение налогового бремени для предприятий, например, за счет снижения налога на фонд оплаты труда [Панфилов В.С., 1999, Петров Ю., 2000, Суркова Т.И., Анисимов С.А., Королев А.Ю., 2002]. И временное снижение бюджетных доходов может быть в дальнейшем компенсировано ростом занятости, расширением производства и началом инвестиционных программ бизнеса, у которого появятся свободные ресурсы.

Помимо расширения банковского кредитования, ситуацию с обеспечением ресурсами предприятий можно улучшить путем ужесточения платежной дисциплины для контрагентов [Хейфец Б., 2012]. Необходимо регулирование предоплаты, сокращение сроков платежей производителям, повышение финансовой ответственности со стороны всех участников производственной цепочки, включая государственные структуры. Например, в рамках государственных закупок необходимо введение предоплаты для исполнителей услуг, сокращение сроков платежей, сокращение бюрократических процедур. Такие меры позволят увечить ликвидность в производственном секторе и могут дать ощутимый экономический эффект.

Хотелось бы отметить еще один важный момент. Если на правительственном уровне существует антикризисный план, то на региональном уровне – это в основном заявления первых лиц регионов. В то же время актуальным является вопрос оценки эффективности антикризисных мероприятий на региональном уровне [Толстых Т.Н., Уланова Е.М., 2004]. Прежде всего, для подобной оценки должна быть сформирована постоянно обновляющаяся информационная база о развитии кризисной ситуации в различных секторах экономики, т.е. должен вестись постоянный мониторинг динамики кризисных процессов. Временной лаг должен быть не более одного месяца, в связи с тем, что экономическая ситуация в период кризиса меняется достаточно быстро.

Оценка всех факторов для определения характера и степени тяжести кризисной ситуации основывается на экспертных технологиях, позволяющих вырабатывать решения на основе анализа разнородных социально-экономических показателей [Сапир Ж., 2015]. Современные экспертные технологии – это класс компьютерных систем, способных на основе анализа определенного массива информации выполнять диагностирование процессов и формировать соответствующие решения [Сычев Н.Г., Таксир К.И., 2002]. Однако создание таких систем, если

они отсутствуют в практической деятельности органов власти, потребует определенного времени, а кризис не стоит на месте и решения необходимо принимать быстро.

Отсутствие регулярной информационной базы о развитии кризисных процессах в экономике не позволяет принимать качественные управленческие решения в данной сфере как региональным, так и федеральным властям. Поэтому необходимо создать рабочую группу экспертов из различных отраслей регионального хозяйства, которые могут работать в удаленном доступе, анализируя текущую ситуацию. Раз в месяц данная группа должна представить региональным органам власти аналитическую записку о характере развития кризиса в регионе и возможных путях решения существующих проблем. Такая группа может тесно сотрудничать с региональными структурами, которые напрямую несут ответственность за экономическое положение в регионе, а также с предприятиями и организациями на территории региона. В данной связи следует отметить, что такое взаимодействие может быть очень полезно как региональным органам власти, так и реальному сектору, который через экспертов может напрямую говорить об изменении ситуации с бизнесом.

Результаты исследований

Существует объективная необходимость модернизации социально-экономического комплекса региона, вывода его на траекторию устойчивого развития. В данной связи можно предложить на уровне региона необходимо создание и использование системы мониторинга инвестиционного вклада отраслей.

В процессе управления модернизацией экономики необходимо проведение мониторинга основных параметров структуры регионального социально-экономического комплекса с целью контроля за векторами развития.

Основные параметры структуры регионального социально-экономического комплекса и их взаимосвязь с развитием социально-экономического комплекса региона представлены в таблице 1.

Таблица 1

Table 1

Основные параметры структуры регионального социально-экономического комплекса Key parameters of structure of a regional social and economic complex

Параметры структуры регионального социально-экономического комплекса	Уровень параметра	Характеристика структуры регионального социально-экономического комплекса в соответствии с уровнем параметра
1	2	3
1. Разнообразие комплекса отраслей в регионе	высокое	структура социально-экономического комплекса региона близка к оптимальной
	ограниченное	социально-экономический комплекс региона находится на стадии развития (регион нового освоения)
2. Соотношение объемов производства в регионе и внутренних потребностей региона	объемы производства превышают потребности региона	структура социально-экономического комплекса региона близка к оптимальной
	объемы производства равны или ниже потребностей региона	неоптимальная структура социально-экономического комплекса региона
3. Уровень развития производственной и социальной инфраструктуры региона	высокий уровень развития	социально-экономический комплекс региона развивается под воздействием мультипликационного эффекта
	невысокий уровень развития	замедленное развития социально-экономического комплекса региона
4. Наличие отраслей, продукция которых вывозится из региона	есть отрасли, продукция которых вывозится за пределы	структура социально-экономического комплекса региона близка к оптимальной
	есть отрасли, продукция которых вывозится в другие регионы страны	структура социально-экономического комплекса региона близка к оптимальной



продолжение табл. 1

1	2	3
	нет отраслей, продукция которых вывозится из региона	неоптимальная структура социально-экономического комплекса региона
5. Наличие отраслей, продукция которых не вывозится из региона, но притягивает потребителей в регион (например, рекреационные услуги)	есть отрасли, продукция которых притягивает потребителей в регион	структура социально-экономического комплекса региона близка к оптимальной
	нет отраслей, продукция которых притягивает потребителей в регион	неоптимальная структура социально-экономического комплекса региона
6. Сбалансированность регионального социально-экономического комплекса (стремление региональных властей к соблюдению пропорциональности между экономическими интересами властей, бизнеса и населения)	структура регионального социально-экономического комплекса достаточно сбалансирована	структура социально-экономического комплекса региона близка к оптимальной
	структура регионального социально-экономического комплекса достаточно сбалансирована	социально-экономический комплекс региона требует модернизации
7. Социальная ориентация регионального социально-экономического комплекса (степень развития жизнеобеспечивающих социальных благ и качество жизни населения)	структура регионального социально-экономического комплекса социально ориентирована	структура социально-экономического комплекса региона близка к оптимальной
	структура регионального социально-экономического комплекса не имеет социальной ориентации	социально-экономический комплекс региона требует модернизации
8. Устойчивость регионального социально-экономического комплекса (положительная динамика валового регионального продукта при обеспечении наименьших материальных, финансовых и трудовых ресурсов при участии в этом процессе Федерального уровня власти)	региональный социально-экономический комплекс обладает устойчивостью	структура социально-экономического комплекса региона близка к оптимальной
	региональный социально-экономический комплекс не обладает устойчивостью	социально-экономический комплекс региона требует модернизации

Одновременно с ориентацией на предложенные параметры необходимо учитывать критерии оптимальности структуры регионального социально-экономического комплекса, которые представляю собой структурное соотношение вклада каждой из отраслей региона в валовой региональный продукт или инвестиционный вклад отрасли.

Инвестиционный вклад отрасли (предприятия) – это показатель, характеризующий фактический уровень влияния отрасли (предприятия) на экономику и формирование консолидированного бюджета посредством отдачи на вложенный инвестиционный капитал.

Инвестиционный вклад можно рассматривать как для регионального, так и для муниципального уровня.

Расчет инвестиционного вклада отраслей может производиться по следующей формуле:

$$Z_i = \left(\frac{I_i}{Y_i} \right) \times 100\%$$

где Z_i – инвестиционный вклад i -той отрасли;

I_i – объем вложенных инвестиций за определенный период в i -той отрасли;

Y_i – объем выпуска продукции (услуг) по отрасли « i » в определенный период времени.

Далее вычисляется занимаемый налоговый процент i -той отрасли в структуре доходов регионального бюджета. Нормативное значение в структуре доходов для каждой отрасли определяется исходя из ее инвестиционного вклада.

Рассмотрим данные выкладки на примере Белгородской области. В основу расчета был положен рейтинг инвестиционной активности по итогам 2014 г. На основе расчета инвестиционного вклада выделены приоритетные отрасли региональной экономики: обрабатывающие производства; добыча полезных ископаемых; оптовая и розничная торговля; сельское хозяйство и лесное хозяйство; строительство, транспорт и связь; производство и распределение электроэнергии, газа и воды. Отметим, что хотя по инвестиционному вкладу здравоохранение и предоставление социальных услуг занимают незначительную долю, эта сфера деятельности является приоритетной с точки зрения обеспечения качества жизни населения территории.

Полученные нормативные значения отдельных отраслей в структуре доходов региона свидетельствуют о необходимости доведения их до оптимального уровня, путём развития и увеличения доли наиболее приоритетных видов экономической деятельности, таких как: сельское и лесное хозяйство до 2,06%, оптовая и розничная торговля до 11,85% и здравоохранение и предоставление социальных услуг до 4,92%. Изменения в структуре доходов по другим видам деятельности не столь значительны, но также необходимы. Такой подход позволит не только увеличить доходы регионального и местного бюджетов, но и сделать оптимальной структуру социально-экономического комплекса региона с учетом инвестиционного вклада отраслей (таблица 2).

Таблица 2

Table 2

Существующие и нормативные пропорции в структуре социально-экономического комплекса Белгородской области
The existing and standard proportions in structure of a social and economic complex of the Belgorod region

Основные виды экономической деятельности	Занимаемый % в структуре доходов	Нормативное значение в структуре доходов
Сельское и лесное хозяйство	1,81	2,06
Добыча полезных ископаемых	11,51	12,67
Обрабатывающие производства	33,97	33,0
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	4,83	4,57
Строительство	6,57	7,15
Оптовая и розничная торговля	22,72	23,7
Гостиницы и рестораны	0,45	1,42
Транспорт и связь	4,69	4,8
Финансовая деятельность	2,59	1,5
Операции с недвижимым имуществом	5,16	3,72
Образование	3,70	3,70
Здравоохранение	1,89	1,28
Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг	0,11	0,43
Всего	100	100

Следует отметить, что критерии оптимальности структуры регионального социально-экономического комплекса имеют четко ограниченные значения (табл. 3).

Таблица 3
Table 3

Критерии оптимальности структуры регионального социально-экономического комплекса
Criteria of an optimality of structure of a regional social and economic complex

Критерии оптимальности	Рациональная структура регионального социально-экономического комплекса	Нерациональная структура регионального социально-экономического комплекса (характерная для большинства регионов России)	Нерациональная структура регионального социально-экономического комплекса Белгородской области
Доля доходов отраслей материального производства в ВРП, %	50	70	59
Доля доходов отраслей нематериального производства в ВРП, %	50	30	41

Вывод

Следовательно, можно констатировать, что модернизация экономики посредством оптимизации структуры регионального социально-экономического комплекса должна осуществляться по вектору расширения отраслей нематериального производства. Так как структуру региональной экономики можно считать эффективной при условии максимального удовлетворения спроса населения и предприятия и эффективного использования имеющихся ресурсов. При этом, оптимизации структуры регионального социально-экономического комплекса также можно достичь за счет повышения удельного веса обрабатывающих производств в структуре валового регионального продукта, что будет способствовать повышению благосостояния населения и развития социальной сферы в регионе.

Однако, модернизация экономики и внедрение мероприятий по оптимизации структуры регионального социально-экономического комплекса имеют объективные ограничения (рис. 1).

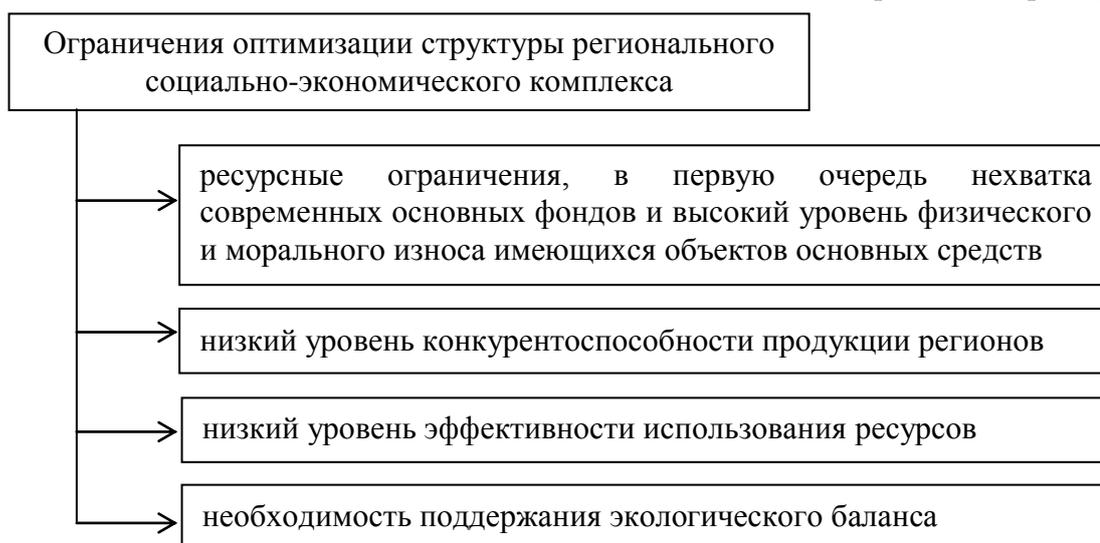


Рис. 1. Основные ограничения оптимизации структуры регионального социально-экономического комплекса

Fig. 1. Main restrictions of optimization of structure of the regional social and economic complex

Обобщая вышесказанное, выделим несколько основных направлений, которые могут способствовать модернизации российской экономики в ближайшей перспективе.

1. Со стороны банковской системы и Банка России:

- определить коридор курса рубля. В нынешних условиях производителю важно знать точно, сколько будет стоить доллар – 50, 60 или 100 рублей в обозримой перспективе. Валютные скачки делают все экономические прогнозы практически бессмысленными;

- снизить процентную ставку по кредитам. И если основной довод банков – это высокие риски заемщиков, то необходимо квалифицированно проводить оценку рисков заемщиков, учитывая их деятельность в динамике, репутацию и квалификацию руководителя. Кроме того, следует проводить тщательный мониторинг реализации проекта, сравнивая поэтапно завяленные суммы с фактическим исполнением. Это требует большой работы, но только так в нынешних условиях можно снизить процентные ставки, сохранить клиентов и их бизнес.

2. Со стороны государства:

- ускорение оплаты по выполненному государственному заданию для исполнителей;

- снижение процентных ставок по инвестиционным проектам для сельскохозяйственных товаропроизводителей в рамках программ Россельхозбанка;

- выделение «локомотивов» роста, нацеленных на импортозамещение, и поддержка их начинаний, в том числе институциональная, путем реализации крупных проектов за счет развития государственно-частного партнерства;

- стимулирование малого и среднего бизнеса путем снижения налогового бремени, в том числе налогов на ФОР, создание условий для расширения производства и увеличения рабочих мест, снижение административных барьеров.

Отметим, что борьба с кризисом, тем более в сложных условиях серьезной экономической блокады со стороны европейских стран и США, должна быть комплексной. Выход из кризиса будет длительным, потребуются терпение, обдуманное управленческие решения и политическая воля, чтобы обеспечить импортозамещение на соответствующем уровне, сохранить высококвалифицированные кадры и выйти из кризиса с обновленной экономикой. Вместе с этим, развитие экономики регионов страны должно иметь модернизационный характер, следует придерживаться структурной политики в сфере воздействия на региональные социально-экономические комплексы, в рамках которой необходимо развивать, в первую очередь отрасли нематериального производства и обрабатывающие производства.

Список литературы References

- Гурова Т. 2015. При чем тут санкции. Эксперт. №4: 11-16.
Gurova T. 2015. What does it have to do with sanctions. Expert. No.4:11-16.
- Ивантер А. 2015. Слово стороне защиты. Эксперт. №6: 18.
Ivanter A. 2015. Word to the party of protection. Expert. No.6: 18.
- Калянина Л., Краснова В., Литвинова Н., Матвеева А. 2015. Задача – выжить. Эксперт. №46. 13-17.
Kalyanina L., Krasnov V., Litvinova N., Matveeva of A. 2015. Zadacha – to survive// Expert. No.46: 13-17.
- Колодина Е.А. 2004. Теория и методология регулирования межрегиональной экономической интеграции. Иркутск: Изд-во БГУЭП, 270.
Kolodina E.A. 2004. Theory and methodology of regulation of interregional economic integration. Irkutsk: Publishing house of BGUEP, 270.
- Обухова Е. 2014. Стабилизация ожиданий. Эксперт. №46: 19-22.
Obukhovo E. 2014. Stabilization of expectations. Expert. No.46: 19-22.
- Овчинникова О.П., Никулина Е.В. 2015. Развитие региональных социально-экономических систем и финансовое обеспечение регионов в современных условиях. Вестник ВГУ. Серия: Экономика и управления. №2: 32-37.
Ovchinnikova O.P., Nikulina E.V. 2015. Development of regional social and economic systems and financial security of regions in modern conditions. Bulletin of VSU. Series: Economy and managements. No. 2: 32-37.
- Орлова Н. 2014. Финансовые санкции против России: влияние на экономику и экономическую политику. Вопросы экономики. №12.
Orlova N. 2014. Financial sanctions against Russia: influence on economy and economic policy. Economy Questions. No. 12.
- Панфилов В.С. 1999. Финансовый кризис: требование к реформированию налоговой системы. Проблемы прогнозирования. №1: 16.
Panfilov V.C. 1999. Financial crisis: requirement to reforming of tax system. Problem of forecasting. №1: 16.
- Петров Ю. 2000. Стратегия экономического развития и увеличение бюджетных доходов: где взять ресурсы? Российский экономический журнал. №2: 17-28.
Petrov Yu. 2000. Strategy of economic development and increase in the budgetary income: where to take resources?. Russian economic magazine. No. 2: 17-28.
- Дмитриев М.Э., Дробышевский С.М., Наркевич С.С., Трунин П.В. 2010. Российская банковская система в условиях кризиса. М.: Издательство «Дело» РАНХ, 128.

- Dmitriyev M.E., Drobyshevsky S.M., Narkevich S.S., Trunin P.V. 2010. The Russian banking system in the conditions of crisis. M.: The publishing house «Put» RANH, 128.
- Сапир Ж. 2015. Россия: уроки кризиса. Эксперт. № 4: 18-21.
- Sapper Zh. 2015. Russia: crisis lessons. Expert. No. 4: 18-21.
- Суркова Т.И., Анисимов С.А. 2002. Факторный анализ показателей исполнения бюджета и макроэкономических прогнозов. Финансы. №6: 57-60.
- Surkov T.I., Anisimov S. A. 2002. Factorial analysis of indicators of budget performance and macroeconomic forecasts. Finance. №6: 57-60.
- Толстых Т.Н., Уланова Е.М. 2004. Проблемы оценки экономического потенциала предприятия: финансовый потенциал. Вопросы оценки. №4: 18-22.
- Tolstykh T.N., Ulanov E.M. 2004. Problems of an assessment of economic capacity of the enterprise: financial potential. Assessment Questions. No.4: 18-22.
- Сычев Н.Г., Таксир К.И. 2002. Финансово-экономические проблемы муниципальных образований. Академия бюджета и казначейства Мин-ва финансов РФ; 200-летию Мин-ва финансов Российской Федерации посвящается. М.: Финансы и статистика, 704.
- Sychev N.G., Taksir K.I. 2002. Financial and economic problems of municipal educations. Academy of the budget and Min-va treasury of finance of the Russian Federation; to Min-va 200 anniversary of finance of the Russian Federation it is devoted. M.: Finance and statistics, 704.
- Хасаев Г., Иванова Л., Цыбагов В., Поварова Е.К. 2000. Применению автоматизированных средств прогнозирования регионального развития. Российский экономический журнал. №2: 79-86.
- Hasayev G., Ivanova L., Tsybatov V., Povarova E. 2000. To application of the automated means of forecasting of regional development. The Russian economic magazine. №2: 79-86.
- Хейфец Б. 2012. Россия и глобальный домовый кризис. Экономист. №5: 49-55.
- Heifetz B. 2012. Russia and global house crisis. Economist. No. 5: 49-55.
- Храмова Т.В. 2005. Приоритеты проведения реформ в регионах. Финансы. №12: 17-20.
- Hramova T.V. 2005. Priorities of carrying out reforms in regions. Finance. No. 12: 17-20.
- Цухло С. 2015. Как победить засилье импорта. Эксперт. №12: 41- 42.
- Tsukhlo S. 2015. How to win against domination of import. Expert. No.12: 41 - 42.
- Яковенко Д. 2015. Нищие, злые и мертвые. Эксперт. № 4: 22-25.
- Yakovenko D. 2015. Poor, angry and dead. Expert. No. 4: 22-25.
- Яковенко Д. 2015. Поддержали бумагой. Эксперт. №8: 35-37.
- Yakovenko of D. 2015. Podderzhali paper. Expert. No.8: 35-37.

ОТРАСЛЕВЫЕ РЫНКИ И РЫНОЧНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

УДК 332.85

ЖИЛИЩНЫЙ ЛИЗИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОСТУПНОСТИ ЖИЛЬЯ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

HOUSING LEASING AS A TOOL FOR AFFORDABLE HOUSING IN THE BELGOROD REGION

В.А. Калугин, Д.И. Королькова
V.A. Kalugin, D.I. Korolkova

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85*

Belgorod State National Research University, 85, Victory St., Belgorod, 308015, Russia

E-mail: Kalugin@bsu.edu.ru

Аннотация. В статье дана оценка доступности жилья для населения Белгородской области, обеспечиваемой с помощью инструмента ипотечного жилищного кредитования. Установлено, что лишь для 19% населения при минимальной сумме первоначального взноса жилье является доступным. Предложен инструмент жилищного лизинга в качестве дополнительного способа повышения доступности жилья. Рассмотрены основные понятия жилищного лизинга и предложен способ формирования территориально-локального рынка арендного жилья с использованием государственно-частного партнерства.

Resume. The article assesses the affordability of housing for the population of the Belgorod region with the usage of mortgage lending. It is found that the minimum amount of the initial payment for housing is affordable only for 19% of the population. The instrument of housing lease as an additional mechanism to improve housing affordability is proposed. The main concept of housing lease is considered and the method for the formation of territorial local rental market with the use of public-private partnerships is provided.

Ключевые слова: доступность жилья, ипотечное кредитование, арендное жилье, жилищный лизинг, лизинговые операции, лизингодатель, лизингополучатель, государственно-частное партнерство.

Key words: affordable housing, mortgage lending, rental housing, residential leasing, leasing, lessor, lessee, public-private partnership.

Введение

В настоящее время основным инструментом решения жилищной проблемы является механизм ипотечного жилищного кредитования (ипотека). За последние несколько лет банки, как крупные, так и средние, работающие на территории Белгородского региона, активно предлагают свои услуги в области ипотечного кредитования, всего в Белгороде ипотечные кредиты предлагают 20 банков. Например, в 2014 г. Сбербанк благодаря ипотеке улучшил жилищные условия 5 тыс. семей Белгородской области, объем выданных кредитов составил 5,6 млрд. рублей; банк ВТБ24 выдал 1340 ипотечных кредитов на сумму более 2 млрд. рублей; другой крупный игрок на рынке ипотечного кредитования – Россельхозбанк – выдал более 400 кредитов на сумму 500 млн. рублей и т.п. При этом ставка по ипотечному кредиту варьируется в пределах 15,25-16 % на вторичном рынке, на первичном рынке за счет государственного субсидирования процентная ставка варьируется от 11,5 до 12%, минимальный первоначальный взнос составляет 20 -30% общей стоимости жилья.



Одновременно в Белгородском регионе создается сеть организаций, осуществляющих инфраструктурную поддержку ипотечного кредитования, среди которых ООО «Доступная Ипотека», «Риэлторский центр, агентство недвижимости», «Недвижимость, Юридическо-риэлторский центр» и др. Специалисты этих организаций дают бесплатную консультацию по вопросам: новых ипотечных программ, особенностях продуктов в разных банках, условиях кредитования, дополнительных расходах, оценки возможности получения жилищного кредита, подготовки и проверки документов, организации и проведения ипотечных сделок любой сложности и т.п.

Вместе с тем для основной части населения Белгородской области жилье с использованием ипотечного кредита остается недоступным. Определим долю семей в Белгородском регионе, имеющих возможность приобрести жилье за счет собственных и заемных средств в рамках ипотечного кредитования. Вначале определим в соответствии с Методикой оценки эффективности федеральной целевой программы «Жилище» на 2011-2015 годы минимальный совокупный доход семьи (один из целевых индикаторов) по формуле:

$$TI = \frac{LTV}{100\%} \times P \times 54 \times \frac{i}{12 \times 100\%} \times \frac{100\%}{PI},$$

$$1 - \left(1 + \frac{i}{12 \times 100\%}\right)^{-t \times 12}$$

где:

TI - минимальный совокупный доход семьи (в рублях в месяц);

LTV - доля заемных средств в стоимости приобретаемого жилья (в процентах);

P - средняя рыночная стоимость 1 кв. метра жилья (в рублях в среднем за год);

i - процентная ставка по кредиту (в процентах в год);

t - срок кредита (в годах);

PI - доля платежа по ипотечному жилищному кредиту в доходах семьи (в процентах).

Доля домохозяйств с совокупным доходом выше минимального среднемесячного дохода семьи (TI) определит долю семей, имеющих возможность приобрести жилье за счет собственных и заемных средств. Поскольку данные о распределении домохозяйств по уровню среднемесячного дохода в настоящее время в статистических сборниках не отражаются, воспользуемся данными о распределении населения по уровню среднедушевого месячного дохода, который определяется путем деления минимального совокупного дохода семьи (TI) на средний размер семьи (3 человека).

Результаты описанных выше расчетов сведем в таблицу (табл. 1).

Таблица 1

Table 1

**Доля семей, имеющих возможность приобрести жилье с помощью
собственных и заемных средств
The share of families with the opportunity to purchase housing with their own
and borrowed funds**

Значение коэффициента «кредит/залог»	Минимальный совокупный месячный доход семьи (руб.)	Среднедушевой доход (руб.)	Доля семей, имеющих возможность приобрести жилье (%)
30/70	47559,93	15853,31	59,1%
40/60	63413,24	21137,75	59,1%
50/50	79266,55	26422,18	32,5%
60/40	95119,86	31706,62	32,5%
70/30	110973,17	36991,06	18,3%
80/20	126826,48	42275,49	18,3%

Полученный минимальный доход на 1 человека (среднедушевой месячный доход) сравнивается с данными о распределении населения по уровню среднедушевого месячного дохода Белгородской области (табл. 2) для определения доли населения с доходами выше минимального и, следовательно, доли семей, имеющих возможность приобрести жилье за счет собственных и заемных средств.

Таблица 2

Table 2

**Распределение населения по величине среднедушевых денежных доходов
(в процентах)¹**

Distribution of population by per capita income (in percentages)

Все население в том числе со среднедушевыми денежными доходами в месяц, рублей:	2010	2011	2012	2012	2014
	100	100	100	100	100
до 3500,0	6,5	4,1	2,9	2,2	1,5
3500,1-5000,0	8,6	6,2	5,0	3,9	3,0
5000,1-7000,0	13,0	10,5	9,0	7,3	6,1
7000,1-10000,0	18,0	16,0	14,7	12,8	11,4
10000,1-15000,0	21,2	21,4	21,0	19,7	18,9
15000,1-25000,0	19,9	23,2	24,8	25,6	26,6
25000,1-35000,0	7,2	9,6	11,2	12,9	14,2
свыше 35000,0	5,6	9,0	11,4	15,6	18,3

Таким образом, возможность приобрести жилье с помощью собственных и заемных средств при соотношении «кредит/залог» 70/30 и 80/20 имеют лишь 19% населения Белгородской области, что свидетельствует о низкой доступности жилья при использовании ипотечного кредитования. Данный расчет еще раз подтверждает, что ипотека доступна лишь при внесении изначально значительной суммы собственных средств. Период накопления собственных средств, при необходимости накопления свыше 50% общей стоимости жилья, составляет, как показывают расчеты, свыше около 6-8 лет, в течение которых стоимость жилья может возрасти и жилье может стать еще более недоступным [Королькова, Ткаченко, Герасимова, 2014].

Следовательно, решение жилищной проблемы следует искать в альтернативных способах. Реальной альтернативой для приобретения жилья за счет собственных или/и заемных средств может стать жилищный лизинг, который расширяет возможности удовлетворения потребности населения в жилье, и который в отличие от ипотеки гораздо менее требователен к потенциальным клиентам.

Результаты исследований

Использование операций жилищного лизинга имеет ряд преимуществ по сравнению с ипотечным кредитованием:

- отсутствие первоначального взноса, как в ипотечном кредите;
- отсутствует договор залога и поручительства со стороны третьих лиц;
- снижение кредитных рисков (при жилищном лизинге ниже, чем при ипотечном кредитовании);
- снижение суммы лизинговых платежей или уменьшение срока действия договора лизинга, при наличии сбережений у лизингополучателя;
- устранение угрозы взыскания имущества сторонними кредиторами, так как имущество, переданное в лизинг, во время договора принадлежит лизинговой компании;
- возможность прекращения договора жилищного лизинга на любом этапе, в отличие от договора по ипотечному кредитованию [Ульянова, 2003].

В соответствии с п. 1 ст. 2 Федеральный закон от 29.10.1998 № 164-ФЗ (ред. от 1.12.2014) «О финансовой аренде (лизинге)»: лизинг – это совокупность экономических и правовых отношений, возникающих в связи с реализацией договора лизинга, в том числе приобретением предмета лизинга. В качестве предмета лизинга данный закон определяет любые непотребляемые вещи, в том числе предприятия и другие имущественные комплексы, здания, сооружения, оборудование, транспортные средства и другое движимое и недвижимое имущество [Горшков, 2012].

Выделим следующие объективные причины необходимости развития жилищного лизинга в РФ, способствующего:

- 1) повышению доступности жилья для населения, поскольку лизинговые операции в определенной мере обеспечивают финансовыми ресурсами потребителей со средним уровнем доходов;

¹ Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Белгородской области.
http://belg.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/belg/ru/statistics/standards_of_life/

2) развитию механизма финансирования жилищного строительства, что придаст новый импульс притоку дополнительных инвестиций в жилищную сферу;

3) возможности использования жилья еще до момента его полной оплаты.

Следует заметить, что лизинг жилья долгое время находился под запретом российского законодательства, и был легализован только в январе 2011 года, когда законодатели исключили из ФЗ «О финансовой аренде (лизинге)», требование об использовании предмета лизинга только в коммерческих целях. Но спустя четыре года прорыва на этом направлении так и не произошло. До сих пор такие программы единично предлагали небольшие структуры, связанные с банками. Так, начиная со второй половины 2014 года, в России лизинг жилой недвижимости стала предлагать группа ВТБ, в частности, ее лизинговое подразделение - «ВТБ 24 Лизинг». В линейке два продукта: первый - для клиентов, желающих приобрести недвижимость (включая апартаменты и машиноместа), второй - коммерческие и загородные объекты.

Для нормального функционирования механизма жилищного лизинга необходимо, прежде всего, развитие рынка арендного жилья. Исследование рынка жилья развитых зарубежных стран показывает наличие в них значительной доли арендуемого жилья (рис.1) [Рогожина, 2014].

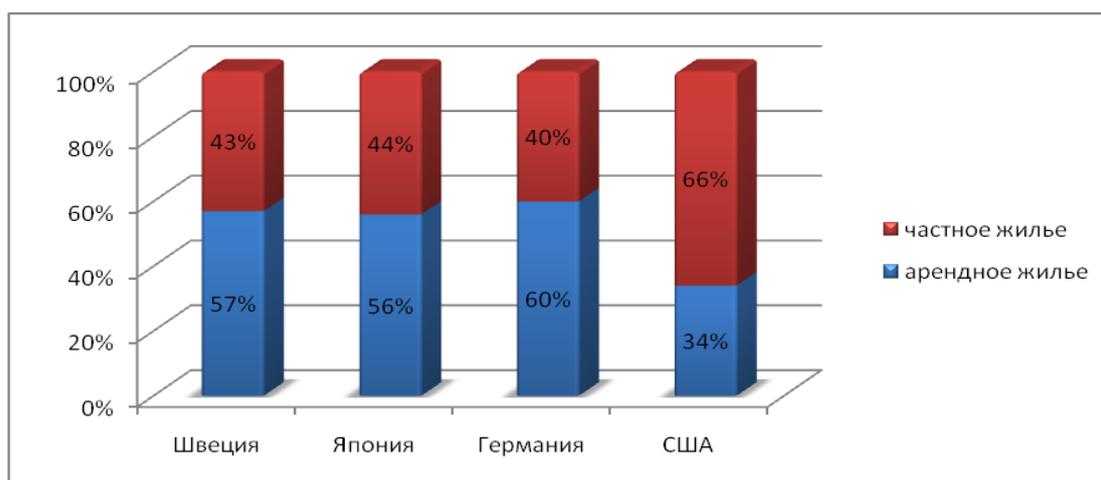


Рис. 1. Соотношение арендного и частного жилья в развитых странах

Fig. 1. The ratio of rental and private housing in developed countries

Очевидно, опыт развитых стран показывает, что удовлетворение жилищных потребностей населения может быть обеспечено не только на основе правоотношений собственности, но и арендных отношений.

Вместе с тем сектор арендного жилья России в решении жилищной проблемы играет незначительную роль: официально сдается менее 20 % жилых помещений, причем большую часть этого сектора составляет социальное и специализированное жилье, находящееся в основном в муниципальной собственности (14,5% по исследованиям 2014 года). Доля коммерческого найма, по экспертным оценкам, не превышает 8-12% жилого фонда в стране [Рогожина, 2014].

Анализ состояния рынка арендного жилья в России позволил выделить недостатки, препятствующие нормальному его функционированию. Основными недостатками являются:

- отсутствие институционального оформления;
- функционирование преимущественно в теневом секторе экономики (арендодатели скрывают доходы от сделок аренды, не платят налоги по этим доходам);
- субъекты арендных отношений законодательно не защищены.

В целях создания условий для нормального функционирования рынка доступного наемного жилья и развития жилищного фонда некоммерческого использования Совет Федерации Федерального Собрания РФ принял 9 июля 2014 года Федеральный закон «О внесении изменений в Жилищный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части законодательного регулирования отношений по некоммерческому найму жилых помещений».

В настоящее время Комитетом Государственной Думы по жилищной политике и жилищно-коммунальному хозяйству активно продвигается идея создания Фонда некоммерческого арендного жилья. Это новая форма жилищной политики, предлагаемая гражданам, которые не могут себе позволить в собственность купить жилое помещение, но хотят улучшить жилищные условия [Калугин, Королькова 2014].

Кроме того, в Калужской, Нижегородской и Новосибирской области, в Татарстане и Чувашии активно развивается пилотный проект по арендному жилью, предусматривающий строительство доходных домов. В Чувашии построены дома панельной серии, которые являются доходными домами. Стоимость строительства одного кв. метра – 25 тыс. рублей, а арендные платежи составляют 8 тыс. рублей в месяц, при этом из бюджета компенсируется 3 - 5 тыс. рублей арендных платежей.

В Белгородской области также планируется запустить пилотный проект по развитию системы арендного жилья, о котором объявил 31 марта 2015 года председатель наблюдательного совета Фонда содействия реформированию ЖКХ Сергей Степашин. Это нашло поддержку у губернатора области Евгения Савченко, заявившего о необходимости создания на территории области цивилизованного рынка арендного жилья, предусматривающего, прежде всего, создание региональной нормативной правовой базы по жилищному лизингу. К организационным задачам формирования рынка арендного жилья следует отнести развитие механизма взаимодействия между участниками современного рынка жилья и инфраструктуры лизинговых отношений в регионе.

Организация лизинговой сделки схематично имеет следующий вид (рис 2.). Традиционно участниками любой лизинговой сделки являются три субъекта [Горшков, 2012]:

1. Лизингодатель – физическое или юридическое лицо, которое за счет привлеченных или собственных средств приобретает в ходе реализации лизинговой сделки в собственность имущество и предоставляет его в качестве предмета лизинга лизингополучателю за определенную плату на определенный срок и на определенных условиях во временное владение и пользование с переходом или без перехода лизингополучателю права собственности на предмет лизинга.

2. Лизингополучатель – физическое или юридическое лицо, которое в соответствии с договором лизинга обязано принять предмет лизинга за определенную плату на определенный срок и на определенных условиях во временное владение и в пользование в соответствии с договором лизинга.

3. Продавец – физическое или юридическое лицо, которое в соответствии с договором купли-продажи с лизингодателем продает лизингодателю в обусловленный срок имущество, являющееся предметом лизинга.

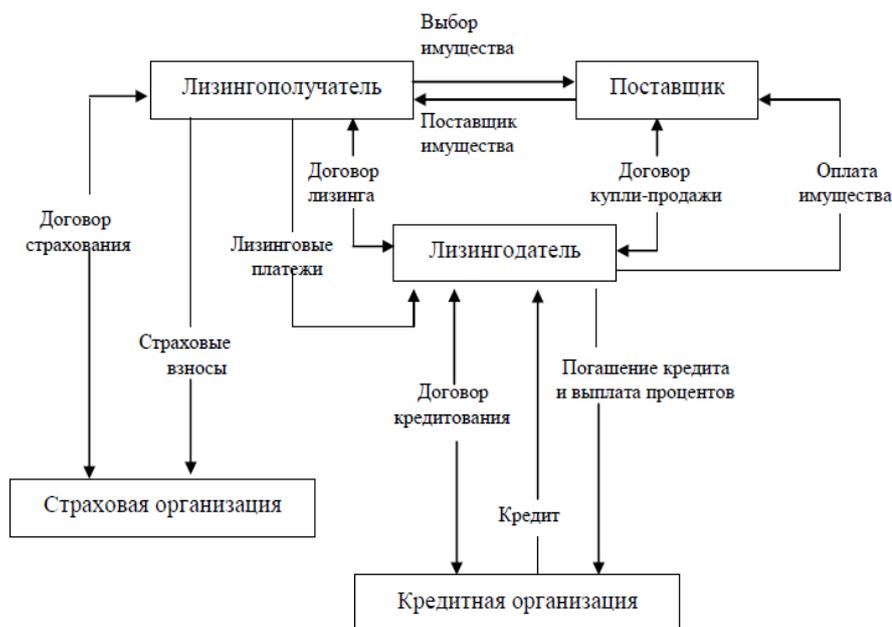


Рис. 2. Общая схема лизинговых операций [Горшков, 2012]
Fig. 2. The general scheme of leasing operations [Gorshkov, 2012]

Лизинговая сделка состоит из следующих этапов:

- 1) лизингодатель заключает договор с поставщиком;
- 2) лизингодатель заключает (в большинстве случаев) договор с банком на получение кредита для приобретения имущества;
- 3) лизингодатель заключает договор с лизингополучателем на передачу данного имущества в лизинг.

При заключении договора физическое лицо - лизингополучатель приобретает недвижимость в долгосрочное пользование. Так как владельцем квартиры или дома до момента полной выплаты своей суммы по договору остается лизингодатель в лице строительной компании или агентства, то с этой точки зрения лизинг квартир можно рассматривать как долгосрочную аренду с правом выкупа. По завершению действия договора его можно продлить, продолжив использование недвижимости на прежних условиях, либо стать собственником жилья, выплатив остаточную стоимость квартиры. Большинство договоров предусматривают такой график платежей, при котором по истечению срока действия лизингового договора лизингополучатель уже выплачивает компании всю стоимость жилья, в результате становясь его полноправным собственником.

Механизм жилищного лизинга может быть основан на одной из следующих организационных схем:

- 1) на основе региональной лизинговой компании, учрежденной областной или муниципальной администрацией (по типу региональных ипотечных агентств);
- 2) на основе дочерней компании крупной строительной корпорации, т. е. в рамках крупного девелопмента (корпоративный жилищный лизинг);
- 3) на основе коммерческой (частной) лизинговой компании (т. е. покупка недвижимости организациями с целью предоставления жилья сотрудникам на условиях жилищного лизинга) [Овсянникова, 2011].

Очевидно, что формирование территориально-локального рынка жилья возможно посредством создания государственной поддержки жилищного лизинга (создание лизинговой компании, лизингового фонда, налоговые и прочие льготы), разработки и принятия целевой программы развития жилищного лизинга, организации целевого финансирования программы и т.д.

Государственная поддержка жилищного лизинга предусматривает, прежде всего, внедрение государственно-частного партнерства при формировании и функционировании рынка доступного арендного жилья в Российской Федерации. Для власти государственно-частное партнерство (ГЧП) - это способ привлечь частный капитал к финансированию и управлению той собственностью, которую государство оставляет за собой; для бизнеса государственно-частное партнерство - это способ получить надежную прибыль на объектах государственной собственности или при оказании услуг, которые закреплены за государством. При надлежащей организации и надлежащем правовом оформлении государственно-частное партнерство выгодно и для государства, и для бизнеса, и для граждан. Механизмы ГЧП могут быть одной из форм привлечения бизнеса к решению масштабных общенациональных программ.

Из многообразия моделей государственно-частного партнерства, существующих в мире, можно выделить основные [Никишина, 2008]:

- Франчайзинг—частная компания заключает контракт с государственным или муниципальным заказчиком на управление и эксплуатацию существующего объекта строительства. Частный партнер производит инвестирование в оснащенные объекты строительства, а также в оборудование и в транспортные средства, обеспечивая возврат вложенных инвестиций и получение прибыли за счет эффективной эксплуатации объектов.
- Модель «дизайн—строительство—финансирование—эксплуатация» (DBFO — design, build, finance, operate) — частный застройщик строит на основании дизайна и спецификаций, установленных государственным органом, объект строительства. Финансирует его капитальные затраты, вводит в эксплуатацию и эксплуатирует.
- Модель «строительство—получение в собственность — эксплуатация» (BOO — build, own, operate) — частный застройщик по окончании строительства объекта передает его государственному или муниципальному заказчику на срок, установленный в контракте. По истечении срока контракта, права пользования на объект остаются у частного застройщика.
- Модель «строительство—получение в собственность—эксплуатация—передача» (BOOT — build, own, operate, transfer) — частный застройщик эксплуатирует объект капитального строительства в течение срока, установленного контрактом, по истечении которого права собственности на объект возвращаются государственному или муниципальному заказчику.
- Модель «приобретение—получение в собственность — обратный лизинг» (BOLB — buy, own, lease back)— частный застройщик строит и вводит в эксплуатацию объект строительства, который потом передает в лизинг государству или муниципалитету. Лизинговые платежи в течение установленного срока должны покрыть стоимость объекта и принести прибыль, норма которой устанавливается в контракте. По существу, эта схема представляет собой «покупку в рассрочку», за исключением того, что по мере осуществления выплат лизинговых платежей в



собственность государства или муниципалитета поступает часть объекта, пропорциональная промежуточной сумме выплат.

Вывод

Анализ способов повышения доступности жилья для населения регионов России (в частности, Белгородской области) показал, что приобретение жилья при помощи ипотечного кредитования возможно для населения лишь при внесении изначально значительной суммы собственных средств. Соответственно, необходимо искать новые инструменты, способствующие повышению доступности жилья, в числе которых может быть жилищный лизинг. При условии создания цивилизованного рынка арендного жилья граждане смогут выбирать между покупкой в собственность, ипотекой и арендой в зависимости от финансовых возможностей и личных предпочтений.

Таким образом, жилищный лизинг значительно расширит круг потенциальных участников рынка жилья и сделает жилье доступным большому количеству граждан. Однако жилищный лизинг - это лишь дополнительный способ повышения доступности жилья, а не «панацея» в решении жилищной проблемы.

Список литературы References

- Горшков Р.К. 2012. Лизинг: проблемы и перспективы развития в России. М-во образования и науки Росс. Федерации, ФГБОУ ВПО «Моск. гос. строит. ун-т». — Москва: МГСУ, 60.
- Gorshkov R.K. 2012. Leasing : problems and prospects of development in Russia. M. of Education and Science . Federation VPO «Mosk. state . building . Univ.», 60.
- Королькова Д.И., Калугин В.А. 2014. Обоснование привлекательности в строительство доходных домов на территории Белгородской области [Электронный ресурс]. Сетевой научный журнал. «Научный результат». 67-72. - Режим доступа: <http://rr.bsu.edu.ru/images/issue2/>.
- Korol'kova, D.I., Kalugin V.A. 2014. Justification appeal in the construction of apartment buildings in the Belgorod region [electronic resource]. Network scientific journal. «Research results». 67-72. - URL: <http://rr.bsu.edu.ru/images/issue2/>.
- Королькова Д.И., Ткаченко Г.И., Герасимова Н.А. 2014. Доступность жилья, как индикатор уровня жизни населения в регионе. Фундаментальные исследования. 9 (часть 3): 635-638.
- Korol'kova D.I., Tkachenko G.I., Gerasimov N.A. 2014. Dostupnost housing, as an indicator of the standard of living in the region had. Fundamental research. 9 (Part 3): 635-638 .
- Никишина О.В. 2008. Государственное-частное партнерство-один из главных инструментов повышения доступности жилья. Экономические науки. 11 (48): 327-330.
- Nikishina O. 2008. Gosudarstvennogo -private partnership is one of the main tools for improving housing affordability. Economic sciences. 11 (48): 327-330.
- Овсянникова Т.Ю., Салагор И.Р. 2011. Жилищный лизинг как финансовый механизм инвестирования на рынке жилой. Вестник Томского государственного университета. Экономика. 3(15): 67-72.
- Ovsyannikova, T.Y., Salagor I.R. 2011. Housing leasing as a financial mechanism of the residential investment market. Bulletin of Tomsk State University. Ekonomika. 3 (15): 67-72 .
- Постановление Правительства РФ от 17.12.2010 № 1050 «О федеральной целевой программе «Жилище» на 2011 – 2015 годы».
- Government Decree of 17.12.2010 № 1050 «On the federal targeted program « Housing «for 2011 - 2015 years.».
- Рогожина Н.Н. Жилье в России арендуют в 2-4 раза реже, чем в США и Европе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.irm.ru/articles/35024.html>. (18 декабря 2014).
- Rogozhina N.N. Housing in Russia Rent in 2-4 times less than in the US and Europe [electronic resource]. - URL: <http://www.irm.ru/articles/35024.html>. (18 December 2014).
- Ульянова О.Ю. 2003. Формирование методических основ лизинговых операций в жилищной сфере (на примере Волгоградской области) автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. экон. наук. Санкт-Петербург, 26.
- Ulyanova O.J. 2003. Formirovanie methodological foundations of leasing transactions in the housing sector (for example, the Volgograd Region) Abstract. Dis. on soisk . scientists. step . cand. ehkon . Science .Sankt Petersburg, 26.

УДК 339.138.

**МАРКЕТИНГОВОЕ ЭКСПРЕСС-ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ
СОВРЕМЕННОГО ЭКСПОРТА ПШЕНИЦЫ НА МИРОВОМ РЫНКЕ**
**MARKETING EXPRESS RESEARCH OF A CONDITION OF MODERN WHEAT
EXPORT ON THE GLOBAL MARKET**

М.Ю. Погорелый
M.U. Pogorelyu

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85*
Belgorod State National Research University, 85, Victory St., Belgorod, 308015, Russia

E-mail: pogorelii@bsu.edu.ru

Аннотация. Экспорт пшеницы для многих предприятий (хозяйствующих субъектов) представляет собой доходный бизнес. Бизнесменам интересен данный вопрос, поскольку основная цель бизнеса есть получение прибыли. С макроэкономической точки зрения экспорт пшеницы является одним из прибыльных вариантов диверсификации экспорта, позволяющий получать экспортную валютную выручку (приток иностранной валюты), что позитивно для условий функционирования внутреннего валютного рынка страны. Однако высокая волатильность, детерминирующая ценовые флуктуации, предопределяет необходимость изучения тенденций глобального рынка пшеницы. Как свидетельствуют многочисленные источники, существует определенное число экспортеров пшеницы, которые занимают прочные позиции на рынке пшеницы. Но новые участники (игроки) появились в последнее время. Возрастающая конкуренция также заставляет исследователей обратиться к этой тематике. Существуют многочисленные источники информации относительно мирового рынка пшеницы, экспорта пшеницы. Однако данные этих источников несколько противоречивы, что заставляет исследователей изучать этот вопрос.

В статье автор статьи предпринимает попытку оценить возможности разных стран в части экспорта пшеницы на основе исследования определенного перечня научных первоисточников. Информация о мировых ценах на зерновые (\$/т) за период 2014-2015 годы Комитета по общей организации сельскохозяйственных рынков явилась отправной точкой исследования. Автор статьи характеризует основных экспортеров пшеницы на современном этапе. Автор статьи обобщает полученные данные и систематизирует информацию. Автор статьи обосновывает перспективы развития экспортных возможностей некоторых стран.

Resume. Wheat export for many enterprises (business entities) is a profitable business. Businessmen are interested in this issue, because the main purpose of business is a profit. From a macroeconomic point of view, the export of wheat is one of the lucrative options for export diversification, which allows to obtain export revenue (inflow of foreign currency), which is positive for the operating conditions of the domestic foreign exchange market in the country. However, the high volatility determines price fluctuations, predetermines need to study the trends of the global wheat market. Numerous sources indicate that there are a number of exporters of wheat, which has strong positions in the wheat market. But new participants (players) have appeared in recent years. Increasing competition also forces researchers to address this topic. There are numerous sources information concerning the world wheat market, the export of wheat. However, data of these sources are slightly contradictory, forcing researchers to study this question. In the article the author attempts to evaluate the possibilities of different countries in terms of exports of wheat on the basis of certain list of scientific sources. Information about world cereal prices (\$/t) 2014-2015 in accordance with Committee for the Common Organization of Agricultural Markets was the starting point of the study. The author describes the main exporters of wheat at the present stage. The author summarizes the data and systematizes information. The author substantiates the prospects for the development of export capacity of wheat by some countries.

Ключевые слова: население мира, увеличение, сложность, экспорт, совокупный спрос, платежный баланс, источник, приток иностранной валюты, микро уровень, цена, рынок, естественная цена, текущая цена, рыночная цена, финансово-экономическая ситуация в сельском хозяйстве, мировые цены на зерновые, США, Канада, Аргентина, Австралия, ЕС, пшеница, мировой рынок пшеницы, диаграмма, метрические тонны, ОСП, ЕСГФ, ЕСФСР

Key words: the world's population, increase, a complexity, export, aggregate demand, the balance of payments, a source, foreign exchange inflows, the micro level, the price, market, natural price, the actual price, the market price, the diagram, metric tons, financial and economic situation in agriculture, world cereal prices, the US, Canada, Argentina, Australia, the EU, wheat, global wheat market, CAP, EAGF, EAFRD.

Introduction

According to ancient legend, the goddess of fertility Demeter gave people the grains of wheat. People planted these seeds into the ground and raised wheat, made flour and then baked bread. From

these times of people's lives is inextricably linked to wheat. In the context of worsening food problem, the production of wheat takes an extremely important character. Some experts argue that the 852 million people are starving in the economically undeveloped countries, mainly in Africa. The world's population will increase by another 2 billion in 2030 according to some estimates. There is a complexity to feed everyone. The role of the wheat grows, as bread is the basis of ration of many people.

Theoretical background

Export of raw materials and products has always been a profitable business.

From a macroeconomic point of view, the export of goods, services, results of intellectual activity stimulates the growth of GDP of a country and provides funding for GDP growth due to income from a foreign country. Export of goods, services, results of intellectual activity helps to create new jobs and promote the growth of aggregate demand. Export of goods, services, results of intellectual activity has a positive effect on the balance of payments, because export becomes a source of foreign exchange inflows into the country. At the micro level, the exporter receiving an export currency earnings, spend it on investments, payment of relevant accounts, finances its current needs.

Experts in the sphere of functioning of agriculture in Russia noted the following problems:

- technological backwardness of domestic agriculture from analogues of foreign countries because of the low level of income of farmers to modernize;
- stagnation engineering for agricultural sector of the country;
- increasing monopolization of trade networks, which limits access to the market of agricultural producers;
 - insufficient pace of social development of rural areas;
 - demographic decline;
 - outflow of able-bodied population, especially young people.

“When the price of any commodity is neither more nor less than what is sufficient to pay the rent of the land, the wages of the labor, and the profits of the stock employed in raising, preparing, and bringing it to market, according to their natural rates, the commodity is then sold for what may be called its natural price.

The commodity is then sold precisely for what it is worth, or for what it really costs the person who brings it to market...

The actual price at which any commodity is commonly sold is called its market price. It may either be above, or below, or exactly the same with its natural price.

The market price of every particular commodity is regulated by the proportion between the quantity which is actually brought to market, and the demand of those who are willing to pay the natural price of the commodity, or the whole value of the rent, labour, and profit, which must be paid in order to bring it thither” [Smith, 1776]. Smith was one of the first marketers whose thoughts are relevant today. The market price is key point for a wheat exporter. There are two fundamental factors, which influence at the market price of wheat — supply and demand. Scientists have developed the law of supply and demand in detail. A list of papers is significant: Brownlie A.D., Lloyd Prichard M. F. (1963), Fleeming Jenkin (1870), Garegnani.P. (1970), Harrington, David (2013), Kirman, Alan (1992), Mankiw, N.G., Opocher Arrigo and Steedman Ian, (2009), Smith, Adam (1776), Taylor, M.P. (2011), Vienneau, Robert (2005) and the others.

Researchers Y.F. Lachuga and A.M. Bondarenko noted a serious problem: “At the present time in Russia 115600000 hectares of arable land (to the level of 1990), we have 469000 tractors, while, for example, in Germany by 11.9 million hectares of arable land are 680000 tractors. Combine harvesters in Russia by 1000 hectare acreage we have 1.9 units, in Germany the Germans have 26 pieces. The following comparisons are illustrative: in the world by 1000 hectare of arable land accounts for 21 tractor (in Russia — 4,1 tractor); harvesters 1000 hectares of grain crops — 6.3 units (in Russia — 1.9 pieces). Consequently, Russia lags behind the world level on the number of tractors per 1,000 hectares of arable land of more than 5 times, the number of combine harvesters - by 3.3 times” [Lachuga et al., 2013, p.4]. This information indicates the technological gap. “Severe financial and economic situation in agriculture sharply reduced demand for machinery, fertilizer and other materials. The difficult financial and economic situation has led to the paralysis of many businesses. During the period from 1985 to 2003, production of tractors decreased by 32.7 times, harvesters — 19.6 times. Hundreds of thousands of people were unemployed” [Miloserdov, 2006, p.4].

We assume that the task of increasing the export of wheat will allow solving the problems partially. Let us consider world cereal prices (\$/t) 2014-2015 in accordance with Committee for the Common Organization of Agricultural Markets (Picture 1).

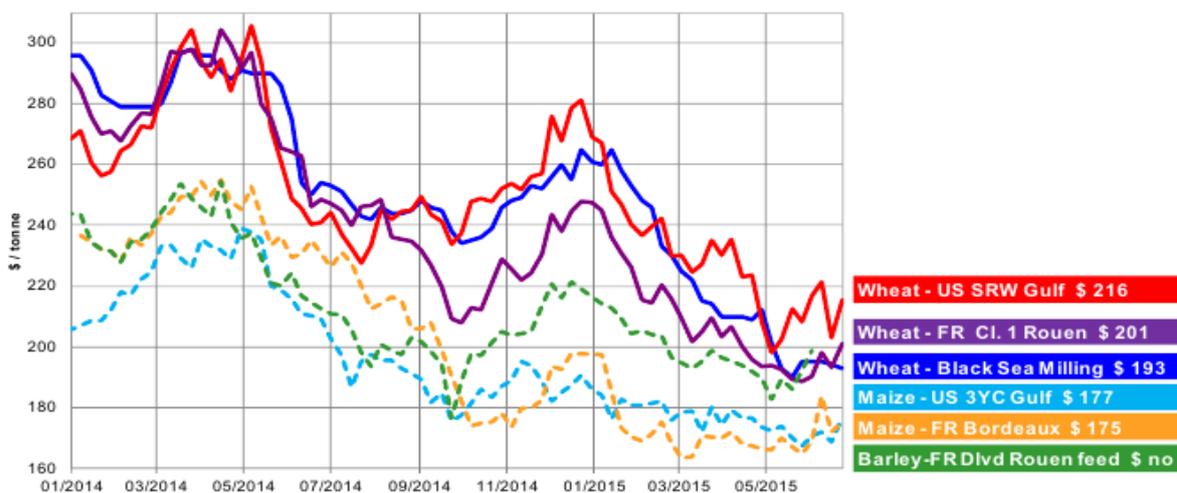


Fig.1. World cereal prices (\$/t) [12]

The decline of world cereal prices (\$/t) 2014-2015 is obvious. The decline of world cereal prices (\$/t) 2014-2015 determines the need for us to ask the question: “What happens with export?” We acknowledge the fact that there are some assessments of the experts. “The agricultural sector has changed remarkably in the past decades. Global agricultural trade has increased significantly and the relative weight of different market segments has changed both in terms of products and destination markets. In addition, new production structures are being used across the world. These changes represent both opportunities and challenges for developing countries. Agricultural trade contributes to growth and poverty reduction. Recent decades have witnessed an increase in global agricultural trade and therefore increased opportunities for exporters of agricultural products. In terms of value, exports of agricultural products nearly tripled between 2000 and 2012... This change was to a large extent driven by the price increases described above. In volume terms, exports increased by around 60 per cent over the same period... There are reasons to believe that agricultural exports will continue to increase in volume terms” [World Trade Report, 2013]. There is another point of view. “Agricultural trade as a share of domestic agricultural production and consumption has also increased in recent decades. The average annual volume growth in agricultural trade between 1950 and 2010 was about 4 per cent and therefore higher than the annual growth in global agricultural production of 2 per cent ...” [Cheong et al., 2013, p.138]. This reflects an increased integration of the agricultural sector into global markets.

We take into account this point of view, although these estimates in 2013. There are opinions in 2014. “An important phenomenon of the past 50 years has been that the share of raw traditional agricultural exports in global agricultural exports has declined significantly, implying that the weight of high value-added agricultural trade has increased. The traditional agricultural exports segment includes cereals (including wheat, rice and maize), beverages (coffee, tea, cocoa), banana and citrus fruit, oilseeds and raw materials (including wood and rubber). Until the mid-1980s, raw traditional agricultural products represented around 40 per cent of total trade in agricultural goods. In the following decade, the share dropped sharply by over ten percentage points. Processed agricultural products (which include processed traditional export products) now represent over 60 per cent of total exports of agricultural goods” [World Trade Report, 2014]. This is an interesting point of view. Indeed, replacing the share of exports of raw traditional agricultural products by processed agricultural products, we are increasing the value of exports. In addition, new jobs appear in the exporting country. Therefore, this trend is useful at the micro level and macro level.

Research method

There are many players in the global wheat market today. Experts agree that at the present time the world market of grain (wheat, corn, rice, oats, buckwheat, peas, barley) is controlled by five major exporters: the US, Canada, Argentina, Australia, the EU. The total supply of grain exports from the basic “five” exporters account for more than ¾ of total world trade. Experts assigned to the US the leading position in the grain market. “The United States is the third largest producer of wheat in the world. On average, the United States produces 62,550 TMT of wheat. The United States is the fourth largest



consumer of wheat, on average consuming 35,704 TMT. The United States imports, on average, 2,584 TMT and it exports 28,547 TMT, making the U.S. the largest wheat-exporting nation in the world” [19]. The US is the largest exporter of the grain. One-third of US acreage is sown for the sales abroad specifically. Corn, wheat keeps leading position among grain crops in the United States, much of which is exported.

Canada is a major player in the global wheat market also. Canada is a well-known exporter of wheat with a reliable reputation. “Canada, on average, produces 25,717 TMT of wheat, making the nation the sixth largest producer of wheat in the world. Based on the average, Canada consumes 7,922 TMT of wheat. Of this amount, 163 TMT were imported, making Canada the forty-seventh largest importer of wheat. Canada exports an average of 18,385 TMT ranking them second in world exports” [19]. Wheat is one of the most exported of Canadian goods. Canadian wheat is used for bread-making purposes as a rule, because of its superb characteristics. Previously, the average rate of duty for the agricultural products exported from Canada to the EU amounted to 13.9%. Canadian agricultural export to the EU amounted to an average of 2.5 billion Canadian dollars (2.3 billion USD) annually. Canada has reached an agreement with the European Union (EU) concerning free trade. According to the content of the agreement Canadian wheat export is duty-free. This agreement will increase the Canadian wheat export to the EU in 2014-2021.

Australia is one of the world's largest producers and exporters of grain crops. “Australia is the seventh largest wheat producer in the world, averaging an annual production of 19,290 TMT. Australia's consumption average is 4,504 TMT. This makes them the world's twenty-fifth largest consumer. Australia has average imports of a minuscule 51 TMT. On the other hand, exports average 14,936 TMT, which is over 75% of their total production, and makes Australia one of the largest exporters of wheat in the world” [19]. Wheat has the greatest value among the crops in Australia. The area sown to wheat in an average range of 11-13 million hectares. The share of wheat accounts for more than half of the acreage. A yield of wheat varies from year to year depending on climatic conditions and is 1-2 tons per hectare. Winter wheat prevails among sorts of wheat in Australia, although it is very sensitive to drought. The average wheat yield in Australia is 10-26 million tons. Australian Exports of wheat is 7-18 million tons per year.

The European Union is one of the leaders in the part of production and exports of wheat. According to Euro stat regional yearbook 2014: “In 2012, an average of 63.4 tons of cereals was harvested per km² across the EU. Cereals production in Europe thrives in lowland regions that are characterized by large plains, with a temperate climate and relatively modest levels of rainfall. The most concentrated areas of cereals production included northern France, eastern England, Denmark, northern Germany, most of Hungary and southwest Poland. There were 42 regions across the EU which had a level of cereals production that was at least 120.0 tons per km²” [6]. Definitely, wheat is one of the most important outputs of agricultural sector in the European Union.

We distinguish two important factors in the export policy of the European Union: the CAP and The Europe 2020 strategy. “Common agricultural policy (CAP) Significant reforms of the CAP have taken place in recent years, most notably in 2003, 2008 and 2013. These have sought to make the EU's agricultural sector more market-oriented, ensure that safe and affordable food continues to be produced, while respecting environmental and sustainability concerns. The reforms of 2003 introduced a new system of direct payments — income support farmers receive through the CAP — known as the single payment scheme. This aimed to guarantee farmers more stable incomes.

The CAP is financed by two funds: on the one hand, the European Agricultural Guarantee Fund (EAGF) finances direct payments to farmers, as well as measures to respond to market disturbances; on the other, the European Agricultural Fund for Rural Development (EAFRD) finances the rural development programme (see below for more details).

The Europe 2020 strategy has introduced seven flagship initiatives to act as new engines to boost growth and jobs. One of these initiatives is the innovation union, which includes a set of European innovation partnerships (EIPs). EIPs act across the whole research and innovation chain, bringing together all relevant actors at EU, national and regional levels. The agricultural EIP (EIP-AGRI) was launched in February 2012 by a European Commission communication, titled European innovation partnership on agricultural sustainability and productivity (COM (2012)). The main aim of the agricultural EIP is to speed up the transfer of R & D from the laboratory, focusing on partnerships to link farmers, researchers, advisors, businesses, non-governmental organizations, and other actors in operational groups”[6]. It will be interesting to learn about the place of the European wheat exports in the total volume. We will explore this later. Germany and France are the main exporters of wheat. “Germany is the eighth largest producer of wheat in the world, averaging an annual production of 19,203 TMT. Of this amount, Germany consumes 15,868 TMT, ranking them as the eighth largest consumer of wheat in the world. Average imports for Germany are 1,856 TMT, and average exports are 5,390 TMT, making

Germany the sixth largest wheat exporter in the world” [19]. Chris Lyddon estimates Germany’s total grains production for 2014-15:” Germany is the European Union’s biggest member state, in terms of population and the size of its economy. It’s a big grains producer and a big market. As an E.U. member, its farming is part of Europe’s Common Agricultural Policy and is affected by E.U. rules and E.U. market management. Although German companies are big players in technical terms, particularly in plant breeding and agrochemicals, German consumers tend to have an aversion to mixing technology and food, making Germany an opponent of biotech in agriculture and a big market for organic products. The International Grains Council (IGC) puts Germany’s total grains production for 2014-15 at 52 million tons, compared with 47.5 million the year before. The IGC estimates wheat production in 2014-15 at 27.8 million tons, up from 24.9 million” [Lyddon, 2015].

Some experts estimate the possibility of France to export wheat: “France is the fourth largest producer of wheat in the world and the largest producer of wheat in Europe. The average production of wheat in France is 35,062 TMT, with 18,467 TMT of this amount being consumed domestically in France. This makes France the sixth largest consumer of wheat in the world. Over the past five years France has, on average, imported 1,094 TMT of wheat. France is the third largest exporter of wheat in the world, averaging an exportation of 17,343 TMT of wheat” [19]. Alsace, Nord - Pas-de-Calais and Picardie are the famous French regions with the highest production of wheat per km². Manufacturers produce high quality flour from French wheat.

The UK export potential of wheat depends on the quality of the UK harvest, though the large part of the wheat used by UK flour millers is home-grown. “The United Kingdom is the twelfth largest producer of wheat in the world, averaging an annual production of 15,114 TMT. The United Kingdom is ranked eleventh in the consumption of wheat, consuming an average of 12,698 TMT. The U.K has average imports of 1,432 TMT of wheat and average exports of 3,821 TMT” [19].

Argentina is one of the world's leading producers and exporters of wheat. “Argentina is the thirteenth largest producer of wheat in the world. On average they produce 13,600 TMT of wheat. Argentina’s consumption average is 4,413 TMT. Argentina averages 33 TMT of imports, while exporting 9,238 TMT of wheat. This makes Argentina the fifth largest exporter of wheat in the world” [19]. In Argentina, the area under wheat is 4-6 million hectares. The yield is 2-3 tons per hectare. Export is 4-12 million tons.

The territory of India is about 3.3 million km². India is rich in natural resources. “India is second largest producer of wheat in the world, averaging an annual production of 65,856 TMT. On average, India consumes 65,283 TMT of wheat, ranking them as the second largest consumer of wheat in the world. India does not produce enough wheat to be self-sufficient. So, to make up the difference, India imports. On average, India imports 990 TMT of wheat, and, for various reasons, exports an average of 767 TMT of wheat” [19]. India is an industrial and agricultural country. India's population is about 1 billion people. Most of the population lives in rural areas. Agriculture in India plays an important role for the economic development of the country, 2/3 of the working population is employed in agriculture.

China has become a nuclear and space power. The economy remains multistructural. Ethnic Chinese, living abroad, investing in the Chinese economy actively. “On average, China produces 108,712 TMT of wheat annually. This makes China the world’s largest wheat producer, producing 42,856 TMT more than India, the world’s second largest wheat producer. However, China also has a population of over 1.2 billion people, and domestic consumption in China averages 112,501 TMT. China is the world’s seventh largest importer of wheat, importing an average of 4,247 TMT of wheat” [19].

Russia accounts for 10% of all arable land in the world. Most of the area is used for wheat. “Russia is the fifth largest producer of wheat in the world, averaging an annual production of 34,656 TMT. Russia is the third largest consumer of wheat in the world, consuming an average of 38,011 TMT. Russia also imports an average of 3,187 TMT of wheat, making Russia the ninth largest importer of wheat in the world. Furthermore, on average, Russia exports 78 TMT of wheat” [19]. In Russia, the total wheat yield averages 34-51 million tons annually. A Russian wheat export is 8-15 million tons per year.

Agricultural production in Ukraine occupies a fifth of the national income. Crop and livestock production are two main areas in the structure of agriculture. “The Ukraine is the eleventh largest producer of wheat in the world, averaging an annual production of 15,330 TMT. On average, the people of the Ukraine consume 14,112 TMT of wheat per year, ranking them as the tenth largest consumer in the world. The Ukraine imports 272 TMT on average, and exports an average of 1,582 TMT” [19]. Winter wheat occupies more than half of the structure of grain production in Ukraine. The area sown to wheat is 5-7 million hectares. The yield is 2-3 tons per hectare. Ukraine exports 1,7 million tons of wheat a year.

Grain is the main economic branch of agriculture in Kazakhstan. Total grain crops occupy more than 80% of the sown area of agricultural crops. “On average, Kazakhstan produced 8,606 TMT of wheat. The people of Kazakhstan consume 4,830 TMT of wheat. Kazakhstan’s average imports and exports are 20TMT and 3,710 TMT respectively. Kazakhstan’s exports rank eighth in the world” [19]. Kazakhstan

produces 13-20 million tons of wheat annually. Spring wheat occupies over 3/4 of grain crops. The total sown area for wheat is 12-13 million hectares. The growth of wheat production increases the volume of its implementation. Kazakhstan exports of 3-8 million tons of wheat annually.

Iran, Nigeria, Pakistan, Poland, South Africa, Turkey, Uzbekistan are exporters of wheat also.

Results

We summarize the information in the diagram (Picture 2). Picture 2 is compiled according to the information of the United States Department of Agriculture. MT means metric tons. Metric tons are disposed on the ordinate (ordinatus).

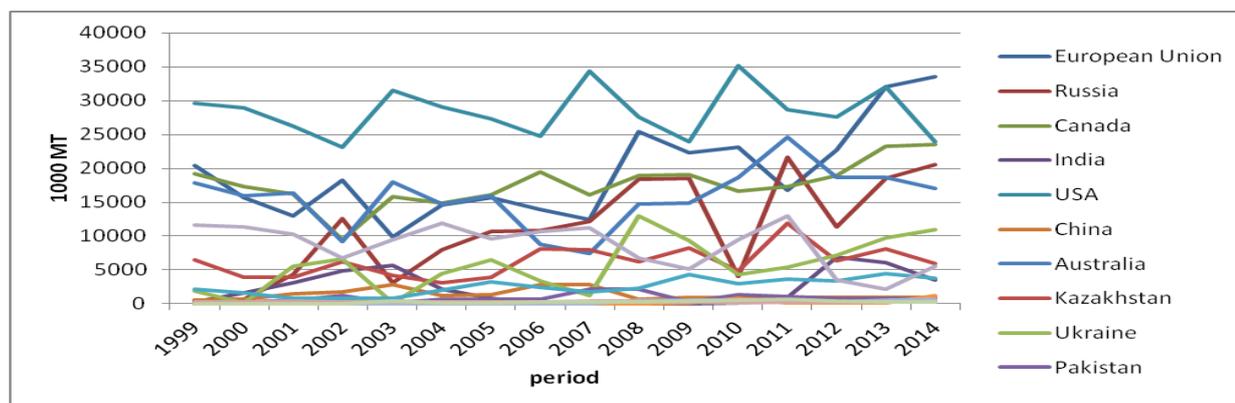


Fig.2. Wheat Exports by Year

The year of assessment is 2014. According to it, the European Union takes the first place in the sphere of wheat export, the United States of America takes the second place in the sphere of wheat export, Canada takes the third place in the sphere of wheat export, Russia takes the fourth place in the sphere of wheat export, Australia takes the fifth place in the sphere of wheat export, Ukraine takes the sixth place in the sphere of wheat export, Kazakhstan takes the seventh place in the sphere of wheat export, Argentina takes the eighth place in the sphere of wheat export, Turkey takes the ninth place in the sphere of wheat export, India takes the tenth place in the sphere of wheat export.

Conclusions

The perspective is a key point of wheat export. The information spoken above gives us some grounds to say that some countries have the advantages. This fact is interesting due to competition. We would distinguish the European Union and Canada. They have some opportunities to increase the wheat export in short term period and long term period. The nature of these advantages is the same. More over there is a connection between them. There is a clear goal of agricultural development in the European Union determined by the Europe 2020 strategy. It is important from the strategic point of view. And the other aspect is CAP (Common agricultural policy). The most effective measure is applying EAGF (the European Agricultural Guarantee Fund) and EAFRD (the European Agricultural Fund for Rural Development). Without them these advantages are declarations. The financial mechanism (EAGF and EAFRD) will allow European Union to increase wheat export. Canada has some advantage also. Canadian wheat export is duty-free in accordance with new agreement between the European Union and Canada. Russia is the fourth (not the fifth) largest producer of wheat in the world.

References

- A.D. Brownlie and M. F. Lloyd Prichard. Professor Fleeming Jenkin, 1833–1885 Pioneer in Engineering and Political Economy, Oxford Economic Papers, NS. 1963. 15(3). P. 211.
- Alan P. Kirman. 1992. Whom or What Does the Representative Individual Represent? Journal of Economic Perspectives. V. 6, N. 2 (Spring 1992): 117–136.
- Arrigo Opocher and Ian Steedman. 2009. Input Price-Input Quantity Relations and the Numeraire, Cambridge Journal of Economics. V. 3 (2009): 937–948.
- Cheong D. and Jansen, M. Employment, Productivity, and Trade in Developing-Country Agriculture, in Cheong, D., Jansen, M., and Peters, R. (eds), Shared Harvests: Agriculture, Trade, and Employment, Geneva:



International Labour Office (ILO) and the United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). 2013. P.138. Available at: https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/world_trade_report14_e.pdf.

Fleeming Jenkin. 1870. The Graphical Representation of the Laws of Supply and Demand, and their Application to Labour, in Alexander Grant, ed., (Scroll to chapter) Recess Studies, ch. VI, Edinburgh: Edmonston and Douglas, 51–85.

Eurostat regional yearbook 2014. Available at: http://ec.europa.eu/eurostat/home?p_auth=s5xFABPS&p_id=estatsearchportlet_WAR_estatsearchportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_estatsearchportlet_WAR_estatsearchportlet_text=wheat+export&_estatsearchportlet_WAR_estatsearchportlet_sort=_score&_estatsearchportlet_WAR_estatsearchportlet_action=search&_estatsearchportlet_WAR_estatsearchportlet_pageNumber=12.

Harrington David. 2013. Supply and demand microeconomics.com/ Jain, T.R. (2006–2007). Microeconomics and Basic Mathematics. New Delhi: VK Publications, 28.

Lachuga Y.F., Bondarenko A.M. 2013. K problem technicheskoi i technologicheskoi modernizacii selskogo khozyaistva [Vestnik agrarnoi nauki Dona]. Zernograd, Federalnoe gosudarstvennoe budjetnoe obrazovatelnoe uchreждение visshogo professionalnogo obrazovaniya «Donskoi gosudarstvennii agrarnii universitet», 4-12. (in Russian).

Lyddon Chris. 2015. Focus on Germany. Available at: <http://www.world-grain.com/Departments/Country%20Focus/Country%20Focus%20Home/Focus%20on%20Germany%202015.aspx?ck=1>.

Mankiw N.G., Taylor, M.P. 2011. Economics (2nd ed., revised ed.). Andover: Cengage Learning.

Market situation. Cereals. Available at: http://ec.europa.eu/agriculture/cereals/presentations/cereals-oilseeds/market-situation-cereals_en.pdf.

Miloserdov V.V. 2006. Prioritetnii nacioalii proekt «razvitie selskogo khozyaistva»: problem i puti ikh resheniya [Agrarnii vestnik Urala]. Ekaterinburg, FGBOU VO «URALSKII GAU», 2-6. (in Russian).

Garegnani P. 1970. Heterogeneous Capital, the Production Function and the Theory of Distribution, Review of Economic Studies. V. 37, N. 3 (Jul. 1970): 407–436.

Robert L. 2005. Vienneau, On Labour Demand and Equilibria of the Firm, Manchester School, V. 73, N. 5: 612–619.

Smith A. 1776. The Wealth of Nations. Available at: <http://www.econlib.org/library/Smith/smWN2.html#B.I>, Ch.7, Of the Natural and Market Price of Commodities.

Thomas M. 1992. Humphrey. Marshallian Cross Diagrams and Their Uses before Alfred Marshall, Economic Review, Mar/Apr, Federal Reserve Bank of Richmond, 3–23.

World Trade Report 2013. Factors shaping the future of world trade. Available at: https://www.wto.org/english/res_e/publications_e/wtr14_e.htm

World Trade Report 2014. Trade and development: recent trends and the role of the WTO. Available at: https://www.wto.org/english/res_e/publications_e/wtr14_e.htm.

Wheat - World Supply and Demand Summary. Available at: <http://www.spectrumcommodities.com/education/commodity/statistics/wheat.html>.

РЫНОК ТРУДА И ЭКОНОМИКА ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 681.3

УПРАВЛЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬЮ ВУЗА И СОГЛАСОВАНИЕ ИНТЕРЕСОВ СУБЪЕКТОВ РЫНКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ MANAGING THE UNIVERSITY COMPETITIVENESS AND COORDINATING INTERESTS OF ACADEMIC MARKET PARTICIPANTS WITH THE ANALYTICAL INFORMATION SYSTEM

И.А. Дудина, Н.В. Буханцева
I.A. Dudina, N.V. Bukhantseva

Волгоградский государственный университет, Россия, 400062, Волгоград, проспект Университетский, 100
Volgograd State University, the University Avenue, 100, Volgograd, 400062, Russia

E-mail: dudina777@gmail.com, nina.bukhantseva@volsu.ru

Аннотация. В статье рассматривается противоречие, возникающее между требованиями рынка труда к компетентности специалистов и образовательными программами вуза. В целях повышения конкурентоспособности вуза в условиях динамичного развития рынка образования предлагается проект информационной аналитической системы для согласования предложения услуг высшего образования с требованиями работодателей и повышения конкурентоспособности вуза.

Resume. The paper discusses the need for bridging the gap between the graduates' competences and the labour market demand for the effectiveness of academic programs. Given the vigorous development of the academic market, the authors propose that the analytical information system (AIS) be used to comply with employers' requirements to specialists' training outcomes and enhance competitiveness of a higher educational institution.

Ключевые слова: информационная аналитическая система (ИАС), управление конкурентоспособностью вуза, рынок труда, компетенции, профессиональные стандарты, проблемная область, база данных.

Key words: analytical information system (AIS), management of university competitiveness, labour market, professional standards, competences, problem solving environment, database.

Введение

Одной из ключевых проблем управления конкурентоспособностью вуза является достижение динамичного соответствия компетенций выпускников требованиям работодателей через разработку образовательных траекторий, ориентированных на удовлетворение перспективного спроса на рынке труда.

В современной конкурентной среде рынка высшего образования лидерами выступают вузы, способные своевременно и объективно оценивать востребованность своих услуг с учетом состояния рынка труда [Воронин и др., 2013; Кравец, 2007]. В связи с этим актуальной задачей становится управление степенью удовлетворения конкретных потребностей рынка в компетенциях специалистов.

Производство образовательных услуг и оценка качества подготовки специалистов имеют системный характер. При рассмотрении функционирования системы «людские ресурсы – образовательные услуги – потребности рынка труда в кадрах» всегда необходимо знать насколько качество академической подготовки соответствует профессиональным стандартам и запросам рынка [Путин, 2013; Bloom and LaFleur, 2014].

Задача гармонизации отношений между производителями образовательных услуг и потребностями рынка труда в соответствующих специалистах, находит свое решение в сфере искусственного интеллекта. В целях принятия адекватных решений вузы сегодня используют внутренние и внешние информационные ресурсы, отражающие их деятельность в различных видах

и способах сбора, обработки и хранения информации. Для анализа поступающей информации и мониторинга ее взаимодействия с внешней средой широкое распространение получили информационные аналитические системы (ИАС).

Традиционно такие системы применяются в бизнес-среде, где они уже доказали свою способность повышать эффективность принимаемых в организациях решений [Рыбина, 2010.]. В последнее время предпринимаются попытки адаптации таких систем к управлению процессами в государственных организациях, в том числе в системе высшего образования [Буханцева, Дудина, 2012; Guster, Brown, 2012; Vohra, Narayan, 2011].

Термины

Информационно-аналитические системы (ИАС) представляет собой особый класс информационных систем, предназначенных для аналитической обработки данных, а не для автоматизации повседневной деятельности организации. Система призвана помогать в принятии управленческих решений на основе оперативного предоставления информации заинтересованным пользователям, ответственным за принятие управленческих решений. В деловой сфере комплекс информационно-аналитических систем затрагивает всю управленческую вертикаль: корпоративную отчетность, финансово-экономическое и стратегическое планирование. Информационно-аналитические системы являются надстройкой над уже функционирующими информационными приложениями и не требуют их замены. В организациях высшего профессионального образования ИАС могут использоваться в качестве инструмента анализа информационных ресурсов вузов, работодателей и потребителей образовательных услуг, а также для согласования взаимодействия учебной и трудовой сфер.

Для обозначения взаимодействия образовательной и трудовой сфер мы используем понятие «предметная среда» [Санжапов и др. , 2010] с выделением в ней проблемной области с задачами взаимодействия вузов и рынка труда (Рис.1) по поводу актуальности образовательных услуг вуза. Получение и обработка информации о развитии ситуации на рынке труда позволяет вузу поддерживать качество и репутацию своих профессиональных квалификаций.

Квалификация (от лат. qualis - какой, какого качества + facere – делать) выпускника программы подготовки отражает степень профессиональной обученности и уровень подготовки выпускника вуза и разрабатывается в соответствии с профессиональным стандартом. Регуляторами профессиональных стандартов выступает сообщество профессионалов – экспертов в определенном виде деятельности. Их взаимодействие с разработчиками образовательных программ - условие формирования образовательной среды - комплекса доступных субъектам учебной деятельности условий. Через систему этих условий в образовательной среде формируются профессиональные качества личности и создаются возможности для развития субъектов образовательного процесса в социальном и предметно-пространственном окружении [Щербакова, 2012.].

Организованное взаимодействие субъектов образовательного процесса направлено на достижение основной образовательной цели: приобретение профессиональной компетентности в определенной предметной среде.

Компетентность трактуется нами как атрибут подготовки к будущей профессиональной деятельности, своевременное обновление содержания образования и требований к его результату в соответствии с изменяющейся социально-экономической реальностью.

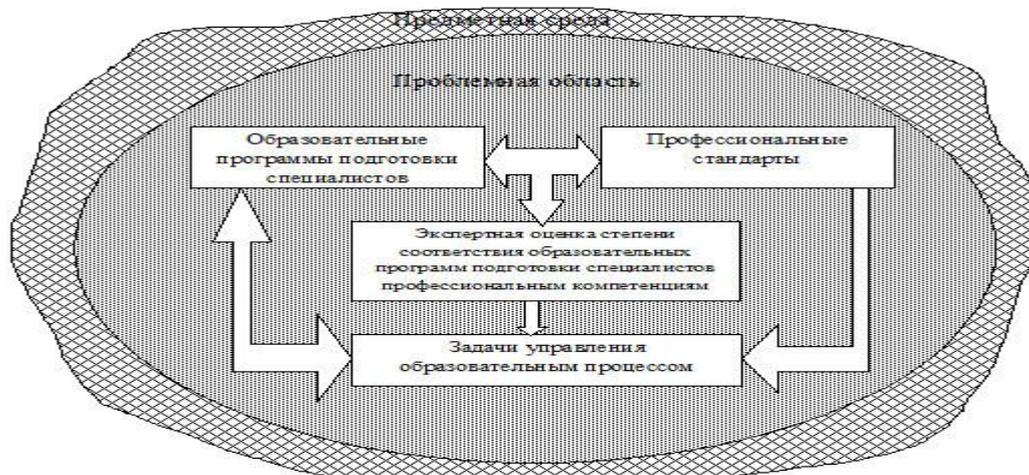


Рис. 1. Проблемная область отношений рынка труда и производства образовательных услуг
 Fig.1. Problem solving environment of labour market relationship with academic services production

Компетенции мы понимаем как взаимосвязанные профессионально-ориентированные умения и качества личности. Они приобретаются в определенной области и позволяют специалисту включиться в профессиональную специфику деятельности. Компетентность соотносится с обладанием человеком надлежащими компетенциями, включающими его личностное отношение к предмету деятельности, а также определяющими звание, должность, социальную группу, общность интересов и взглядов профессионалов. Если принять результат образования за основу для деятельности, то компетентность характеризует способность человека использовать эту основу для конкретной работы [Татур, 2004].

Согласование интересов субъектов проблемной области

Проблема дефицита квалифицированных специалистов возникает из-за того, что, с одной стороны, высокий процент выпускников не работает по специальности, с другой – уровень профессиональной компетентности выпускников вузов не соответствует требованиям работодателей [Путин, 2013]. Существованию данной проблемы способствует ряд факторов. Одним из них является слабая согласованность профессиональных стандартов с качеством академических услуг [Ашмаров, 2009]. Это не позволяет выстроить систему оценки результата обучения в соответствии с требованиями работодателей [OECD Skills Outlook, 2015].

Другим фактором является отсутствие единого федерального и регионального реестра квалификаций. Логично предположить, что при вступлении в силу Федерального Закона «О независимой оценке квалификаций» при формировании вузовских образовательных программ подготовки специалистов требования соответствующих профессиональных стандартов будут учитываться [Путин, 2013]. Однако остается вопрос о качестве управления процессом формирования необходимых компетенций специалистов в вузе, а также о мониторинге изменений потребностей рынка труда. В связи с существующим дисбалансом запросов российского рынка труда и выпуском специалистов с высшим образованием [Вишневская, 2014], возникает потребность в системе согласования интересов всех субъектов, заинтересованных в подготовке кадров: государства, работодателей, вузов, выпускников.

Взаимное информирование о любых изменениях намерений и предпочтений субъектов проблемной среды и анализ поступающей информации имеет ключевое значение для актуальности образовательных услуг вуза. Поэтому при проектировании подготовки специалистов представляется целесообразным создать информационную аналитическую систему принятия решений (Рис 2), которая позволит управлять поведением субъектов проблемной области и избегать возможных оппортунистических рисков [Санжапов и др., 2010].

Анализ соответствия профессиональных компетенций запросам рынка труда

Большинство современных информационных систем преобразуют не информацию, а данные, то есть являются, по сути, системами обработки данных [Гайдамакин, 2009]. Информационная аналитическая система управления конкурентоспособностью вуза представляет собой взаимосвязанную совокупность средств, методов и персонала, используемых не только для хранения, обработки и передачи, но и для анализа информации в целях принятия стратегических и оперативных решений по поводу создания, мониторинга и изменения программ подготовки специалистов. Созданная на базе сайта или портала вуза, ИАС способствует согласованию целеполагания и ожиданий студентов от выбранных ими образовательных программ, информирует их не только о вакансиях, но и о требованиях рынка труда к компетентности специалистов. На основе внесенных в информационную систему знаний о предметной области рынка труда и качестве образовательных услуг создаются новые и корректируются существующие программы подготовки специалистов. Заинтересованные пользователи – абитуриенты, студенты, выпускники, родители, вузовские администраторы, работодатели - получают актуальную информацию о необходимых для выбранной профессии компетенциях и образовательных учреждениях.

Информационно-аналитическая система состоит из трех модулей: модуля ввода актуальной информации о состоянии рынка труда и рынка образовательных услуг; модуля формирования и управления информационной базой данных о вузах, их образовательных программах и требований к профессионалам; модуля экспертизы (см. рис. 2).

Модуль ввода информации обеспечивает заинтересованных пользователей информацией о состоянии рынка труда и предложениях вуза. Эксперты определяют степень соответствия образовательных услуг вуза профессиональным стандартам рынка труда, выделяя наиболее востребованные профессии. Абитуриент, студент, выпускник имеет возможность выбрать вуз и, образовательную траекторию, ведущую к востребованной рыночной средой профессии. Кроме того, он может ознакомиться с набором компетенций, востребованных работодателями и агентами вуза и также следить за их изменениями.

Модуль формирования информационной базы включает содержательный анализ и мониторинг информации о рынке труда. В информационной базе размещается информация о предприятиях, организациях, вакансиях, специалистах, конкретных задачах, которые они решают в процессе деятельности, а также о вузах и их предложениях образовательных программ.

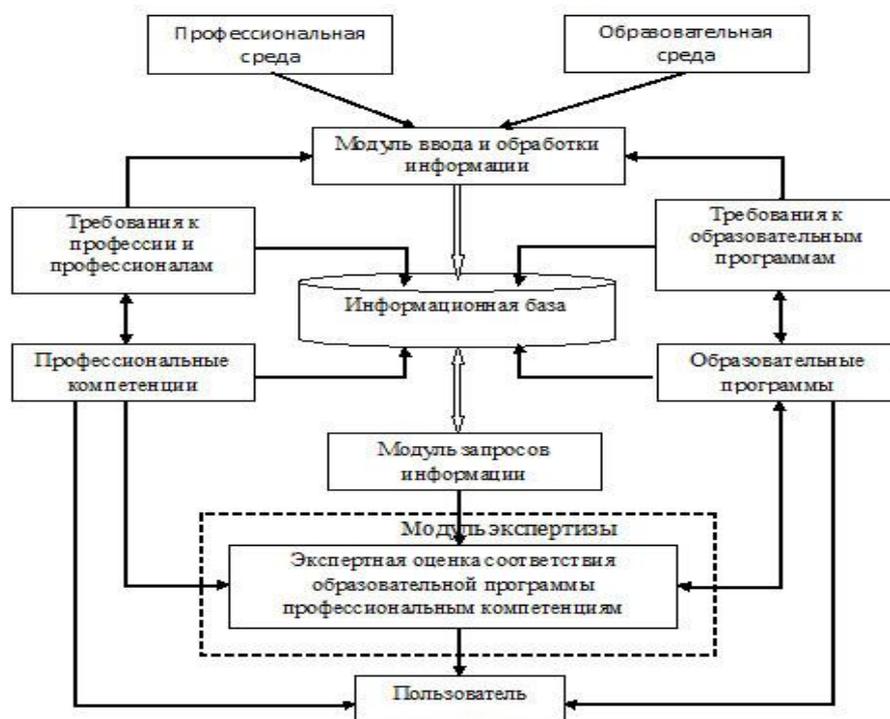


Рис. 2. ИАС управления проектированием образовательных траекторий
Fig. 2. AIS for managing academic trajectories

Пользователь системы может определить, какими знаниями и умениями он должен обладать, чтобы уметь решать профессиональные задачи и выбирать соответствующую образовательную траекторию. Фактор знания о запросах работодателей повышает возможности трудоустройства будущего молодого специалиста в ту организацию, где он хотел бы работать.

В модуле экспертизы разрабатывается комплекс оценок соответствия образовательных траекторий вуза профессиональным стандартам и запросам работодателей региона. Это инструмент работы с информационной базой, который позволяет эксперту сравнивать требования к квалификациям с содержанием подготовки специалиста. С помощью экспертной информации ИАС руководители образовательных учреждений и организаций имеют возможность более эффективно организовать процесс подготовки востребованных на рынке труда специалистов, тем самым повышая свою конкурентоспособность на рынке образовательных услуг. Используя актуальную информацию базы данных о долгосрочных и краткосрочных задачах рынка труда, а также о необходимых для их решения компетенциях, отраженных в образовательных программах, студент может определять и корректировать свои цели и ожидания от обучения по выбранной специальности, и направлено овладеть необходимыми компетенциями.

Выводы

Таким образом, наличие информационной аналитической системы дает вузу ряд конкурентных преимуществ, которые позволят ему занять лидерскую позицию по критерию соответствия трудоустройства выпускников полученной в вузе квалификации.

Во-первых, ИАС снижает риски достаточно общих ожиданий студентов от получения высшего образования и повышения их мотивации для соответствия ожиданиям работодателей.

Во-вторых, она помогает организовать взаимодействие вузов и работодателей, разработать способы адаптации образовательного процесса к реалиям регионального рынка труда, а также создать базу данных образовательных услуг и требований работодателей для исследования динамики развития регионального образования.



В-третьих, система повышает эффективность управления информацией о региональных ресурсах рынка труда и согласованных работодателями и производителями образовательных услуг процессах подготовки специалистов. Это актуализирует экспертно-аналитическую обработку данных по ситуации на рынке труда, решает проблему обмена информацией между заинтересованными организациями (вузами, потребителями их услуг, кадровыми агентствами и предприятиями), а также снижает вероятность неоправданных затрат на подготовку невостребованных кадров.

Список литературы References

Ашмаров Р.А. 2009. Рынок труда и его особенности в переходной экономике. Научные Ведомости Белгородского государственного университета. История Политология. Экономика. Информатика. №9 (64). Выпуск 11/1: 57-64.

Ashmarov R.A. 2009. Rynok truda i ego osobennosti v perehodoj jekonomike. [Labour market and its peculiarities in transitional economy]. Nauchnye Vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Istorija Politologija. Jekonomika. Informatika [Belgorod State University Scientific Bulletin. History Political Science Economics Information Technologies], №9 (64), Issue 11/1: 57-64.

Буханцева Н.В., Дудина И.А. 2012. Пользовательский интерфейс на основе «умных агентов» для систем управления обучением в вузе. Известия ВолГУ. Серия «Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах». № 10(97). Выпуск 14: 129-135.

Buhanceva N.V., Dudina I.A. 2012. Pol'zovatel'skij interfejs na osnove «umnyh agentov» dlja sistem upravlenija obucheniem v vuze. № 10(97). [Intelligent agent-based user interface for universities learning management systems]. Izvestija VolGTU. serija «Aktual'nye problemy upravlenija, vychislitel'noj tehniki i informatiki v tehniceskikh sistemah» [Volograd State Technical University Scientific Bulletin. Current Problems in Management, Computer Engineering and Science in Engineering Systems], № 10(97), Issue 14: 129-135.

Вишневская Н.Г. 2014. Молодежь на рынке труда крупного города: проблемы эффективного трудоустройства. Научные Ведомости Белгородского государственного университета. История Политология. Экономика. Информатика. №15(186) Выпуск 31/1: 38-47.

Vishnevskaja N.G. 2014. Molodezh' na rynke truda krupnogo goroda: problemy jeffektivnogo trudoustrojstva. [Vishnevskaya N.G. Youth on the labor market of a big city: problems of effective employment]. Nauchnye Vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Istorija Politologija. Jekonomika. Informatika. [Belgorod State University Scientific Bulletin History Political Science Economics Information technologies], №15 (186), Issue 31/1: 38-47.

Воронин, А.А., Васильченко А.А., Зенович А.В., Солодков С.А., Штельмах Т.В., Масюкова О.Н. 2013. Анализ содержания университетской подготовки ИТ-специалистов на основе федеральных государственных образовательных стандартов с позиций профессиональных ИТ-стандартов. Вестник ВолГУ. Серия 6. Выпуск 14: 50-60.

Voronin A.A., Vasil'chenko A.A., Zenovich A.V., Solodkov S.A., Shtel'mah T.V., Masjukova O.N. 2013. Analiz sodержanija universitetskoj podgotovki IT-specialistov na osnove federal'nyh gosudarstvennyh obrazovatel'nyh standartov s pozicij professional'nyh [The analysis of IT specialists preparation at russian universities on the ground of the federal state educational standards from the perspective of the professional it standards]. Vestnik VolGU. [Volograd State University Scientific Bulletin]. Series 6. №6, Issue 14: 50-60.

Гайдамакин Н.А. 2009. Автоматизированные информационные системы, базы и банки данных. М: Гелиос АРБ, 368.

Gajdamakin N.A. 2009. Avtomatizirovannye informacionnye sistemy, bazy i banki dannyh. [Programmed information systems, databases and databanks]. Moscow: Gelios APB, 368..

Кравец А.Г. 2007. Теория и практика согласованного управления ресурсами рынка труда и процессом подготовки специалистов, 294.

Kravec A.G. 2007. Teorija i praktika soglasovannogo upravlenija resursami rynka truda i processom podgotovki specialistov. [Theory and practice of the coordination of labour market resources management and specialist training process]. Volgograd: «Niva», 294.

Путин В.В. Послание Президента Федеральному Собранию 12 декабря 2013. Российская Газета 13.12.2013.

Putin V.V. Poslanie Prezidenta Federal'nomu Sobraniju. [President's message to the Federal Assembly. Rossijskaja Gazeta [Russian Newspaper] 13.12.2013.

Рыбина Г.В. 2010. Основы построения интеллектуальных систем. М: Изд. Дом «Инфра-М», 432.

Rybina G.V. 2010. Osnovy postroenija intellektual'nyh sistem. [Fundamentals of intellectual systems design]. Moscow: «Infra-M Press», 432.

Санжапов, Б.Х., Буханцева Н.В., Буханцев А.Н. 2010. Информационное пространство как форма существования и интеграции предметно-ориентированных информационных систем. Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки №6. г. Новочеркасск, №6: 44-49.

Sanzhapov B.H., Buhanceva N.V., Buhancev A.N. 2010. Informacionnoe prostranstvo kak forma sushchestvovanija i integracii predmetno-orientirovannyh informacionnyh sistem. [Information environment as form of existance and integration for subject-oriented information systems]. Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Serija: Tehniceskie nauki [Scientific Bulletin of Northern Caucasus Higher Education Institutions. Technical Sciences Novocherkassk] №6: 44-49.

Татур Ю.Г. 2004. Компетентностный подход в описании результатов и проектировании стандартов высшего профессионального образования. Труды методологического семинара Россия в Болонском процессе: проблемы, задачи, перспективы. Серия: Труды методологического семинара «Россия в Болонском процессе: проблемы, задачи, перспективы». М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов. 16.

Tatur Ju. G. 2004. Kompetentnostnyj podhod v opisanií rezul'tatov i proektirovanii standartov vysshego professional'nogo obrazovanija. [Competence-based approach in the description of outcomes and design of professional higher education standards.] Trudy metodologicheskogo seminará «Rossija v Bolonskom processe: problemy, zadachi, perspektivy». [Proc. of the methodology workshop «Russia in Bologna Process: problems, objectives, prospects»]. Moscow: Research centre for quality assurance for specialist training, 16.

Щербакова Т. Н. 2012. К вопросу о структуре образовательной среды учебных учреждений. Молодой ученый. №5: 545-548.

Shcherbakova T. N. 2012. K voprosu o strukture obrazovatel'noj sredy uchebnyh uchrezhdenij . Molodoj uchenyj. №5. 2012. S. 545-548. [On the Structure of the Academic Educational Environment. Young Scientist. №5,] P.545-548

Bloom M.R. and Lafleur B. 2014. Turning Skills into Profit: Economic Benefits of Workplace Education Programs. Research Report 1247-99-RR. New York. The Conference Board Inc., 15.

Guster D., Brown C.G. 2012. The Application Of Business Intelligence To Higher Education: Technical And Managerial Perspectives. Journal of Information Technology Management Volume XXIII, Number 2: 42-62.

OECD Skills Outlook 2015. 2015. Youth, skills and employability. Paris: OECD Publishing: 316.

Vohra N., Narayan Das N. 2011. Intelligent Decision Support Systems for Admission Management in Higher Education Institutes // International Journal of Artificial Intelligence & Applications (IJAIA), Vol.2, No.4, October: 63-70.



УДК 332.122; 339.138

**ФОРМИРОВАНИЕ БРЕНДА ВУЗА КАК ФАКТОРА ПОВЫШЕНИЯ
КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ТЕРРИТОРИИ**
**FORMATION OF THE UNIVERSITIES BRAND AS A FACTOR OF INCREASING
COMPETITIVENESS OF THE TERRITORY**

А.А. Голодова
A.A. Golodova

Волгоградский государственный университет, Россия, 400062, г.Волгоград, пр. Университетский, 100
The Volgograd state university, Russia, 40062, Volgograd, Universitetskiy ave., 100

E-mail: mdnastyia@yandex.ru

Аннотация. Конкурентоспособность территории определяется большим количеством факторов, одним из которых является наличие образовательного учреждения, имеющего устойчивый положительный бренд. В статье рассматривается сущность бренда образовательного учреждения, основные его составляющие и специфика его формирования. На основе анализа эффективности деятельности вузов Волгоградской области определяется образовательное учреждение, на базе которого наиболее целесообразно формирование бренда, позволяющего стать фактором конкурентоспособности территории. На основе стейкхолдерской теории в статье определяются основные субъекты, заинтересованные в наличии в регионе вуза, имеющего «сильный» бренд, а также способствующие его формированию.

Resume. Competitiveness of the territory is defined by a large number of factors one of which is existence of the educational institution having a steady positive brand. In the article the essence of the brand of the educational institution, its main components and the specifics of its formation are considered. Based on the analysis of the higher education institutions' effectiveness of the Volgograd region, an educational institution is determined on the basis of which the most appropriate formation of the brand is available, allowing to become a factor of the competitiveness of the territory. According to the stakeholders theory the article defines the main subjects, interested in the presence of the higher education institution in the region, which has a «strong» brand, as well as contribute to its formation.

Ключевые слова: бренд, брендинг, конкурентоспособность территории, образовательные учреждения, стейкхолдерская теория, факторы конкурентоспособности.

Key words: brand, branding, competitiveness of the territory, educational institutions, the stakeholders theory, factors of competitiveness.

Введение

Формирование конкурентоспособности территории обусловлено действием ряда факторов, которые могут оказывать как позитивное, так и негативное влияние на этот процесс. Общепринятой является точка зрения, что конкурентоспособность территории определяется, в первую очередь, ее географическим положением и наличием ресурсов, а прочие преимущества являются производными от конкурентоспособности государственного и/или муниципального управления, а также от конкурентоспособности бизнес-структур (самих предприятий и выпускаемой ими продукции).

Традиционно конкурентные преимущества территории определяются следующими группами факторов:

- конкурентоспособность страны;
- природно-климатические, географические, экологические и социально-экономические параметры территории;
- предпринимательская и инновационная активность в регионе;
- уровень соответствия параметров инфраструктуры территории международным и/или федеральным нормативам;
- уровень международной интеграции и кооперации территории.

В современных условиях все больше внимания уделяется проблемам разработки действенного инструментария по обеспечению конкурентоспособности территории, которая подразумевает не только способность использования имеющихся конкурентных преимуществ, но и активную их генерацию для укрепления позиций [Шалыгина и др., 2013].

Во все большей степени привлекательность территории определяется уровнем развития экономической инфраструктуры, квалификацией рабочей силы, информационными и управленческими технологиями. Новые представления об источниках и факторах конкурентоспособности позволяют по-новому посмотреть на сферы здравоохранения и образования,

телекоммуникации, науку – как на те сферы общественной жизни, которые оказывают решающее влияние на темпы и направления экономического развития. В рамках данного исследования представление о конкурентоспособности территории включает в себя такие характеристики, как способность к созданию сильной и известной образовательной площадки, а также способность к формированию полноценной среды жизнедеятельности.

Результаты исследований

Развитие конкурентоспособности территории (по М.Портеру [Портер, 1993]) осуществляется по следующим стадиям (уровням):

- конкуренция на основе факторов производства – за счет природных ресурсов, благоприятных условий для производства товаров, квалифицированной рабочей силы;
- конкуренция на основе инвестиций – за счет агрессивного инвестирования в образование и технологии;
- конкуренция на основе нововведений – за счет создания новых видов продукции, производственных процессов, организационных решений и прочих инноваций;
- конкуренция на основе богатства – за счет уже имеющегося потенциала.

Первые три стадии обеспечивают экономический рост, последняя – застой и спад [Шеховцева, 2011].

В современных условиях целесообразным является делать упор на стадию инвестиций с последующим переходом к инновационному развитию. Однако, уже сегодня существует объективная потребность в инновационной «наполненности» инвестиций. В создании конкурентного преимущества территории немаловажное значение имеют научные знания, образовательная сфера – и как фактор развития производства, и как фактор формирования инновационного потенциала территории. В рамках данной теории образовательное учреждение с сильным, устойчивым брендом выступает детерминантой в первых двух стадиях развития, обеспечивающих экономический рост. Таким образом, инвестиции в образование и, в частности, в формирование бренда вуза способны обеспечить конкурентоспособность территории.

В условиях рыночной экономики в сферу образовательных услуг активно стали внедряться технологии маркетинга и менеджмента, позволяющие оценивать позиции учреждений на рынке, отвечать на запросы потребителей, создавая максимально полно приближенный к их потребностям продукт. Брендинг становится одним из эффективных инструментов создания и поддержания конкурентных преимуществ вуза на рынке образовательных услуг.

Под брендом понимается некая специфическая характеристика, которая позволяет товару или услуге выделяться среди других в конкурентном плане за счет уникального сочетания функциональных черт и символических значений [Акер, 2003]. Бренд относят к уникальной ценности, а существенным фактором, который придает ему ценностное содержание, выступает наличие в нем привлекательных и узнаваемых для воспринимающих целевых аудиторий признаков, которые позволяют установить доверительные отношения на основе вызываемых позитивных впечатлений. С одной стороны, привлекательность признака (признаков) задается с учетом знания ожиданий и запросов тех, для кого он позиционируется (например, доверие к вузу может вызывать привлекательность реализуемых программ подготовки, удобное расположение корпусов, признанное качество предоставляемых услуг, возможности общественной и творческой реализации и многое другое), а с другой, – данные признаки должны быть подкреплены имеющимися достижениями или подтверждаться практикой ранее осуществленных взаимодействий (что возможно при наличии сложившегося вузовского сообщества).

Формирование успешного бренда и эффективное управление им решает ряд поставленных перед образовательным учреждением задач:

- способствует созданию естественных барьеров для конкурентов;
- позволяет осваивать новые рыночные ниши и облегчает вывод на рынок новых продуктов;
- дает дополнительное время для адаптации при появлении рыночных угроз;
- позволяет дистанцировать образовательные продукты от аналогичных продуктов конкурентов.

Бренд образовательного учреждения необходимо рассматривать как один из наиболее устойчивых его активов, на формирование которого должна быть направлена вся маркетинговая, рекламная и PR-деятельность вуза. Каждый бренд обладает определенными атрибутами – функциональными и эмоциональными составляющими, которые ему присваиваются теми группами общественности, с которыми взаимодействует вуз. Такие атрибуты могут иметь различную направленность и значение для разных групп общественности.

Любой новый образовательный продукт, появившийся на рынке, создает у потребителя определенное впечатление. Как правило, первое впечатление является наиболее сильным, однако,



на рынке образовательных услуг такое впечатление отсрочено на значительный период, поскольку окончательный результат и эффект от приобретения любого образовательного продукта ощутимы потребителями через определенный промежуток времени. В данном случае проявляется специфика бренда образовательного учреждения: он более надежен и складывается в течение длительного периода, и если впечатление о поставщике услуг сформировано положительное, оно поддается колебаниям при наличии сильных негативных факторов.

Помимо этого, брендинг вуза должен учитывать и тот факт, что основной реализуемый продукт – это образовательная услуга. Услуги сами по себе специфичны и обладают рядом характеристик: неосвязаемость (услугу невозможно увидеть), неотделимость от источника (ее реализация возможна только в присутствии производителя), непостоянство качества (качество зависит от производителя), несохраняемость (невозможность хранить услугу для дальнейшей продажи или использования). Однако образовательные услуги обладают еще несколькими специфичными характеристиками, которыми нельзя пренебрегать при разработке и реализации политики брендинга:

- неосвязаемость до момента приобретения: чтобы убедить потребителя в качестве реализуемых услуг вузам приходится формализовать наиболее значимые параметры качества услуг и представлять их максимально наглядно (сертификаты, лицензии, дипломы, учебные планы, программы и проч.);

- потребление услуги начинается в момент ее оказания, а сама технология оказания услуги подразумевает вовлечение потребителя в данный процесс;

- качество услуги зависит от потребителя, которому она оказывается (уровень интеллектуального развития, способность анализировать материал, заинтересованность в образовательном процессе и прочие факторы оказывают влияние на результат оказания услуги);

- образовательную услугу невозможно заготовить «впрок» как материальный товар в ожидании роста спроса, ее содержательная часть постоянно изменяется и корректируется (появляются новые технологии в обучении, новые дисциплины и т.д.);

- оказанная образовательная услуга теряет свою актуальность и «четкость» (изменение внешней среды вызывает у потребителя необходимость пополнения знаний и навыков, а также существует естественное для человека забывание полученной информации).

При формировании бренда вуза необходимо учитывать, что сам рынок образовательных услуг также специфичен, он включает в себя не только конкурентов, субъекта и объекта реализации и оказания услуги (вуз – абитуриент), но в него вовлечены и такие группы общественности, как: рынок труда (представленный бизнес-сообществом и службами занятости), администрация территории (муниципальные и федеральные органы власти), родители абитуриентов (во многом влияющие на выбор абитуриентов и являющиеся своеобразными инвесторами). Помимо данных групп общественности, оказывающих влияние на бренд, можно также выделить группы, находящиеся во внутренней среде образовательного учреждения: администрация вуза, сотрудники, профессорско-преподавательский состав, студенты. Все перечисленные группы являются теми субъектами, которые либо оказывают влияние на бренд вуза, либо заинтересованы в том, чтобы сильный бренд существовал. Нередко влияние и заинтересованность групп общественности совпадает. Формирование бренда вуза – это процесс в который включены все перечисленные группы. Сильный бренд может быть сформирован только в том случае, если он максимально полно учитывает интересы всех сторон.

Формирование бренда должно производиться на базе того вуза, который уже имеет положительный имидж и устойчивые связи со всеми группами общественности. Наличие широкого спектра реализуемых образовательных программ (их дифференциация) создает дополнительные конкурентные преимущества вузу, а значит, упрощает процесс создания сильного бренда на его основе.

В Волгоградской области в настоящее время год функционирует 16 учреждений высшего профессионального образования, 11 из которых – государственные, 5 – негосударственные. Анализ, проведенный в данной статье, базируется на необходимости создания сильного бренда того образовательного учреждения, которое является государственным, самостоятельным (не филиалом другого вуза), реализует широкий набор программ подготовки, относящихся к различным укрупненным группам специальностей, имеет нормативные (или выше) показатели эффективности образовательной деятельности (согласно показателям Межведомственной комиссии по мониторингу деятельности образовательных организаций высшего образования [Main computer center]).

По трем первым критериям можно выделить следующие учреждения высшего профессионального образования, функционирующие на территории Волгоградской области:

- Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (ВолгГАСУ);



- Волгоградский государственный социально-педагогический университет (ВГСПУ);
- Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ);
- Волгоградский государственный университет (ВолГУ).

Что касается эффективности деятельности перечисленных вузов, то ее оценка проводилась по семи основным критериям в области образования и в сравнении с пороговыми значениями. К данным показателям относятся: образовательная деятельность, научно-исследовательская деятельность, международная деятельность, финансово-экономическая деятельность, инфраструктура, трудоустройство, дополнительный показатель.

В таблице представлены нормативные и фактические значения каждого из показателей для анализируемых образовательных учреждений.

Таблица
Table

Фактические и пороговые значения показателей эффективности деятельности вузов Волгоградской области, 2014 г.
Actual and threshold values of the performance indicators of higher education institutions of the Volgograd region, 2014.

	Пороговое значение показателя	ВолгГАСУ	ВГСПУ	ВолгГТУ	ВолГУ
Образовательная деятельность, балл	60,00	58,47	65,39	60,12	65,63
Научно-исследовательская деятельность, тыс.руб.	51,80	50,56	21,7	383,32	76,60
Международная деятельность, %	1,00	2,69	2,28	5,66	1,65
Финансово-экономическая деятельность, тыс.руб.	1327,57	1120,16	1106,99	1853,19	1538,81
Инфраструктура, кв.м.	13,92	11,24	21,7	18,84	7,22
Трудоустройство, %	97,33	94,94	96,87	98,03	96,99
Дополнительный показатель, %	2,78	4,56	5,26	4,19	6,03

Источник: составлено по материалам Главного информационно-вычислительного центра Рособразования

Source: based on materials of the Main computer center of Federal Agency for Education

Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод о том, что из семи показателей эффективности деятельности ВолгГАСУ соответствует двум, ВГСПУ – четырем, ВолгГТУ – всем показателям, ВолГУ – пяти. ВолгГТУ по таким показателям, как научно-исследовательская деятельность, международная деятельность, финансово-экономическая деятельность и трудоустройство имеет максимальное значение среди других вузов Волгоградской области.

Немаловажным фактором, влияющим на репутацию, имидж и бренд вуза, являются его позиции в рейтингах. В национальный рейтинг университетов (группа «Интерфакс» [National rating of universities]) из анализируемых вузов Волгоградской области входят следующие: ВолгГАСУ (127 место, 366 баллов), ВолГУ (110 место, 383 балла), ВолгГТУ (100 место, 402 балла). Баллы в данной категории сформированы на основе:

- вклада вуза в формирование национальных элит - академической, органов государственного управления, бизнеса;
- уровня качества и эффективности коммуникаций вуза с целевыми аудиториями;
- уровня медиаактивности вуза, публичной деятельности ректора и представителей вуза в течение календарного года;
- уровня восприятия результатов исследовательской деятельности вуза международным академическим сообществом;
- уровня восприятия результатов исследовательской деятельности вуза российским академическим сообществом.

Таким образом, «площадкой» для создания бренда образовательного учреждения на территории Волгоградской области целесообразно использовать ВолгГТУ, поскольку он обладает наиболее благоприятной для этого базой и более других вузов соответствует требованиям, выдвигаемым Министерством образования и науки РФ.

Использование стейкхолдерской теории применимо к формированию различных стратегий развития территории [Anikina I.D., Chekalkina A.A., 2014], в том числе – при разработке и совершенствовании политики позиционирования региона. В формировании бренда вуза как одного из факторов конкурентоспособности территории можно выделить внешних и внутренних



стейкхолдеров, которые, с одной стороны, заинтересованы в наличии у того или иного вуза «сильного» бренда, а с другой стороны, сами его формируют. К внешним можно отнести администрацию региона, представителей работодателей и общественных организаций, выпускников вуза, его абитуриентов и их родителей, к внутренним – администрацию вуза, студентов, сотрудников, профессорско-преподавательский состав.

Наличие в регионе «сильных» образовательных учреждений порождает приток учащихся и тормозит их отток в другие регионы, а значит, в долгосрочном периоде – это потенциальная рабочая сила. Также наличие в регионе вуза, имеющего имидж, связанный с высокой квалификацией профессорско-преподавательского состава, профессионализмом выпускников и высокой степенью их трудоустройства, оказывает влияние и на имидж всего региона в целом, что в конечном итоге сказывается на его конкурентоспособности. Территориальный бренд опирается на политический, экономический, социокультурный потенциал территории и природно-рекреационные ресурсы, а также бренды товаров и услуг, локализованные в определенной географической местности [Ломовцева ОА., Маслова В.О.].

Выводы

Бренд не только влияет на конкурентоспособность вуза и территории, в рамках которой он функционирует, но способствует их идентификации на рынке: абитуриенты ориентируются на узнаваемое имя, их родители – на положительные ассоциации и степень доверия к вузу, работодатели с большим удовольствием принимают на работу выпускников тех вузов, чей имидж является позитивным, сотрудники, профессорско-преподавательский состав, студенты вуза с «сильным» брендом с большим патриотизмом относятся к своей работе (учебе) и т.д. Таким образом, стейкхолдеры в разной степени заинтересованы в наличии в регионе вуза с устойчивым положительным брендом. Использование стейкхолдерской теории позволяет увидеть, кто из групп стейкхолдеров, в какой степени и по какой причине заинтересован в наличии в регионе вуза, имеющего устойчивый положительный бренд, что дает возможность как администрации вуза, так и региональным органам власти использовать те инструменты воздействия на стейкхолдеров для инициирования и повышения уровня заинтересованности, которые являются наиболее целесообразными для каждой из их групп.

То же самое можно сказать и о степени влияния на бренд образовательного учреждения. Использование стейкхолдерской теории позволяет выделить те инструменты воздействия на бренд, которые используются целенаправленно – финансирование (администрация региона), реализация совместных программ подготовки, организация практик с дальнейшим трудоустройством (бизнес-сообщество), рекламные и PR-кампании (администрация вуза, сотрудники, студенты, научно-педагогические работники) и т.д., а также те, которые используются стейкхолдерами спонтанно – трудоустройство в крупные компании (выпускники), участие в конкурсах, проектах, появление в СМИ (студенты, сотрудники, научно-педагогические работники) и т.д. Это дает возможность дифференцировать инструменты и наращивать влияние на бренд тех, которые, делают его более устойчивым (например, спонтанных).

Таким образом, можно говорить о том, что стейкхолдерская теория является тем инструментом, использование которого позволяет создавать такой бренд образовательного учреждения, ориентированные на потребности различных целевых аудиторий, планировать поэтапное продвижение его на ранке, охватывая вначале связанные сегменты, а затем диверсифицируя свои рынки. В перспективе активное и целенаправленное участие стейкхолдеров в создании бренда вуза делает их более устойчивыми и конкурентоспособными, что отражается на конкурентоспособности региона, становится фактором его развития.

Список литературы References

- Аакер Д. 2003. Бренд-лидерство: новая концепция брендинга. М., Гребенников, 374.
Aaker D. 2003. Brand leadership: new brand conception]. М., Grebennikov, 374 (Aaker D. 2000. Brand Leadership: Building Assets In an Information Economy. New York: Free Press, 374).
Anikina I.D., Chekalkina A.A. 2014. Using the stakeholders theory in the development of regional financial innovation strategy: harmonization or conflict of interest? The first international conference on economic science. «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH, Vienna, Austria, 176-180.
Главный информационно-вычислительный центр. Информационно-аналитические материалы к заседанию рабочей группы Межведомственной комиссии по мониторингу деятельности образовательных

- организаций высшего образования. Электронный ресурс. URL: http://miccedu.ru/monitoring/2014/materials/reg_10602.htm
- Ломовцева О.А., Маслова В.О. 2013. Маркетинг территорий: концептуальный и прикладной аспекты. Научные ведомости БелГУ. Серия: История. Политология. Экономика. Информатика, 15-1 (158): 15-24.
- Lomovtseva O.A., Maslova V.O. 2013. Marketing of territories: conceptual and applied aspects. Nauchnye vedomosti BelGU. Seriya: Istoriya. Politologiya. Ekonomika. Informatika [Belgorod State University Scientific Bulletin. History. Political science. Economy. Informatics], 15-1 (158): 15-24.
- Национальный рейтинг университетов. Электронный ресурс. URL: <http://www.univer-rating.ru/txt.asp?rbr=29>
- Портер М. 1993. Международная конкуренция. Конкурентные преимущества стран. М., Международные отношения, 896.
- Porter M. 1993. Mezhdunarodnaya konkurentsia. Konkurentnye preimushchestva stran [International competition. Competitive advantage of nations]. М., Mezhdunarodnye otnosheniya, 896 (Porter M.E. 1990. The Competitive Advantage of Nations. New York: Free Press, 875).
- Шалыгина Н.П., Селюков М.В., Зенин Г.В., Шалыгина Т.О. 2013. Брендинг и его роль в повышении конкурентоспособности региона. Экономика и экологический менеджмент, 2. Электронный ресурс. URL: <http://economics.open-mechanics.com/articles/881.pdf>.
- Shalygina N.P., Selyukov M.V., Zenin G.V., Shalygina T.O. 2013. Branding and its role in increasing the competitiveness of region. Ekonomika i ekologicheskiy menedzhment, 2. Available at: <http://economics.open-mechanics.com/articles/881.pdf>.
- Шеховцева Л.С. 2011. Конкурентоспособность региона: факторы и методы создания. Маркетинг в России и за рубежом, 4: 12-16.
- Shekhovtseva L.S 2011. Competitiveness of the region: factors and method of creation. Marketing v Rossii i za rubezhom, 4: 12-16.
- Main computer center. Information and analytical materials to a meeting of the working group of the Interdepartmental commission on monitoring of activity of the educational organizations of the higher education. Available at: http://miccedu.ru/monitoring/2014/materials/reg_10602.htm
- National rating of universities. Available at: <http://www.univer-rating.ru/txt.asp?rbr=29>

АКТУАЛЬНАЯ ТЕМА

УДК 330.55.051

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОКАЗАТЕЛЯ «ДОБАВЛЕННАЯ СТОИМОСТЬ» THE ECONOMIC DIMENSION WITH THE USE OF INDICATOR «ADDED COST»

В.Н. Кабанов
V.N. Kabanov

Старооскольский филиал Воронежского экономико-правового института, Россия, 309514, Белгородская область, г. Старый Оскол, ул. Ленина, 59.

Stary Oskol branch of Voronezh Institute of Law and Economics, Stary Oskol, Lenina, 59, 309514, Russia.

E-mail: kabanovvn@yandex.ru

Аннотация. Приводится краткий обзор публикаций на русском языке, размещенных на сайте российского информационного портала «Научная библиотека (<http://elibrary.ru>)». Для каждой классифицированной группы приводится авторская точка зрения, которая состоит в следующем:

Исследование понятийного аппарата и методов измерения ВВП должны корреспондироваться с официальной точкой зрения государственного органа (Росстат РФ).

Экономические модели, включающие показатель ВВП, должны учитывать особенность динамики изменения показателей межотраслевого баланса, а также условия, характеризующие степень открытости национальной экономики, в том числе уровень мировой конкуренции.

Исследование структуры добавленной стоимости представляет собой научный анализ системы распределения ВВП между наемными работниками, государством и владельцами бизнеса.

Показатель «добавленная стоимость» в перспективе вытеснит показатель «выручка» (выпуск) из большинства экономических вычислений.

Resume. A brief review of publications in Russian, posted on the website of the Russian news portal «Research library (<http://elibrary.ru>)». For each classified group is the author's point of view, which is as follows: A study of the conceptual apparatus and methods of measuring GDP should correspond with the official point of view of the public authority (Federal service of state statistics of the Russian Federation). The economic model that includes GDP, needs to consider the peculiarity of the dynamics of changes of indicators of inter-sectoral balance and the terms that characterize the degree of openness of the national economy, including the level of global competition. Investigation of the structure of value added is a scientific analysis of the distribution of GDP between employees, government and business owners. The indicator "value added" in the future will supersede the terms of "revenue" (release) most economic calculations.

Ключевые слова: добавленная стоимость, валовой внутренний продукт, предпринимательская деятельность, региональная экономика.

Key words: value added, gross domestic product, entrepreneurial business, regional economy.

Введение

При подготовке материала публикации автор обратился к результатам исследований, так или иначе относящихся к понятию или показателю «добавленная стоимость». В результате знакомства с соответствующими публикациями, размещенными на сайте российского информационного портала «Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>)», возникла идея подготовить в ближайшее время детальный обзор отечественных исследований в этой области. В настоящем материале приводится короткая классификация основных направлений исследований, выполняемых русскоязычными исследователями. Цель классификации – показать точки зрения альтернативные авторской. Такой подход, с точки зрения автора, показывает актуальность и

уровень конкуренции, сложившиеся в этом направлении экономической науки, что обеспечивает уровень достоверности профессиональной оценки представленного материала.

Если опустить публикации, рассматривающие добавленную стоимость (ВВП) как традиционный показатель, используемый для измерения эффективности социально-экономического развития территории, а также как результата хозяйственной деятельности предприятий и организаций (в том числе, применение понятие добавленной стоимости для описания значения сверхприбыли – EVA), тогда в качестве укрупненных классификационных признаков логично использовать:

- теоретические исследования показателя «добавленная стоимость (ВВП)» и методов определения количественного значения этого показателя [Паймушкина Н.В., 2006; Авдеев П.А., 2013; Бачурин Д.Г., 2014; Биткулова З.С., 2014; Ефимов В.В., Киященко Т.А., 2014; Никольский А.Ф., 2014; Новиков В.В., Новиков В.В., 2014; Пешина Э.В., Преснякова Е., 2014];

- экономико-математические модели, основу которых составляет ВВП [Богомазова В.Н., 2014; Быстрой Г.П., Лыков И.А., 2014; Киевский Л.В., 2014];

- исследование структуры добавленной стоимости [Аврашков Л.Я. и др., 2014; Аксянова А.В., Гадельшина Г.А., 2014; Гайнутдинова Е.А., 2014; Жуков А.Л., 2014; Ивлиев И.В., 2014; Кабанов В.Н., 2014; Киселева Н.П., 2015];

- применение значения добавленной стоимости в качестве критерия экономической эффективности развития общественно-территориальных объединения населения и предприятий [Майорова В.В. и др., 2014; Мусаева Л.З. и др., 2014; Савеличев М.В., 2014; Сорокина Н.Ю., 2014; Чумакова Е.А., 2014; Эстерханов Л.У., Шамилев С.Р., 2014; Киселева Н.П., 2015; Магомедов А.М., Бучаев А.Г., 2015].

С точки зрения автора, исследование показателя ВВП и добавленная стоимость должны начинаться с конкретизации представлений об этих показателях. Если абстрагироваться от оригинальных выводов [Ефимов В.В., Паймушкина Н.В., 2006; Никольский А.Ф., 2014], описывающих авторские подходы к пониманию физического смысла этих показателей, тогда остается принять официальную трактовку, предлагаемую Росстатом РФ: «ВВП при расчете производственным методом получается как сумма валовой добавленной стоимости всех отраслей или секторов в основных ценах плюс чистые налоги на продукты» [Стр. 297, Российский статистический ежегодник. 2014]. Если исходить из логики измерения ВВП в целом по национальной экономике, а также в разрезе видов экономической деятельности и субъектов РФ, тогда очевидно, что количественные значения показателей ВВП и добавленной стоимости равны. Не отрицая дискуссии о точности определения [Бачурин Д.Г., 2014; Биткулова З.С., 2014], автор придерживается точки зрения об арифметическом равенстве значений этих показателей, и в дальнейшем рассматривает их как синонимы.

Важно подчеркнуть, что количественные значения, описывающие величину произведенной добавленной стоимости экономикой в целом, а также всеми ее структурными элементами, входящими в состав наблюдений Росстата РФ (Глава «Система национальных счетов»), с точки зрения автора, обеспечивают достаточный уровень достоверности. Это не означает, что предложения по совершенствованию системы измерений [Пешина Э.В., Авдеев П.А., 2013; Киященко Т.А., 2014; Преснякова Е., 2014], не должны обсуждаться профессиональным сообществом, а также внедряться в практику статистических наблюдений. Вместе с тем, существующая система наблюдений, а также ее открытость для исследователей, обеспечивают возможность исследователям научно обосновывать и доказывать существование зависимостей и выявлять факторы, оказывающие наиболее существенное влияние на эффективность предпринимательской деятельности и уровень социально-экономического развития общества.

Важной частью практического применения динамики изменения количественных значений ВВП являются макроэкономические модели роста. К сожалению, следует констатировать, что за последний год количество публикаций в этом направлении не велико. Вероятно, это связано с тем, что построение таких моделей сопряжено с немалыми трудностями и требует очень высокого уровня специальной профессиональной подготовки, предполагающей владение математическим аппаратом на уровне выше среднего. С точки зрения автора, недостатком широко известных однопродуктовых моделей Вальраса и Кобба-Дугласа, равновесных моделей Дж. Кейнса и их модификаций, явилось отсутствие в них показателя добавленной стоимости.

За последний год опубликованы результаты отечественных исследований, описывающих построение макроэкономических моделей, которые содержат показатель ВВП. Такие модели предназначены для оценки: производительности капитала [Богомазова В.Н., 2014], влияния накопления и потребления на экономический рост [Быстрой Г.П., Лыков И.А., 2014], мультипликативного эффекта, который обеспечивается увеличением объемов строительства

[Киевский Л.В., 2014]. Авторская позиция состоит в том, что в центре современной макроэкономической модели должен находиться процесс создания и условия распределения добавленной стоимости, с учетом влияния международной конкуренции (экономической – среди транснациональных корпораций, политической – среди государств и их экономических, политических и военных объединений). Следует заметить, что автор работает над созданием такой модели с 1998 года, однако, пока удалось получить только фрагменты, из которых вероятно можно будет построить такую модель. Заметим, что при включении значений добавленной стоимости в экономико-математические модели, целесообразно предусмотреть варианты научного анализа структуры этого показателя.

Результаты исследований

Традиционно, анализ структуры добавленной стоимости начинают с определения доли этого показателя в объеме выпуска, выраженного в денежных единицах [Аксенова А.В., Гадельшина Г.А., 2014; Киселева Н.П., 2015]. Кроме этого, предпринимаются попытки использовать значение доли ВВП в выпуске для оценки наукоемкости или инновационности национальной, региональной или отраслевой [Гайнутдинова Е.А., 2014] экономики. На основании данных, публикуемых Росстатом РФ, можно сделать вывод о том, что при исследовании российской экономики доля добавленной стоимости в выпуске изменяется незначительно (рис. 1а).

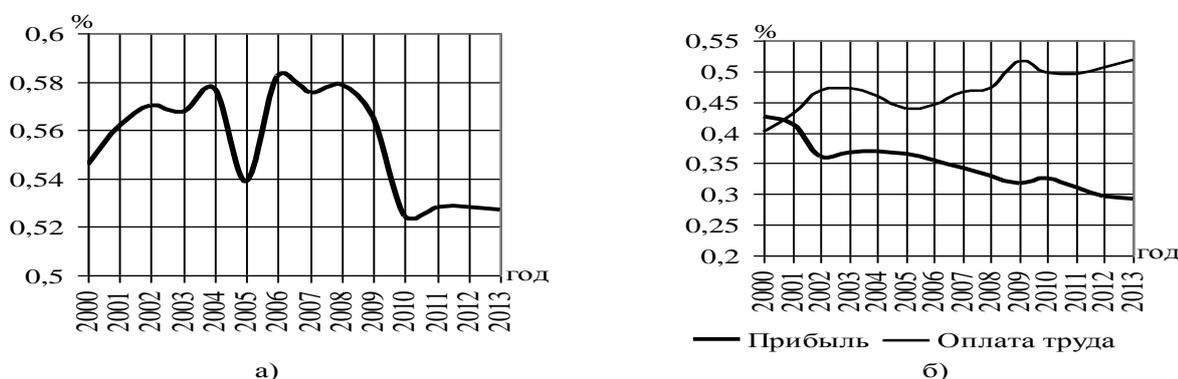


Рис. 1¹. Структура добавленной стоимости, произведенная экономикой РФ: а) доля добавленной стоимости в выпуске; б) доля прибыли и расходов на оплату труда наемных работников.

Fig.1. The structure of the added value produced by the economy of the Russian Federation: a) the share of value added in the release; b) the share of profits and expenses for labor remuneration of employees.

Совершенно иная картина наблюдается при сравнении долей расходов на оплату труда наемных работников и валовой прибыли, включая иные смешанные доходы (рис. 1б). Разнонаправленная динамика изменения этих показателей свидетельствует о позитивных изменениях в экономике государства. Увеличение расходов на оплату труда наемных работников стимулирует спрос на потребительском рынке, что приводит к росту предпринимательской активности, а также улучшению качества жизни населения. К такому же выводу приходят ученые, опубликовавшие результаты собственных исследований за последний год [Аврашков Л.Я. и др., 2014; Жуков А.Л., 2014].

С точки зрения автора существует вполне доказуемая алгебраическая зависимость двух переменных: расходов на оплату труда, представленной в виде начисленной заработной платы (C_R), и прибыли предприятия (C_D). Не перегружая настоящую публикацию выводами и обоснованиями, которые приводятся в [Кабанов В.Н., 2014], остановимся на окончательном алгебраическом уравнении:

$$0,85 = 1,32C_R + C_D, \quad (1)$$

где свободный член уравнения «0,85» описывает часть добавленной стоимости оставшуюся после уплаты налога на продукты (в данном примере – НДС, остальные налоги, например, акцизы, НДС, в данном уравнении не рассматриваются);

¹ Построено автором по данным, приведенным на стр. 268, табл. 12.4 Российский статистический ежегодник. 2014: Стат.сб./Росстат. - Р76 М., 2014. - 693 с.

- C_R – величина начисленной заработной платы. Важно применять именно такой показатель, поскольку он однозначно понимается как высококвалифицированными специалистами, так и любым пользователем, осуществляющим даже самый простой экономический анализ. Коэффициент 1,32 перед переменной C_R , показывает величину расходов на обязательное социальное страхование работника.

- C_D – прибыль предприятия. Для описания вариантов структуры прибыли, составляющую добавленную стоимость, произведенную предприятием, заслуживает отдельного рассмотрения, в этой связи ограничимся общим пониманием прибыли. Важно, что значение C_D содержит в своей структуре налог на прибыль.

Однако, представленное алгебраическое уравнение 1 скрывает весьма много важных характеристик, описывающие особенности финансово- хозяйственной деятельности предприятия. Вероятно, значения прибыли и расходов на оплату труда очищенные от налогов (то есть представленные в чистом виде) могут более наглядно показать особенности национальных правил предпринимательской деятельности. Под национальными правилами чаще всего понимается система налогообложения, однако, к ней целесообразно добавить условия трехстороннего договора между работниками, работодателями и государством. В этом, ежегодно заключаемом документе, как правило, определяется степень социальной ответственности бизнеса в отношении уровня оплаты труда наемным работникам.

Зависимость чистой заработной платы (то есть величиной денежных средств, выданных работникам «на руки») и чистой прибыли относительно произведенной добавленной стоимости (то есть величина добавленной стоимости принимается за 100%), имеет вид (2):

$$0,85 = 1,54C_{RR} + 1,25C_{DD}, \quad (2)$$

- C_{RR} – величина заработной платы, выданной работникам «на руки». То есть эта та часть денежных средств, которая формирует потребительский рынок (заработная плата наемных работников, за минусом денежных средств, размещенных наемными работниками в виде накопления). Коэффициент 1,54 перед переменной C_{RR} , показывает величину расходов на обязательное социальное страхование работника и уплату налога на доходы физических лиц.

- C_{DD} – чистая прибыль предприятия, то есть денежные средства, которые могут использоваться по усмотрению предпринимателя (владельца бизнеса).

Распределение добавленной стоимости происходит на двух уровнях. На высшем уровне органы государственной власти и местного самоуправления получают из добавленной стоимости налоги, формирующие бюджет. В действительности доля налогов в добавленной стоимости, произведенной российскими предприятиями, редко превышает 20%. На более низком, зато очень близком к источнику денежных средств, уровне добавленная стоимость распределяется среди наемных работников и владельцев бизнеса. При этом динамика структуры такого распределения свидетельствует о росте расходов на оплату труда (рис. 2б). К сожалению, как показывают результаты исследований [Аврашков Л.Я. и др., 2014; Жуков А.Л., 2014], а также измерения добавленной стоимости выполненные автором, причина роста расходов на оплату труда связана не столько с фактическим ростом заработной платы, сколько с уменьшением доходов малых и средних предпринимателей, применяющих специальные режимы налогообложения, доходы которых Росстат относит к части валовой прибыли, называемой смешанными доходами [стр. 297, Российский статистический ежегодник. 2014].

Если представить себя на позиции владельца бизнеса, то для того чтобы заплатить 1 руб. заработной платы «на руки», необходимо выполнить обязательстве по уплате НДФЛ и взносов в систему обязательного социального страхования в размере 54 коп. Однако, существует альтернатива – для получения чистой прибыли в размере 1 руб., обязательства предпринимателя составляют 25 коп. Выбор очевиден. С точки зрения автора, приведенные условия предпринимательской деятельности, определенные действующим законодательством РФ, тормозят рост оплаты труда на отечественных предприятиях любой величины (от малых до крупных). Если невозможно изменить условия налогообложения и ставки взносов в систему обязательного социального страхования, тогда для стимулирования роста оплаты труда (доходов наемных работников) остается одна возможность – использовать механизм трехстороннего соглашения между работниками, работодателями и государством.

Если следовать экономическому закону добавленной стоимости, открытому К.Марксом, то уровень социального и политического напряжения в обществе зависит от степени справедливости распределения добавленной стоимости между государством, наемным работником и собственником. Именно такой подход позволяет раскрыть существующий потенциал отечественных владельцев бизнеса и стимулировать их на увеличение скорости поиска и внедрения наиболее эффективных форм предпринимательской деятельности, снижение себестоимости и создание конкурентоспособных товаров и услуг. Для решения этой задачи

необходимо и достаточно в общественном договоре (работник – работодатель – государство) предусматривать не фиксированные суммы минимальной оплаты труда (хотя и это очень хорошее достижение), а устанавливать долю добавленной стоимости, направляемую на оплату труда. В этом случае сократится доля прибыли в добавленной стоимости, что приведет к поиску наиболее эффективных решений, способных сохранить доходы владельцев бизнеса в привычном абсолютном выражении.

При исследовании социально-экономического и территориального развития регионов РФ показатели валового регионального продукта (ВРП) и суммарной произведенной добавленной стоимости занимают ведущее место. При этом сложно отдать предпочтение исследованиям этим показателям применительно к видам экономической деятельности [Сорокина Н.Ю., 2014; Магомедов А.М., Бучаев А.Г., 2015; Ненашева С.В., 2015] или к структуре экономики регионов [Майорова В.В. и др., 2014; Мусаева Л.З. и др., 2014; Савеличев М.В., 2014; Эстерханов Л.У., Шамилов С.Р., 2014]. Абстрагируясь от указанных традиционных подходов к исследованию ВРП, хотелось бы обратить внимание на предложение [Чумакова Е.А., 2014] об объединении видов экономической деятельности в 2 группы: А – производство товаров, Б – оказание услуг. Динамика соотношения добавленной стоимости, произведенной в группе А и группе Б, приведена на рис. 2 а, б.

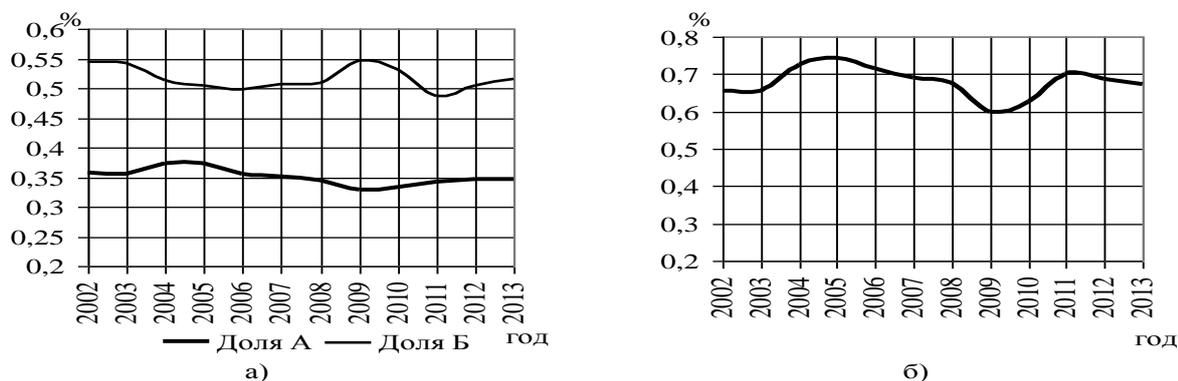


Рис. 2¹. Колебания доли добавленной стоимости, произведенной в группах А и В: а) доля добавленной стоимости группы А и В; б) отношение доли добавленной стоимости группы А к доле добавленной стоимости группы В

Fig.2. Fluctuations in the share of value added produced in groups A and B: а) the added value of group A & B; б) the ratio of the share of value added of the group A and the share of the value added of the group B

Одним из постулатов экономической теории является положение о том, что производство товаров (группа А), в большинстве случаев, ориентированно на внешние рынки, а оказание услуг – на внутренний (группа В). Если не полемизировать по поводу точности этого постулата, а принять его за основу и с этих позиций рассматривать изменения структуры отечественной экономики, тогда можно сделать несколько выводов:

1. Устойчивый спрос на потребительском рынке может быть обеспечен не отрицательным сальдо внешнеторгового баланса. Основной объем вывоза обеспечивают предприятия, относящиеся к группе А (производство товаров), поскольку в большинстве случаев, такие предприятия производят товаров значительно больше, чем может потребить внутренний рынок (например, сельскохозяйственного производство в Краснодарском и Ставропольском краях).

2. Источником для увеличения объема производства на предприятиях, отнесенных к группе В, является объем произведенной и вывезенных товаров (то есть продукции, произведенной предприятиями группы А). Следовательно, если под социально-экономическим развитием понимать увеличение потребления населением (в том числе для обеспечения роста качества жизни), тогда органы государственного управления и местного самоуправления должны сосредоточить усилия на развитии таких производственных мощностей, продукция которых ориентирована на потребительские рынки, относящиеся к внешним относительно региона или

¹ Построено автором по данным, приведенным на стр. 268, табл. 12.4 Российский статистический ежегодник. 2014: Стат.сб./Росстат. - Р76 М., 2014. - 693 с.

муниципального образования.

3. При размещении производственных мощностей целесообразно учитывать влияние научно-технического прогресса на увеличение производительности руда. Если в 30 –е годы прошлого столетия определяющим принципом при размещении производств являлась близость сырьевой базы, то в настоящее время в качестве такого принципа наиболее часто рассматривается величина транзакционных издержек.

4. В течение последних 15 лет доля добавленной стоимости в выпуске в группах А и Б практически не меняется. На предприятиях группы А добавленная стоимость незначительно превышает 30% от выручки. Предприятия сферы услуг (группа Б) производят более 70% добавленной стоимости в расчете на каждый рубль полученной выручки.

Весьма интересные результаты получены при сравнении долей добавленной стоимости, распределяемых среди наемных работников (оплата труда) и владельцев бизнеса (прибыль) на предприятиях, относящихся к укрупненным группам А и Б (рис. 3а, б). Графическое представление полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что в сфере производства товаров система распределения добавленной стоимости сложилась и характеризуется незначительными колебаниями. Предприятия сферы услуг продолжают расти и этот рост сопровождается поиском приемлемого варианта распределения добавленной стоимости между наемными работниками и владельцами бизнеса.

Можно предположить, что увеличение доли добавленной стоимости, направляемой на оплату труда, в российской экономике обеспечивается за счет предприятий, относящихся к группе Б (оказание услуг). Вероятно, решающее значение на такой рост оказало государство. Такое влияние следует связывать с увеличением оплаты труда работникам бюджетной сферы (образование, здравоохранение, органы государственного управления и местного самоуправления), поскольку, по опубликованным оценкам [Чумакова Е.А. 2014], количество занятых в перечисленных видах экономической деятельности составляет не менее половины работающих на предприятиях сферы услуг (отнесенных к группе Б).

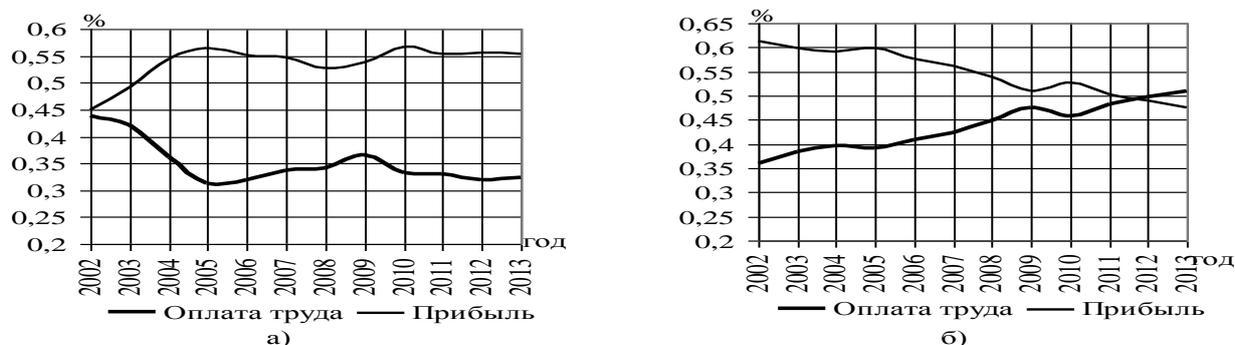


Рис. 3¹. Доля прибыли и расходов на оплату труда в добавленной стоимости: а) на предприятиях группы А; б) на предприятиях группы Б (оказание услуг).

Fig. 3. The share of profits and costs of labor in value added: а) at the enterprises of group A; б) at the enterprises of group B

Приведенные результаты исследований, выполненные автором, позволяют сформулировать следующие выводы:

1. Исследование понятийного аппарата и методов измерения ВВП (добавленной стоимости) должны корреспондироваться с официальной точкой зрения государственного органа (Росстат РФ), осуществляющего наблюдение за изменением значения добавленной стоимости в экономике страны.

2. Экономические модели, включающие показатель ВВП (добавленной стоимости), должны учитывать особенность динамики изменения показателей межотраслевого баланса, а также условия, характеризующие степень открытости национальной экономики, в том числе уровень мировой конкуренции.

3. Исследование структуры добавленной стоимости предполагает оценку сложившейся практики ее распределения между наемными работниками, государством и владельцами бизнеса, в условиях действующей системы налогообложения, которая задает приоритеты, влияющие на принятие решения.

¹ Построено автором по данным, приведенным на стр. 268, табл. 12.4 Российский статистический ежегодник. 2014: Стат.сб./Росстат. - Р76 М., 2014. – 693 с.



4. Применение показателя ВВП должно найти более широкое применение в отечественной практике оценки экономической эффективности предприятий и в перспективе вытеснить значение выручки из соответствующих вычислительных процедур. Применение добавленной стоимости для оценки социально-экономического положения населения наиболее эффективно при совместном рассмотрении с такими показателями, как качество жизни населения, а также структура занятости.

Статья подготовлена при финансовой поддержке Международного научного фонда экономических исследований академика Н.П. Федоренко. Проект № 2014-117.

Список литературы References

Аврашков Л.Я., Графова Г.Ф., Шахватова С.А. 2014. К вопросу о взаимосвязи показателей экономического и социального развития предприятий. *Аудитор*, 10: 86–90.

Avtashkov L. Ya., Grafova G.F., Shahvatova S.A. 2014. To the question of the relationship of indicators of economic and social development of the enterprises, *Auditor [Auditor]*. 10: 86–90. (in Russian).

Аксянова А.В., Гадельшина Г.А. 2014. Анализ эффективности деятельности предприятий нефтегазового комплекса на основе показателей добавленной стоимости. *Вестник Казанского технологического университета*, 23: 338–340.

Aksyanova A.V., Gadelshina G.A. 2014. Analysis of efficiency of activity of oil and gas companies on the basis of value added. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta [Bulletin of the Kazan technological University]*. 23: 338–340. (in Russian).

Бачурин Д.Г. 2014. Коррекция методологии применения математических методов в экономических исследованиях в контексте изменения модели экономического развития. *Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса*, 4: 13–19.

Bachurin D. G. 2014. Correction of the methodology of mathematical methods application in economic researches in the context of the economic development pattern change. *Biznes. Obrazovanie. Pravo. Vestnik Volgogradskogo instituta biznesa [Business. Education. Law bulletin Volgograd Business Institute]*. 4: 13–19. (in Russian).

Биткулова З.С. 2014. Анализ элементов институциональной структуры корпорации в процессе распределения добавленной стоимости. *Вестник Челябинского государственного университета*, 18: 137–143.

Bitkulova Z. S. 2014. The analysis of elements of institutional structure of Corporation in the course of distribution of the value added. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of Chelyabinsk State University]*. 18: 137–143. (in Russian).

Богомазова В.Н. 2014. Методические подходы к определению и оценке производительности капитала. *Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Экономика и управление*, 3: 8–11.

Bohomazova V.M. 2014. Approaches for identification ad evaluation of productivity of capital. *Vektor nauki Tol'yattinskogo gosudarstvennogo universiteta [Vector science Togliatti state Universitetskaya and innovation]*. 3: 3–11. (in Russian).

Быстрай Г.П., Лыков И.А. 2014. Синергетическая динамика роста валового регионального продукта с учетом накопления и потребления. *Вестник кибернетики*, 3: 57–73.

Bystray G.P., Lykov I.A. 2014. Synergetic dynamics of GRP growth considering accumulation and consumption. *Vestnik kibernetiki [Journal of Cybernetics]*. 3: 57–73. (in Russian).

Гайнутдинова Е.А. 2014. Исследование пропорций между составными частями валового регионального продукта региона и их влияние на расширенное воспроизводство в агропромышленном комплексе региона. *Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии*, 3: 22–25.

Gaynutdinova E. A. 2014. Study of the proportions between the constituent parts of regions gross regional product ad their impact on the expanded reproduction in regional agricultural sector. *Vestnik Izhevskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii [Bulletin of the Izhevsk state agricultural Academy]*. 3: 22–25. (in Russian).

Ефимов В.В., Паймушкина Н.В. 2006. Добавленные ценность и стоимость. *Стандарты и качество*, 8: 78–81.

Efimov V.V., Paimushkina N.V. 2006. Added value and cost. *Standarty i kachestvo [Standards and quality]*. 8: 78–81. (in Russian).

Жуков А.Л. 2014. Оплата труда в системе распределения доходов по факторам производства. *Труд и социальные отношения*, 10: 10–21.

Zhukov A.L. 2014. Remuneration of labour in the system of istribution of income among the factors of production. *Trud i sotsial'nye otnosheniya [The labour and social relations]*. 10: 10–21. (in Russian).

Ивлиев И.В. 2014. Индексы стратегии опережающего развития как основа прикладной макроэкономики. *Аграрный вестник Урала*, 8: 89–93.

Ivliev I.V. 2014. Indexes of strategy of advance development. *Agrarnyi vestnik Urals [Agrarian Bulletin of the Urals]*. 8: 89–93. (in Russian).

- Кабанов В.Н. 2014. Производительность труда и заработная плата. Журнал правовых и экономических исследований. Государственный институт экономики, финансов, права и технологий (Гатчина), 3: 7–15.
- Kabanov V.N. 2014. Labour Productivity and Wages]. Zhurnal pravovyykh i ekonomicheskikh issledovaniy. Gosudarstvennyi institut ekonomiki, finansov, prava i tekhnologii (Gatchina) [Journal of legal and economic studies. State Institute of economy, Finance, law and technology (Gatchina)]. 3: 7–15. (in Russian).
- Киевский Л.В. 2014. Мультипликативные эффекты строительной деятельности. Интернет-журнал Науковедение, 3: 104–116.
- Kievsky L. V. 2014. Multiplication effects building activity. Internet-zhurnal Naukovedenie [The online journal of science of Science]. 3: 104–116. (in Russian).
- Киселева Н.П. 2015. Методологические подходы к анализу межрегиональной дифференциации по потребляемой добавленной стоимости. Вестник науки и образования, 1: 21–24.
- Kiseleva N.P. 2015. Methodological approaches to the analysis of interregional differentiation in consumption of added value. Vestnik nauki i obrazovaniya [Journal of science and education]. 1: 21–24. (in Russian).
- Киселева Н.П. 2015. Совершенствование методологических подходов к анализу валовой добавленной стоимости, созданной в макроэкономической системе. Наука. Техника. Образование, 2: 81–85.
- Kiseleva N.P. 2015. Improvement of methodological approaches to the analysis of gross value added created in the macroeconomic system. Nauka. Tekhnika. Obrazovanie [Science. Technique. Education]. 2: 81–85. (in Russian).
- Киященко Т.А. 2014. Региональная оценка валового регионального продукта (ВРП) с помощью муниципальных показателей (ВМП) в системе национальных счетов – 2008. Экономические и гуманитарные исследования регионов, 3: 62–66.
- Kiyaschenko T.A. 2014. [Regional assessment gross regional product (GRP) based on Municipal indicators (VMP) in the System of National Accounts – 2008. Ekonomicheskije i gumanitarnye issledovaniya regionov [Economic and humanitarian researches of regionsthat and quality]. 3: 62–66. (in Russian).
- Магомедов А.М., Бучаев А.Г. 2015. Повышение эффективности использования сельскохозяйственного потенциала региона. Управление экономическими системами. Электронный научный журнал, 2: 25–37.
- Magomedov A.M., Buchaev A.G. 2015. More efficient use of agricultural potential region. Upravlenie ekonomicheskimi sistemami [Management of economic systems]. 2: 25–37. (in Russian).
- Майорова В.В., Никитина Л.М., Трещевский Ю.И. 2014. Экономическая динамика регионов и факторов производства: сравнительный анализ. Регион: системы, экономика, управление, 4: 19–25.
- Mayorova V. V., Nikitina L. M., Treshchevsky U. I. 2014. Economic dynamics of regions and factors of production: comparative analysis. Region: sistemy, ekonomika, upravlenie [Region: systems, Economics, management]. 4: 19–25. (in Russian).
- Мусаева Л.З., Шамилев С.Р., Шамилев Р.В. 2014. ВРП – важнейший показатель социально-экономического развития субъектов. Современные проблемы науки и образования, 5: 390–399.
- Musaeva L.Z., Shamilev S.R., Shamilev R.V. 2014. GRP – a key indicator of socio-economic development of the Russian Federation. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya [Modern problems of science and education]. 5: 390–399. (in Russian).
- Ненашева С.В. 2015. Изучение динамики и вариации стоимости человеческого капитала по виду экономической деятельности «Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство» в России. Аграрный научный журнал, 1: 82–85.
- Nenasheva S.V. 2015. Study of the dynamics and variation of value of human capital according to the economic activity “Agriculture, hunting and forestry” in Russia. Agrarnyi nauchnyi zhurnal [Agricultural research magazine]. 1: 82–85. (in Russian).
- Никольский А.Ф. 2014. Оценка мирового внутреннего продукта на основе теории полной стоимости природной субстанции. Известия Иркутской государственной экономической академии (Байкальский государственный университет экономики и права), 4: 1–13.
- Nikolsky A. F. 2014. Estimation of the world gdp in terms of theory of natural substances full value. Izvestiya Irkutskoi gosudarstvennoi ekonomicheskoi akademii [Baikal Research Journal]. 4: 1–13. (in Russian).
- Новиков В.В., Новиков В.В. 2013. О дополнительном стимулировании роста ВВП. Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса, 3: 140–144.
- Novikov V.V., Novikov V. V. 2014. About additional boosting GDP growth. Biznes. Obrazovanie. Pravo. Vestnik Volgogradskogo instituta biznesa [Business. Education. Law bulletin Volgograd Business Institute]. 3: 140–144. (in Russian).
- Пешина Э.В., Авдеев П.А. 2013. Формирование валовой добавленной стоимости высокотехнологичной и наукоемкой продукции (товаров, услуг). Известия Уральского государственного экономического университета, 6: 46–56.
- Peshina E. V., Avdeev P. A. 2013. Formation of the Value Added of High-Tech and Knowledge-Intensive Products (Goods, Services). Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta [Proceedings of the Ural state University of Economics]. 6: 46–56. (in Russian).
- Преснякова Е. 2014. Инвестиционные факторы роста производительности труда в Белоруссии. Наука и инновации, 139: 35–38.
- Presniakova E. 2014. Investment factors of productivity growth in Belarus. Nauka i innovatsii [Science and innovation]. 139, 35–38. (in Russian).
- Савеличев М.В. 2014. Доминирующие тенденции в структуре ВРП республики Татарстан. Научные труды центра перспективных экономических исследований, 7: 11–21.



Savelichev M.V. 2014. The dominant trends in the GRP of the republic of Tatarstan. Nauchnye trudy tsentra perspektivnykh ekonomicheskikh issledovaniy [Scientific papers of the center for advanced economic studies]. 7: 11–21. (in Russian).

Сорокина Н.Ю. 2014. Обоснование выбора целевого показателя устойчивого развития Старопромышленного региона. Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета, 6: 70–75.

Sorokina N.Y. 2014. Justification of a choice of a target indicator of a sustainable development of the old-industrial region. Izvestiya Sankt- Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta [The Bulletin of the St.- Petersburg state University of Economics]. 6: 70–75. (in Russian).

Чумакова Е.А. 2014. Классификация рабочих мест на рынке труда по видам экономической деятельности (на примере Волгоградской области). Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса, 4: 204–210.

Chumakova E.A. 2014. Classification of work places at the labor market by the types of economic activity (on the example of Volgograd region). Biznes. Obrazovanie. Pravo. Vestnik Volgogradskogo instituta biznesa [Business. Education. Law bulletin Volgograd Business Institute]. 4: 204–210. (in Russian).

Эстерханов Л.У., Шамилев С.Р. 2014. Неравномерность социально- экономического развития регионов РФ. Современные проблемы науки и образования, 5: 380–390.

Eskerhanov L.U., Shamilev S.R. 2014. Unevenly socio-economic development of regions the Russian Federation. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya [Modern problems of science and education]. 5:380–390. (in Russian).

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ И НАЦИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 339.9

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕШНЕТОРГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

INVESTIGATION OF THE MODELS EFFICIENCY OF FOREIGN TRADE: MACROECONOMIC ASPECT

О.С. Сахарова, Ю.Л. Растопчина
O.S. Saharova, Y.L. Rastopchina

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, ул. Победы, 85, г. Белгород, Россия, 308015
Belgorod State National Research University, 85, Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia

E-mail: rastopchina@bsu.edu.ru; saharovaos@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию моделей внешней торговли с позиции описания в них различных аспектов макроэкономической эффективности внешнеэкономической деятельности (эффективности внешнеэкономической деятельности в национальном масштабе). Авторами классифицированы модели внешней торговли с учетом их отнесения к теориям международной торговли. Определен класс моделей, позволяющих диагностировать социально-экономические эффекты внешнеэкономической деятельности и определить макроэкономическую эффективность.

Resume. Article is devoted to consideration of the existing foreign trade models from the point of description in them various aspects of macroeconomic efficiency of foreign economic activity. The authors classified the model of foreign trade in accordance with their classification in the theory of international trade. A class of models to diagnose the socio-economic effects of foreign trade activities and define macroeconomic efficiency.

Ключевые слова: теории международной торговли, модели внешней торговли, эффективность внешнеэкономической деятельности.

Key words: theories of international trade, model of foreign trade, efficiency of foreign economic activity

Введение

Внешнеэкономическая деятельность для России играет приоритетную роль, являясь немаловажным инструментом приобретения конкурентоспособности и экономической состоятельности. Вместе с тем исторически сложившиеся специфические черты экономической системы страны (масштабность, неоднородность экономического развития территорий, сложный бюрократический аппарат, сырьевая экономическая специализация) способствовали формированию неэффективной и зачастую экономически небезопасной структуры внешнеэкономической деятельности.

Неэффективность внешнеэкономической деятельности в масштабах национальной экономики проявляется в выраженном сырьевом характере российского экспорта, который сопровождается концентрацией иностранного инвестиционного капитала в топливно-сырьевых отраслях и отраслях торговли, высокой зависимости от импорта готовой продукции в ущерб развитию внутреннего производства, низкой конкурентоспособности товаров отечественных производителей и многое другое. Особенности внешнеэкономической деятельности России ставят благосостояние государства в высокую зависимость от конъюнктуры мировых рынков и политических решений третьих стран, увеличивают внешнеэкономические и внешнеполитические риски и незащищенность экономики государства от кризисных явлений, что требует незамедлительной реализации мероприятий по защите национальных интересов страны. Последние события, связанные с принятием в отношении России санкционных решений, явились



ярким подтверждением актуальности реструктуризации внешнеэкономического комплекса.

В современных условиях пересмотр структуры и значения внешнеэкономической деятельности, а также разработка направлений повышения ее эффективности в государственном масштабе приобретает особую актуальность. Требуются новые, более гибкие подходы к реформированию внешнеэкономической сферы, повышению внешнеэкономической безопасности нашего государства.

Возможным решением данной проблемы может стать применение методов экономико-математического моделирования, которые позволят эмпирически изучить и охарактеризовать эффективность внешнеэкономической деятельности России, сформировать аналитическую базу для прогнозирования и выбора действенных инструментов управления. Однако для формирования оптимального инструментария моделирования, в первую очередь, необходимо обратиться к уже существующим наработкам в данной области.

Для этих целей проведем анализ существующих моделей внешнеторговой деятельности с позиции рассмотрения в них различных аспектов макроэкономической эффективности внешнеэкономической деятельности (или эффективности внешнеэкономической деятельности в национальном масштабе).

Данный анализ позволит нам определить модели, диагностирующие социально-экономические эффекты внешнеэкономической деятельности и отражающие влияние внешнеторговой деятельности на развитие экономических систем.

Результаты исследования

Моделирование внешнеэкономической деятельности неразрывно связано с систематизацией взглядов на природу внешнеэкономической деятельности, формированием и эволюцией теорий международных экономических отношений. Модели внешнеэкономической деятельности использовались в качестве инструмента доказательства или демонстрации действия тех или иных теорий. Поэтому при исследовании существующих моделей эффективности внешнеэкономической деятельности необходимо обратиться к теориям и концепциям международной экономической деятельности.

Всю совокупность разработанных моделей внешней торговли условно можно разделить на три группы в зависимости от принадлежности к той или иной концепции внешней торговли: классические модели внешней торговли, неоклассические модели внешней торговли и современные модели международной торговли [Онохина, 2006; Киреев, 2011].

Наглядно совокупность моделей внешней торговли представлена на рисунке, где выделены те модели, которые затрагивают вопросы макроэкономической эффективности международной торговли.

Классические или базовые модели международной торговли относятся к так называемой «старой теории торговли» («old trade theory» [Киреев, Матвеев, 2011]), которая имеет своей основной целью «объяснить выгоды, международную специализацию и направления торговли» [Колесов, Кулаков, 2004]. В целом классические модели внешней торговли можно охарактеризовать как модели с низкой адекватностью в силу принимаемых допущений и слабым эмпирическим базисом [Киреев, Матвеев, 2011].

Традиционно к классическим моделям внешней торговли относят модель абсолютных преимуществ А. Смита, модель сравнительных преимуществ Д. Рикардо, модель факторных пропорций Хекшера – Олина. Однако ряд авторов имеют свое представление о базе моделирования внешней торговли. Так, А. И. Михайлушкин и П. Д. Шимко к базовым моделям внешней торговли помимо вышеперечисленных относят также теорему Рыбчинского, теорему Стоплера-Самуэльсона, кроме того модель факторных пропорций рассматривается ими в совокупности с моделями-дополнениями [Михайлушкин, 2002]. С. Н. Ивашковский кроме указанных относит к традиционным моделям международной торговли теорию международной стоимости Дж. Ст. Милля [Ивашковский, 2002].

Учитывая совокупность научных позиций, в рамках данного исследования мы будем считать классическими следующие модели внешней торговли: модель абсолютных преимуществ А. Смита, модель сравнительных преимуществ Д. Рикардо, модель факторных пропорций Э. Хекшера – Б. Олина, а также модели-дополнения, и модели-тестирования, относящиеся к ней. Среди классических моделей внешней торговли особый интерес для нас представляют модель сравнительных преимуществ, модель распределения доходов от торговли, модель последствий роста факторов и модель распределения доходов от торговли.

Модель сравнительных преимуществ, основанная на теории сравнительных преимуществ Давида Рикардо, помимо выбора специализации для стран, также позволяет определить выигрыш

от торговли для обоих партнеров. Важно, что выигрыш от внешней торговли есть не что иное, как экономический эффект, который получает каждая из участвующих в торговле стран в случае специализации на торговле товаром, в производстве которого она имеет относительное преимущество. Выигрыш от торговли проявляется, во-первых, в экономии затрат труда (в модели экономия затрат труда определяется при соотношении объемов импортированного товара и объемов данного товара при его национальном производстве), во-вторых, - в увеличении потребления (в модели увеличение потребления товаров определяется графически при построении кривых производственных возможностей).

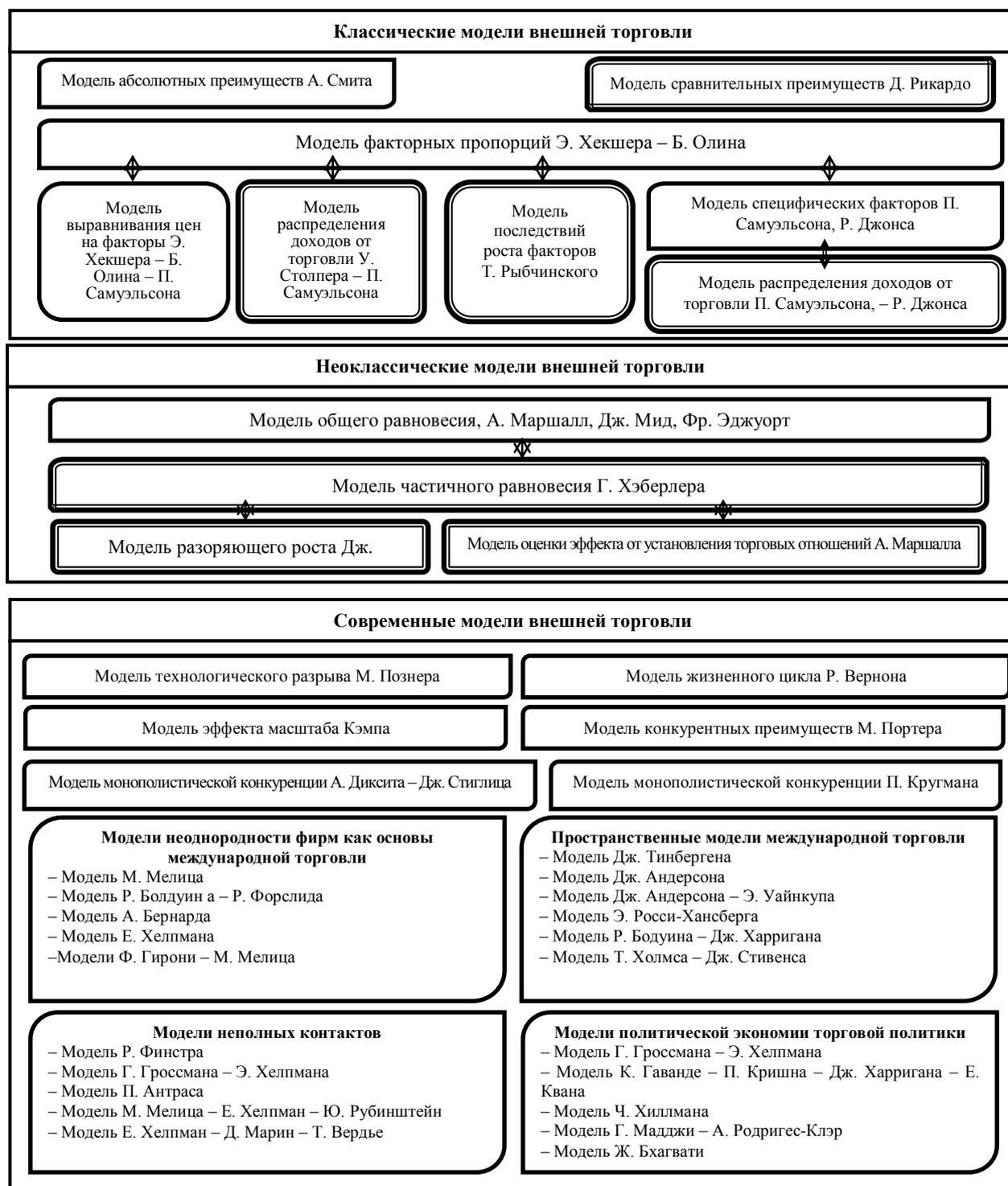


Рис. Структурно-логическое представление моделей внешней торговли
 Fig. Structural-logical view of models of foreign trade



Безусловно, модель сравнительных преимуществ весьма абстрактна и упрощена в силу используемых ею допущений, тем не менее она имеет принципиальное значение для экономической науки. По мнению некоторых ученых [Киреев, 1997; Матвеев, 2011], именно «рикардианские сравнительные преимущества» лежат в основе теории международной торговли, а также большинства современных моделей внешней торговли. Модель сравнительных преимуществ впервые описала баланс совокупного спроса и совокупного предложения на товар, предъявляемых как изнутри страны, так и из-за рубежа [Киреев, 1997]. В данной модели было доказано получение выигрыша от торговли для всех участвующих в ней стран, что косвенно является попыткой эмпирического моделирования макроэкономических эффектов внешнеэкономической деятельности.

Модель распределения доходов от торговли У. Столпера – П. Самуэльсона направлена на доказывание теоремы о том, что «в результате международной торговли реальная цена относительно избыточного фактора производства растет, а реальная цена дефицитного фактора падает» [Киреев, 2006]. Модель также демонстрирует ряд последствий международной торговли для экономики экспортирующей страны, что, на наш взгляд, является моделированием макроэкономических эффектов внешнеэкономической деятельности. На основе модели показаны особенности распределения доходов от внешней торговли между владельцами факторов производства. Так, авторы указывают, что «рост цен на экспортный товар стимулирует его производство и влечет увеличение его предложения на внешнем рынке»; как следствие, «рост производства требует большего количества ресурсов, на внутреннем рынке повышается спрос на ресурсо-интенсивный фактор, а вместе с тем и цены на него». В модели арифметически доказано, что подобная ситуация влияет на «увеличение доходов владельцев ресурсо-интенсивного фактора и одновременно уменьшает доходы владельцев других факторов производства» [Киреев, 2006]. Другими словами, в модели демонстрируется, что развитие внешней торговли и рост мировых цен на экспортный товар стимулирует увеличение доходов не только фирм-экспортеров, но и факторо-интенсивных отраслей экономики, одновременно ухудшая экономическое положение владельцев других факторов производства.

Модель последствий роста факторов Т. Рыбчинского направлена на доказательство одноименной теоремы. Согласно ей, «увеличение количества одного фактора должно привести к абсолютному расширению выпуска товара, связанного с использованием относительно большего объема этого фактора, и к абсолютному сокращению выпуска товара, связанного с использованием относительно меньшего объема». В модели исследуются последствия влияния внешней торговли на состояние и структуру внутреннего рынка (по сути, также макроэкономические эффекты внешней торговли).

Арифметические и графические вычисления модели показывают, что растущий экспорт одного товара способствует росту его производства и сокращению производства других отраслей при неизменности цен на товары и факторы производства. По мнению Т. Рыбчинского, важным макроэкономическим последствием развития торговли, а именно - экспорта, является «перетекание ресурсов в экспортно-ориентированную отрасль с одновременным снижением производства смежных отраслей, где фактор задействован менее интенсивно» [Киреев, 2006], что особенно актуально для малых стран (так называемая «Голландская болезнь»). В целом, модель последствий роста факторов Т. Рыбчинского позволяет установить полноценную взаимосвязь внешнеэкономической деятельности и экономического роста макроэкономической системы (в данном случае государства), кроме того, в модели заложена предпосылка к количественному изучению эффектов внешнеэкономической деятельности по отношению к экономическому росту.

Модель специфических факторов получила свое логическое продолжение в модели распределения доходов от торговли П. Самуэльсона – Р. Джонса, в которой доказано, что внешняя торговля приводит к увеличению доходов владельцев фактора, являющегося специфическим для экспорто-ориентированных отраслей, и сокращению доходов владельцев факторов, специфических для импорто-ориентированных отраслей. Влияние внешней торговли на мобильный фактор в модели не оценено.

По аналогии с моделью распределения доходов от торговли У. Столпера – П. Самуэльсона, модель П. Самуэльсона – Р. Джонса также демонстрирует ряд социально-экономических последствий международной торговли для экономики экспортирующей страны, что, на наш взгляд, является моделированием макроэкономических эффектов внешнеэкономической деятельности.

В своей совокупности классические модели международной торговли посредством графических и арифметических инструментов демонстрируют теоретические представления о причинности сложившейся структуры и направлениях международной торговли. Модель

сравнительных преимуществ Д. Рикардо, модель распределения доходов от торговли У. Столпера – П. Самуэльсона и модель распределения доходов от торговли П. Самуэльсона – Р. Джонса доказывают значение внешней торговли для экономической системы и частично объясняют выигрыши от торговли, возникающие в результате перераспределения доходов. Данные модели можно назвать базовыми по отношению к концепции макроэкономической эффективности внешнеэкономической деятельности, поскольку они создают предпосылки к раскрытию механизма влияния внешнеэкономической деятельности на социально-экономическое состояние макроэкономического объекта (в данном случае государства).

Неоклассические модели международной торговли или «стандартная модель международной торговли» связаны с теорией общего равновесия в международной торговле. Базовые понятия стандартной модели международной торговли были разработаны Френсисом Эджуортом и Готфридом Хаберлером [Киреев, 1997].

Стандартная модель международной торговли развивает фундаментальные положения классических теорий на основе использования концепций предельных величин и общего равновесия экономической системы. Классические модели считают частным случаем стандартной модели международной торговли, «служащей на современном этапе основным теоретическим инструментом анализа международной торговли».

К неоклассическим моделям внешней торговли относят модель общего равновесия А. Маршалла – Дж. Мид – Фр. Эджуорт и модель частичного равновесия Фр. Эджуорта – Г. Хаберлера.

А.П. Киреев к неоклассическим моделям международной торговли (помимо вышеперечисленных) относит также модели экономического роста при изменении условий торговли (Дж. Хикс, Г. Джонсон), модель оценки эффекта от установления торговых отношений (А. Маршалл), модель разоряющего роста (Дж. Бхагвати), модель создания таможенного союза (Я. Вайнер).

Е.А. Онохина в качестве неоклассических (кроме указанных выше) рассматривает также модели оценки последствий и обоснования торговой политики. Учитывая совокупность научных позиций, в рамках данного исследования к неоклассическим моделям внешнеторговой деятельности мы отнесем: модель общего равновесия А. Маршалла – Дж. Мид – Фр. Эджуорт, модель частичного равновесия Г. Хаберлера, модель разоряющего роста Дж. Бхагвати, модель оценки эффекта от установления торговых отношений А. Маршалла. Особый практический интерес в рамках обозначенной тематики для нас представляют последние три модели [Онохина, 2006].

Г. Хаберлер предложил метод исследования конкретной сферы экономики, игнорирующий возможное влияние изменений в этой сфере на остальную экономику. Модель частичного равновесия рассматривает внешне упрощенный случай двух стран и двух товаров, при этом производственные возможности страны в целом зависят от последствий внешней торговли, например от изменений в распределении дохода. Согласно анализу, представленному в модели, «при прочих равных условиях, улучшение товарных условий торговли подразумевает рост реального национального дохода». При этом в модели обозначено, что следует разделять «изменения в уровне благосостояния, обусловленные экзогенным изменением условий торговли, и прямое воздействие на уровень благосостояния, который оказывает некоторый независимый шок» [Итуэлл, Милгейт, Ньюмен, 2004].

Таким образом, модель частичного равновесия затрагивает вопросы изменения благосостояния страны вследствие изменения динамики условий торговли, вопросы изменения выигрыша от торговли при изменении основополагающих факторов. Кроме того, Г. Хаберлером теоретически описаны виды влияния внешней торговли на уровень благосостояния. Модель частичного равновесия внесла значительный вклад в развитие теории макроэкономической эффективности внешнеэкономической деятельности.

Джагдиш Бхагвати исследовал «симметричную проблему увеличения совокупного предложения без соответствующего увеличения спроса». Модель разоряющего роста Дж. Бхагвати доказала, что «при весьма жестких допущениях относительно совокупного спроса и предложения теоретически возможна ситуация, что экономический рост приведет к значительному ухудшению условий торговли, которое нейтрализует положительные последствия роста, снизит реальный доход страны» [Киреев, 2006]. Модель актуальна для большой страны, либо в случае создания нового товара. В результате моделирования доказано, что «резкий рост производства и экспорта сокращает международные цены настолько, что изначальный положительный эффект от роста экспорта полностью перекрывается потерями из-за снижения цен» [Киреев, 2006]. Данная модель представляет для нас особый интерес, поскольку в ней рассматриваются последствия международной торговли для экономики страны. С оговоркой на ряд условий (при торговле

большим числом товаров выводы модели являются лишь теоретической возможностью) исследована взаимосвязь экономического роста и международной торговли.

А. Маршалл ввел понятие «внешних эффектов». Применительно к международной торговле А. Маршалл установил, что в процессе производства и распределения товаров возникают, так называемые, внешние эффекты – «некомпенсируемые издержки или выгоды у третьей стороны, не являющейся ни производителем, ни потребителем данного товара» [Васильева, Игнатьева, Прошунин, 2008]. Классическим примером данной концепции является отрицательный внешний эффект загрязнения окружающей среды, который приводит к появлению «общественных издержек» для населения. Модель оценки эффекта от установления торговых отношений А. Маршалла является теоретической, однако ее содержательная нагрузка вписывается в рамки исследуемой нами теории макроэкономической эффективности внешнеэкономической деятельности.

В своей совокупности неоклассические модели международной торговли также имеют слабый математический аппарат, используемый при анализе. В них в основном использованы геометрические и арифметические инструменты. Более того, модели имеют многочисленные допущения (например, абсолютная свобода конкуренции), что снижает их практическую применимость в реальных условиях. Тем не менее, обозначенные в выделенных нами неоклассических моделях теоретические выводы, раскрывают значение внешней торговли для экономики, иллюстрируют воздействие изменений условий торговли на уровень благосостояния макроэкономической системы. Теоретические постулаты неоклассических моделей создают значимую предпосылку построения многофакторных моделей социально-экономического развития при условии воздействия внешнеэкономической деятельности.

Современные модели международной торговли относятся к так называемой «новой теории торговли» («new trade theory»), родоначальниками которой являются такие экономисты, как П. Кругман, Э. Хелпман, Р. Этиер, Б. Балласса, Р. Вернон, Дж. Хикс, Дж. Робинсон, Э. Чемберлин и другие. Подробно о новой теории торговли и моделях внешней торговли написано в трудах А. П. Киреева.

Новая теория торговли и, соответственно, модели, представленные в ее рамках, характеризуется развитием теоретических основ сущности внешней торговли, использованием широкого спектра инструментов, «смежных с международной экономикой экономических и неэкономических дисциплин (микроэкономика, политология, география психология)» [Киреев, Матвеев, 2011], прогрессивными методами анализа и более реалистичными условиями, т.е. повышенной адекватностью моделей.

Совокупность современных моделей внешней торговли включает широкий спектр моделей различной теоретической направленности. Но главной особенностью современных моделей внешней торговли является обратная парадигма исследования международной экономической деятельности. Классические и неоклассические модели исходят из существования гомогенной фирмы, которая представляет собой всю страну, либо отрасль, тем самым описывают международный товарооборот «сверху-вниз», т.е. ориентированы на макроэкономические системы. С появлением теории «неоднородности фирм», а также в силу развития статистики, математического и эконометрического аппарата, современные модели внешней торговли связаны с использованием принципиально обратного механизма исследования «снизу-вверх». Другими словами, современные модели внешней торговли преимущественно ориентированы на микроэкономические системы, т.е. фирмы.

Таким образом, к современным моделям внешней торговли можно отнести: модель технологического разрыва М. Познера, модель жизненного цикла Р. Вернона, модель эффекта масштаба Кэмпбелла, модель конкурентных преимуществ М. Портера, модель монополистической конкуренции А. Диксита – Дж. Стиглица, модель монополистической конкуренции П. Кругмана, модели неоднородности фирм, модели неполных контактов, модели политической экономии торговой политики, пространственные модели международной торговли.

Указанные современные модели внешней торговли не отвечают основному принципу авторской классификации – ориентация на макро-уровень. Тем не менее, прогрессивный инструментальный анализ данных моделей и их высокая адекватность имеют высокое значение при разработке моделей макроэкономической эффективности внешнеэкономической деятельности.

Выводы

В целом, существующие модели внешней торговли, затрагивающие вопросы макроэкономической эффективности внешнеэкономической деятельности, являются своеобразным базисом для дальнейшего исследования и поиска новых подходов к моделированию

внешней торговли с позиции ее влияния на социально-экономическое состояние макроэкономической системы. По нашему мнению, моделирование эффективности внешнеэкономической деятельности на макроуровне имеет высокую актуальность в современных условиях и призвано обосновать реформирование системы организации и регулирования внешнеэкономической деятельности в государственном масштабе.

Список литературы References

- Васильева Л.В. 2008. История экономических учений. М.: Высш. образование, 192.
Vasilyeva L.V. 2008. History of Economic Thought. M.: Higher Education, 192.
- Вехи экономической мысли 2006. Т. 6. Международная экономика. Под общ. ред. А. П. Киреева; Гос. ун-т – Высшая школа экономики, Институт «Экономическая школа». М.: ТЕИС, 720.
Milestones of economic thought 2006. T. 6. International Economics. Under total. Ed. Kireev A.P.; Gos. University - Higher School of Economics, Institute «The School of Economics». M.: TEIS, 720.
- Ивашковский С.Н. 2002. Макроэкономика. М.: Дело, 472.
Ivashkovskiy S.N. 2002. Macroeconomics. M.: Delo, 472.
- Киреев А.П. 1997. Международная экономика. В 2-х ч. – Ч. I. Международная микроэкономика: движение товаров и факторов производства. М.: «Международные отношения», 416.
Kireev A.P. 1997. International Economics. - Part I. International Microeconomics: the movement of goods and factors of production. M.: «International Relations», 416.
- Колесов В.П. 2004. Международная экономика. М.: ИНФРА-М, 474.
Kolesov V.P. 2004. International Economics. M.: INFRA-M, 474.
- Михайлушкин А.И. 2002. Международная экономика. М.: Высшая школа, 336.
Mikhailushkin A.I. 2002. International Economics. M.: Higher School, 336.
- Онохина Е.А. 2006. Обоснование таможенно-тарифной политики на основе использования экономико-математического моделирования: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 ; 08.00.13. Екатеринбург, 131.
Onohina E.A. 2006. Justification of customs and tariff policy based on the use of economic and mathematical modeling: Dis. ... Cand. ekon. Sciences: 08.00.05; 08.00.13. Ekaterinburg, 131.
- Экономическая теория. 2004. Научное издание под ред. Дж. Итуэлла, М. Милгейта, П. Ньюмена; науч. ред. В. С. Автономов; пер. с англ. [Ю. Автономов и др.]. М.: ИНФРА-М, 930.
Economic theory. 2004. Scientific publication / ed. J. Eatwell, M. Milgeyta, P. Newman; scientific. Ed. VS autonomy; per. from English. [YU. Autonomy and others.]. Moscow: INFRA-M, 930.
- Экономическая школа. 2011. Альманах, том 7, 2011. Международная экономика / отв. ред. А. П. Киреев, В. Д. Матвеевко. СПб.: «Экономическая школа» ГУ ВШЭ, 294.
The School of Economics. 2011. Almanac, tom 7, 2011. International Economics / Ed. A.P. Kireev, V.D. Matveenko. St. Petersburg.: «Economic School» Higher School of Economics, 294.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 621.391

ВЕЙВЛЕТНЫЕ ФИЛЬТРЫ ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА В ПРОСТЫХ ПОЛЯХ ГАЛУА THIRD ORDER WAVELET FILTERS OVER PRIME GALOIS FIELDS

Н.И. Червяков, П.А. Ляхов, Н.Ф. Семенова, К.С. Шульженко
N.I. Chervyakov, P.A. Lyakhov, N.F. Semyonova, K.S. Shulzhenko

Северо-Кавказский федеральный университет, Россия, 355009, Ставрополь, ул. Пушкина, 1
North-Caucasus Federal University, 1 Pushkina St, Stavropol, 355009, Russia

e-mail: ljahov@mail.ru

Аннотация. В работе исследован вопрос о построении вейвлетных фильтров третьего порядка над конечными полями с простым числом элементов. Предложен метод построения всех фильтров такого типа, основанный на свойствах квадратичных вычетов. Использование предложенного подхода позволяет значительно сократить время построения вейвлетных фильтров конечного поля по сравнению с известными методами, основанными на вычислительно сложном алгоритме Берлекэмп. Разработанный метод построения вейвлетных фильтров третьего порядка над конечным полем может быть использован для цифровой обработки сигналов и для задач защиты информации.

Resume. We investigated the problem of third order wavelet filters construction over finite fields with the prime number of elements. There was proposed a method for design all filters of this type based on the properties of quadratic residues. Using the proposed approach can significantly reduce the time of wavelet filters construction over finite fields in comparison with known methods based on the computationally complicated Berlekamp algorithm. The developed method of third order wavelet filters construction over finite field can be used for digital signal processing tasks and for information protection.

Ключевые слова: цифровая обработка сигналов, вейвлет-преобразование, алгоритм, конечное поле.
Keywords: digital signal processing, wavelet transform, algorithm, finite field.

Введение

Разработка моделей, методов и алгоритмов цифровой обработки сигналов (ЦОС) в конечных полях вызывает в последнее время повышенный интерес у исследователей. Данный факт объясняется особенностями строения конечного поля как алгебраической структуры [1]. В конечных полях, так же как и в полях действительных и комплексных чисел, сохраняется возможность выполнения арифметических операций сложения, вычитания, умножения и деления. С другой стороны, дискретная природа конечных полей эффективна при обработке квантованных величин, возникающих в ЦОС [2, 3].

В настоящее время получило широкое распространение применение вейвлетов для решения разнообразных задач ЦОС. Вейвлет-преобразование возникло как альтернатива преобразованию Фурье. Обработка с использованием вейвлетов позволяет получать не только частотную информацию о сигнале, но еще и его локальные особенности. В настоящее время вейвлеты широко применяются для задач сжатия сигнала [4], очистки от шума [5, 6], анализа временных рядов [7], обработки данных в медицине [8] и во многих других областях. Однако в большинстве случаев на практике используются вейвлеты, построенные над полями действительных и комплексных чисел. Особенностью этих вейвлетов является относительная

простота построения и применения на практике. Однако вейвлет-преобразование над полями действительных и комплексных чисел не лишено недостатков, к которым прежде всего следует отнести высокую вычислительную сложность обработки, а также неизбежное возникновение ошибок округления.

Для устранения этих недостатков был разработан математический аппарат ЦОС с использованием вейвлетов конечного поля [9]. Предложены методы и алгоритмы кодирования [10, 11], криптографической защиты информации [12, 13] и обработки изображений [14] с использованием вейвлетов конечного поля. Одним из главных препятствий на пути использования вейвлетов конечного поля на практике является высокая сложность их построения, так как в настоящее время для этой цели используется алгоритм Берлекэмп или его модификации [9]. В данной статье исследованы вейвлетные фильтры третьего порядка над конечными полями GF_p , построенные с использованием линейных двучленов. Показаны алгоритмы построения таких фильтров и приведен пример проектирования.

Вейвлет-преобразование в конечных полях

Конечные поля (поля Галуа) делятся на два типа: простые поля GF_p и полиномиальные поля GF_{p^n} , $n > 1$, $n \in \mathbb{N}$. Простое конечное поле GF_p содержит число элементов, равное простому числу p . Любое конечное поле из p элементов изоморфно полю классов вычетов по модулю p , поэтому операции сложения, умножения и вычитания в GF_p могут рассматриваться как аналогичные операции над целыми числами, взятые по $\text{mod } p$. Арифметика полиномиальных полей GF_{p^n} является более сложной и основана на свойствах многочленов над GF_p . В данной работе будут рассмотрены лишь простые поля GF_p .

Пусть мы имеем конечное поле GF_p . Определим векторное пространство V , элементы которого – вектора над полем GF_p . Предположим, что это пространство можно представить в виде прямой суммы двух подпространств

$$V = V_0 \oplus W_0, \quad V_0 \cap W_0 = \{0\}. \tag{1}$$

Если обозначить через $\overline{\text{span}\{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n\}}$ линейную оболочку над векторами $\{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n\}$, то материнский вейвлет $\psi(x)$ и скейлинг-функция $\phi(x)$, определяющие вейвлет-преобразование в конечном поле GF_p , должны удовлетворять следующим соотношениям [9]

$$V_0 = \overline{\text{span}\{\phi(n-2j)\}}, \quad \forall j \in \mathbb{Z}, \tag{2}$$

$$W_0 = \overline{\text{span}\{\psi(n-2j)\}}, \quad \forall j \in \mathbb{Z}, \tag{3}$$

и, кроме того, условиям ортонормированности базиса

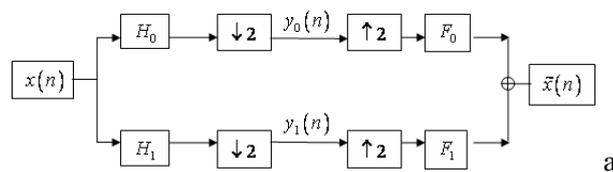
$$\langle \phi(n-2m), \phi(n-2k) \rangle = \delta(m-k), \quad \forall m, k \in \mathbb{Z}, \tag{4}$$

$$\langle \psi(n-2m), \psi(n-2k) \rangle = \delta(m-k), \quad \forall m, k \in \mathbb{Z}, \tag{5}$$

$$\langle \phi(n-2m), \psi(n-2k) \rangle = 0, \quad \forall m, k \in \mathbb{Z}. \tag{6}$$

Вейвлет-преобразованием в конечном поле GF_p является отображение, ставящее в соответствие вектору $x(m)$ последовательность коэффициентов $\langle x(m), \psi(m-2k) \rangle$. Обратное преобразование осуществляется по формуле

$$x(n) = \sum_{k \in \mathbb{Z}} \langle x(m), \phi(m-2k) \rangle \phi(n-2k) + \sum_{k \in \mathbb{Z}} \langle x(m), \psi(m-2k) \rangle \psi(n-2k). \tag{7}$$



а

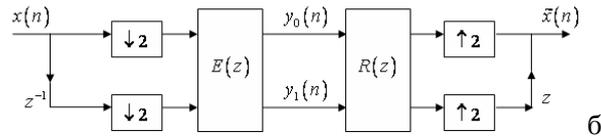


Рис. 1. Двухканальный набор фильтров дискретного вейвлет-преобразования:
а) обычное изображение, б) изображение в многофазной форме

Fig. 1. Two-channel discrete wavelet transform filter bank: a) direct form, b) polyphase form

На практике вейвлет-преобразование реализуется при помощи наборов фильтров. На рисунке 1а показан двухканальный набор фильтров дискретного вейвлет-преобразования. Здесь H_0 и H_1 - анализирующие фильтры, $\downarrow 2$ - оператор децимации, $\uparrow 2$ - оператор разрежающей выборки, F_0 и F_1 - синтезирующие фильтры. Этот же набор фильтров может быть представлен в многофазной форме (рисунок 1б) [15, 16]. С таким набором фильтров ассоциирована матрица

$$E(z) = \begin{pmatrix} E_{00}(z) & E_{01}(z) \\ E_{10}(z) & E_{11}(z) \end{pmatrix}, \quad (8)$$

элементы которой принадлежат кольцу многочленов $F(z)$. В конечных полях, так же как и в полях действительных и комплексных чисел, порядок фильтров, соответствующих материнскому вейвлету $\psi(x)$ и скейлинг-функции $\phi(x)$ должен быть нечетным [9]. Для того, чтобы набор фильтров обладал свойством точного восстановления сигнала, необходимо, чтобы матрица $E(z)$ была параунитарной, то есть выполнялось соотношение

$$E^T(z^{-1})E(z) = I, \quad (9)$$

где I - единичная матрица [17]. Необходимым и достаточным условием точного восстановления сигнала является выполнение соотношения

$$E_{00}(z)E_{00}(z^{-1}) + E_{01}(z)E_{01}(z^{-1}) = I \quad (10)$$

между элементами матрицы (8).

Пусть порядок фильтра определяется целым числом $2N+1$ и M - положительное число, такое что $M \leq N$. Тогда многочлены $E_{00}(z)$ и $E_{01}(z)$ определяются следующими соотношениями:

$$E_{00}(z) = \sum_{i=0}^M e_{0i} z^{-i}, \quad e_{00} \neq 0, \quad e_{0i} \in GF_p, \quad (11)$$

$$E_{01}(z) = \sum_{i=0}^N e_{1i} z^{-i}, \quad e_{1N} \neq 0, \quad e_{1i} \in GF_p, \quad (12)$$

а многочлены $E_{10}(z)$ и $E_{11}(z)$ матрицы (8) находятся по формулам

$$E_{10}(z) = z^{-N} E_{01}(z^{-1}), \quad E_{11}(z) = -z^{-N} E_{00}(z^{-1}). \quad (13)$$

Фильтры H_0 и H_1 можно найти по формулам

$$H_0(z) = E_{00}(z^2) + z^{-1} E_{01}(z^{-2}), \quad (14)$$

$$H_1(z) = E_{10}(z^2) + z^{-1} E_{11}(z^{-2}). \quad (15)$$

Фильтры F_0 и F_1 находятся из условий точного восстановления сигнала [2]

$$F_0(z) = H_1(-z), \quad F_1(z) = -H_0(-z). \quad (16)$$

Построение набора фильтров на рисунке 1 сводится к отысканию многочленов $A(z) = \sum_{i=0}^M a_i z^i$, $a_0 \neq 0$ и $B(z) = \sum_{i=0}^M b_i z^i$, $b_M \neq 0$ из кольца многочленов $F(z)$, удовлетворяющих условию

$$A(z)A(z^{-1}) + B(z)B(z^{-1}) = 1. \quad (17)$$

Каждая такая пара многочленов $A(z)$ и $B(z)$ определяет многочлены E_{00} и E_{01} по формулам

$$a_i = e_{0i}, \quad e_{1i} = 0, \quad \text{для } i = 0, \dots, N-M-1. \quad (18)$$

$$b_i = e_{1(N-M+i)}, \quad \text{для } i = 0, \dots, M.$$



Основной сложностью при построении вейвлетных фильтров конечного поля является поиск многочленов $A(z)$ и $B(z)$, удовлетворяющих условию (17). Далее будет исследован вопрос о нахождении линейных двучленов $A(z)$ и $B(z)$ в полях GF_p для построения вейвлетных фильтров наименьшего нетривиального (третьего) порядка.

Построение вейвлетных фильтров третьего порядка в полях GF_p

Рассмотрим задачу о построении многочленов $A(z)=a_0+a_1z$ и $B(z)=b_0+b_1z$ из $GF_p[z]$, для которых выполняется соотношение $A(z)A(z^{-1})+B(z)B(z^{-1})=1$.

Задача будет решаться в предположении, что: $a_0 \neq 0, a_1 \neq 0, b_0 \neq 0, b_1 \neq 0$.

Сформулируем и докажем вспомогательные теоремы, которые будут необходимы нам для решения поставленной задачи.

Теорема 1. Пусть $A_1(z)=a_0+a_1z, A_2(z)=a_1+a_0z, A_3(z)=(p-a_0)+(p-a_1)z, A_4(z)=(p-a_1)+(p-a_0)z, B_1(z)=b_0+b_1z, B_2(z)=b_1+b_0z, B_3(z)=(p-b_0)+(p-b_1)z, B_4(z)=(p-b_1)+(p-b_0)z, C_1(z)=a_0+(p-a_1)z, C_2(z)=(p-a_1)+a_0z, C_3(z)=(p-a_0)+a_1z, C_4(z)=a_1+(p-a_0)z, D_1(z)=b_0+(p-b_1)z, D_2(z)=(p-b_1)+b_0z, D_3(z)=(p-b_0)+b_1z, D_4(z)=b_1+(p-b_0)z$ – линейные двучлены в поле GF_p .

Если для $A_l(z)=a_0+a_1z$ и $B_l(z)=b_0+b_1z$ из $GF_p[z]$ выполняется соотношение $A_l(z)A_l(z^{-1})+B_l(z)B_l(z^{-1})=1$, то $A_l(z)A_l(z^{-1})+B_k(z)B_k(z^{-1})=1$ и $C_l(z)C_l(z^{-1})+D_k(z)D_k(z^{-1})=1$, при $k=1,2,3,4$ и $l=1,2,3,4$.

Доказательство.

Непосредственное нахождение произведений дает: $A_1(z)A_1(z^{-1})=a_1a_0z+a_1^2+a_0^2+a_1a_0z^{-1}$.
 $A_2(z)A_2(z^{-1})=a_0a_1z+a_0^2+a_1^2+a_0a_1z^{-1}=A_1(z)A_1(z^{-1})$.
 $A_3(z)A_3(z^{-1})=(p-a_1)(p-a_0)z+(p-a_1)^2+(p-a_0)^2+(p-a_1)(p-a_0)z^{-1}=a_1a_0z+a_1^2+a_0^2+a_1a_0z^{-1}=A_1(z)A_1(z^{-1})$.
 $A_4(z)A_4(z^{-1})=(p-a_0)(p-a_1)z+(p-a_0)^2+(p-a_1)^2+(p-a_0)(p-a_1)z^{-1}=a_0a_1z+a_0^2+a_1^2+a_0a_1z^{-1}=A_1(z)A_1(z^{-1})$.

Отсюда, $A_1(z)A_1(z^{-1})=A_2(z)A_2(z^{-1})=A_3(z)A_3(z^{-1})=A_4(z)A_4(z^{-1})$.

Аналогично, $B_1(z)B_1(z^{-1})=B_2(z)B_2(z^{-1})=B_3(z)B_3(z^{-1})=B_4(z)B_4(z^{-1})$

Следовательно, $A_l(z)A_l(z^{-1})+B_k(z)B_k(z^{-1})=A_l(z)A_l(z^{-1})+B_l(z)B_l(z^{-1})=1$ для $l=1,2,3,4$ и $k=1,2,3,4$.

Так как

$A_1(z)A_1(z^{-1})+B_1(z)B_1(z^{-1})=(a_1a_0+b_1b_0)z+a_1^2+a_0^2+b_1^2+b_0^2+(a_1a_0+b_1b_0)z^{-1}=1$, то $a_1a_0+b_1b_0=0$ и $a_1^2+a_0^2+b_1^2+b_0^2=1$. $C_1(z)C_1(z^{-1})=(p-a_1)a_0z+(p-a_1)^2+a_0^2+(p-a_1)a_0z^{-1}=(p-a_1a_0)z+a_1^2+a_0^2+(p-a_1a_0)z^{-1}$

Легко показать, что $C_1(z)C_1(z^{-1})=C_2(z)C_2(z^{-1})=C_3(z)C_3(z^{-1})=C_4(z)C_4(z^{-1})$.

Аналогично, $D_1(z)D_1(z^{-1})=(p-b_1b_0)z+b_1^2+b_0^2+(p-b_1b_0)z^{-1}$ и

$D_1(z)D_1(z^{-1})=D_2(z)D_2(z^{-1})=D_3(z)D_3(z^{-1})=D_4(z)D_4(z^{-1})$.

Ясно, что $C_1(z)C_1(z^{-1})+D_1(z)D_1(z^{-1})=(p-a_1a_0-b_1b_0)z+a_1^2+a_0^2+b_1^2+b_0^2+(p-a_1a_0-b_1b_0)z^{-1}=(p-0)z+1+(p-0)z^{-1}=1$

Следовательно, для $l=1,2,3,4$ и $k=1,2,3,4$ имеем $C_l(z)C_l(z^{-1})+D_k(z)D_k(z^{-1})=C_l(z)C_l(z^{-1})+D_l(z)D_l(z^{-1})=1$.

Теорема 1 доказана.

Если $a_0, p-a_0, a_1, p-a_1, b_0, p-b_0, b_1, p-b_1$ – различные элементы поля GF_p , то из теоремы 1 следует, что зная пару многочленов $A_1(z)=a_0+a_1z$ и $B_1(z)=b_0+b_1z$ из $GF_p[z]$, для которых $A_1(z)A_1(z^{-1})+B_1(z)B_1(z^{-1})=1$, можно построить ещё 15 пар многочленов вида $A_l(z)$ и $B_k(z)$, для которых $A_l(z)A_l(z^{-1})+B_k(z)B_k(z^{-1})=1$, и 16 пар многочленов вида $C_l(z)$ и $D_k(z)$, для которых $C_l(z)C_l(z^{-1})+D_k(z)D_k(z^{-1})=1$. Если же среди указанных элементов поля GF_p встретятся одинаковые, то удастся построить меньше 32 пар интересующих нас многочленов.

Теорема 2. Если $a_0^2 + b_0^2 \neq 0$ и $\left(\frac{1}{a_0^2 + b_0^2} - 1\right)$ - квадратичный вычет по модулю p , то для

$$A_1(z) = a_0 + \left(p - b_0 \sqrt{\frac{1 - a_0^2 - b_0^2}{a_0^2 + b_0^2}}\right)z \text{ и } B_1(z) = b_0 + a_0 \sqrt{\frac{1 - a_0^2 - b_0^2}{a_0^2 + b_0^2}}z \quad (19)$$

из $GF_p[z]$ выполняется соотношение $A_1(z)A_1(z^{-1}) + B_1(z)B_1(z^{-1}) = 1$, а для

$$C_1(z) = a_0 + b_0 \sqrt{\frac{1 - a_0^2 - b_0^2}{a_0^2 + b_0^2}}z \text{ и } D_1(z) = b_0 + \left(p - a_0 \sqrt{\frac{1 - a_0^2 - b_0^2}{a_0^2 + b_0^2}}\right)z \quad (20)$$

из $GF_p[z]$ выполняется соотношение $C_1(z)C_1(z^{-1}) + D_1(z)D_1(z^{-1}) = 1$.

Доказательство.

Если $A(z)A(z^{-1}) + B(z)B(z^{-1}) = 1$ для $A(z) = a_0 + a_1z$ и $B(z) = b_0 + b_1z$ из $GF_p[z]$, то $(a_1a_0 + b_1b_0)z + a_1^2 + a_0^2 + b_1^2 + b_0^2 + (a_1a_0 + b_1b_0)z^{-1} = 1$.

Следовательно, $\begin{cases} a_1a_0 + b_1b_0 = 0 \\ a_1^2 + a_0^2 + b_1^2 + b_0^2 = 1 \end{cases}$. Отсюда, $a_1 = p - \frac{b_0}{a_0}b_1$. Так как $a_1^2 = \frac{b_0^2}{a_0^2}b_1^2$, то

$\frac{b_0^2}{a_0^2}b_1^2 + a_0^2 + b_1^2 + b_0^2 = 1$. Значит, $\frac{a_0^2 + b_0^2}{a_0^2}b_1^2 = 1 - (a_0^2 + b_0^2)$. Если $a_0^2 + b_0^2 \neq 0$, то $b_1^2 = \frac{a_0^2}{a_0^2 + b_0^2} - a_0^2$ или

$b_1^2 = a_0^2 \left(\frac{1}{a_0^2 + b_0^2} - 1\right)$. Если $\left(\frac{1}{a_0^2 + b_0^2} - 1\right)$ квадратичный вычет по модулю p [18], то получаем

$b_1 = a_0 \sqrt{\frac{1 - a_0^2 - b_0^2}{a_0^2 + b_0^2}}$ или $b_1 = p - a_0 \sqrt{\frac{1 - a_0^2 - b_0^2}{a_0^2 + b_0^2}}$. Откуда, $a_1 = p - b_0 \sqrt{\frac{1 - a_0^2 - b_0^2}{a_0^2 + b_0^2}}$ или $a_1 = b_0 \sqrt{\frac{1 - a_0^2 - b_0^2}{a_0^2 + b_0^2}}$.

Таким образом, имеем две пары многочленов из $GF_p[z]$, удовлетворяющие поставленным условиям:

$$A_1(z) = a_0 + \left(p - b_0 \sqrt{\frac{1 - a_0^2 - b_0^2}{a_0^2 + b_0^2}}\right)z \text{ и } B_1(z) = b_0 + a_0 \sqrt{\frac{1 - a_0^2 - b_0^2}{a_0^2 + b_0^2}}z;$$

$$C_1(z) = a_0 + b_0 \sqrt{\frac{1 - a_0^2 - b_0^2}{a_0^2 + b_0^2}}z \text{ и } D_1(z) = b_0 + \left(p - a_0 \sqrt{\frac{1 - a_0^2 - b_0^2}{a_0^2 + b_0^2}}\right)z.$$

Теорема 2 доказана.

Покажем на примере применение теорем 1 и 2 для нахождения вейвлетных фильтров 3-го порядка над GF_p .

Пример. Рассмотрим поле GF_{13} . Квадратичными вычетами по модулю 13 являются числа 1, 3, 4, 9, 10, 12, так как $1 \equiv 1^2 \pmod{13}$, $3 \equiv 4^2 \pmod{13}$, $4 \equiv 2^2 \pmod{13}$, $9 \equiv 3^2 \pmod{13}$, $10 \equiv 6^2 \pmod{13}$, $12 \equiv 5^2 \pmod{13}$. Условию теоремы 2 удовлетворяют, например, числа $a_0 = 3$ и $b_0 = 5$, так как

$a_0^2 + b_0^2 = 3^2 + 5^2 \equiv 8 \pmod{13} \neq 0$ и $\frac{1}{a_0^2 + b_0^2} - 1 = 8^{-1} - 1 \equiv 4 \pmod{13}$ квадратичный вычет по модулю 13. По

формуле (19) имеем:

$$A(z) = a_0 + \left(p - b_0 \sqrt{\frac{1 - a_0^2 - b_0^2}{a_0^2 + b_0^2}}\right)z = 3 + 3z \text{ и } B(z) = b_0 + a_0 \sqrt{\frac{1 - a_0^2 - b_0^2}{a_0^2 + b_0^2}}z = 5 + 6z.$$

По теореме 1 получаем еще 15 пар линейных двучленов над полем GF_{13} , удовлетворяющих условию (17): $3 + 3z$ и $6 + 5z$; $3 + 3z$ и $8 + 7z$; $3 + 3z$ и $7 + 8z$; $10 + 10z$ и $5 + 6z$; $10 + 10z$ и $6 + 5z$; $10 + 10z$ и $8 + 7z$; $10 + 10z$ и $7 + 8z$; $3 + 10z$ и $5 + 7z$; $3 + 10z$ и $7 + 5z$; $3 + 10z$ и $8 + 6z$; $3 + 10z$ и $6 + 8z$; $10 + 3z$ и $5 + 7z$; $10 + 3z$ и $7 + 5z$; $10 + 3z$ и $8 + 6z$; $10 + 3z$ и $6 + 8z$.

На рисунке 2 схематично показан принцип расчета коэффициентов при построении вейвлетных фильтров третьего порядка в поле GF_{13} из двучленов $A(z) = 3 + 3z$ и $B(z) = 5 + 6z$.

Таким образом, построение вейвлетных фильтров третьего порядка над полем GF_p сводится к проверке простого условия для элементов поля на квадратичный вычет по модулю. Это улучшает результат из [9], в котором для построения таких фильтров предлагается использовать вычислительно сложные модификации алгоритма Берлекэмпса для разложения на множители многочленов из GF_p . Кроме того, доказанные теоремы 1 и 2 позволяют строить все возможные вейвлетные фильтры третьего порядка над полем GF_p .

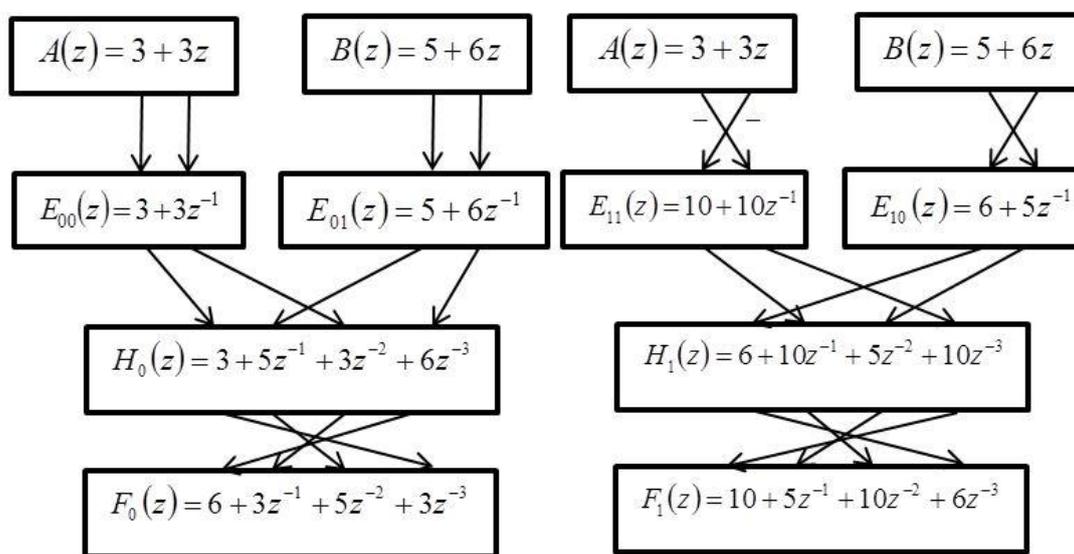


Рис. 2. Схема расчета коэффициентов вейвлетных фильтров над полем GF_{13}

Fig. 2. Computing scheme for coefficients of wavelet filters over GF_{13}

Заключение

В работе исследован метод построения вейвлетных фильтров третьего порядка над полями GF_p . Использование теорем 1 и 2 позволяет значительно сократить время построения вейвлетных фильтров конечного поля по сравнению с известными подходами, основанными на вычислительно сложном алгоритме Берлекэмпса. Кроме того, применение доказанных теорем позволяет строить все возможные вейвлетные фильтры третьего порядка над полем GF_p .

Перспективным направлением дальнейших исследований является исследование практического применения вейвлетных фильтров третьего порядка для задач ЦОС, а также в кодировании и шифровании. Кроме того, интерес представляет разработка быстрых алгоритмов проектирования вейвлетных фильтров другого порядка над GF_p а также фильтров над полями GF_{p^k} .

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 14-07-31004-мол-а.

Список литературы

References

1. Vigila S.A.M.C., Muneeswaran K., Antony W.T.B.A. Biometric security system over finite field for mobile applications // IET Information Security. 2015. V. 9. No. 2. P. 119-126.
Vigila S.A.M.C., Muneeswaran K., Antony W.T.B.A. Biometric security system over finite field for mobile applications // IET Information Security. 2015. V. 9. No. 2. P. 119-126.
2. Cooklev T., Nishihara A., Sablatash M. Theory of filter banks over finite fields // Proc. IEEE Asia-Pacific Conf. On Circuits and Systems, Taipei, 1994. P. 260-265.
Cooklev T., Nishihara A., Sablatash M. Theory of filter banks over finite fields // Proc. IEEE Asia-Pacific Conf. On Circuits and Systems, Taipei, 1994. P. 260-265.
3. Jeronimo da Silva G., de Souza R.M.C. Design method for two-channel cyclic filter banks over fields of characteristic two // IET Electronics Letters. 2009. V. 45. No. 6. P. 332-334.



- Jeronimo da Silva G., de Souza R.M.C. Design method for two-channel cyclic filter banks over fields of characteristic two // *IET Electronics Letters*. 2009. V. 45. No. 6. P. 332-334.
4. Usevitch B.E. A tutorial on modern lossy wavelet image compression: foundations of JPEG 2000 // *IEEE Signal Processing Magazine*. 2001. V. 18. No. 5. P. 22-35.
- Usevitch B.E. A tutorial on modern lossy wavelet image compression: foundations of JPEG 2000 // *IEEE Signal Processing Magazine*. 2001. V. 18. No. 5. P. 22-35.
5. Zhang D., Bao P., Xiaolin Wu. Multiscale LMMSE-based image denoising with optimal wavelet selection // *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*. 2005. V. 15. No. 4. P. 469-481.
- Zhang D., Bao P., Xiaolin Wu. Multiscale LMMSE-based image denoising with optimal wavelet selection // *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*. 2005. V. 15. No. 4. P. 469-481.
6. Shukla K.K., Tiwari A.K. Efficient Algorithms for Discrete Wavelet Transform With Applications to Denoising and Fuzzy Inference Systems Series. SpringerBriefs in Computer Science, 2013.
- Shukla K.K., Tiwari A.K. Efficient Algorithms for Discrete Wavelet Transform With Applications to Denoising and Fuzzy Inference Systems Series. SpringerBriefs in Computer Science, 2013.
7. Fu-Chiang Tsui, Li C.-C., Mingui Sun, Sciabassi R.J. A comparative study of two biorthogonal wavelet transforms in time series prediction // *Proc. IEEE Int. Conf. on Systems, Man, and Cybernetics, Computational Cybernetics and Simulation*, Orlando, 1997. V. 2. P. 1791-1796.
- Fu-Chiang Tsui, Li C.-C., Mingui Sun, Sciabassi R.J. A comparative study of two biorthogonal wavelet transforms in time series prediction // *Proc. IEEE Int. Conf. on Systems, Man, and Cybernetics, Computational Cybernetics and Simulation*, Orlando, 1997. V. 2. P. 1791-1796.
8. Brechet L., Lucas M.-F., Doncarli C., Farina D. Compression of Biomedical Signals With Mother Wavelet Optimization and Best-Basis Wavelet Packet Selection // *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*. 2007. V. 54. No. 12. P. 2186-2192.
- Brechet L., Lucas M.-F., Doncarli C., Farina D. Compression of Biomedical Signals With Mother Wavelet Optimization and Best-Basis Wavelet Packet Selection // *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*. 2007. V. 54. No. 12. P. 2186-2192.
9. Fekri F., Mersereau R.M., Shafer R.W. Theory of wavelet transform over finite fields // *Proc. IEEE Int. Conf. on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, Phoenix, 1999. V. 3. P. 1213-1216.
- Fekri F., Mersereau R.M., Shafer R.W. Theory of wavelet transform over finite fields // *Proc. IEEE Int. Conf. on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, Phoenix, 1999. V. 3. P. 1213-1216.
10. Fekri F., McLaughlin S.W., Mersereau R.M., Schafer R.W. Block error correcting codes using finite-field wavelet transforms // *IEEE Transactions on Signal Processing*. 2006. V. 54. No. 3. P. 991-1004.
- Fekri F., McLaughlin S.W., Mersereau R.M., Schafer R.W. Block error correcting codes using finite-field wavelet transforms // *IEEE Transactions on Signal Processing*. 2006. V. 54. No. 3. P. 991-1004.
11. Sartipi M., Delgosha F., Fekri F. Two-Dimensional Half-Rate Codes Using Two-Dimensional Finite-Field Filter Banks // *IEEE Transactions on Signal Processing*. 2007. V. 55. No. 12. P. 5846-5853.
- Sartipi M., Delgosha F., Fekri F. Two-Dimensional Half-Rate Codes Using Two-Dimensional Finite-Field Filter Banks // *IEEE Transactions on Signal Processing*. 2007. V. 55. No. 12. P. 5846-5853.
12. Delgosha F., Fekri F. Stream cipher using finite-field wavelets // *Proc. IEEE Int. Conf. On Acoustics, Speech, and Signal Processing*. 2005. V. 5. P. 689-692.
- Delgosha F., Fekri F. Stream cipher using finite-field wavelets // *Proc. IEEE Int. Conf. On Acoustics, Speech, and Signal Processing*. 2005. V. 5. P. 689-692.
13. Delgosha F., Fekri F. Public-key cryptography using paraunitary matrices // *IEEE Transactions on Signal Processing*. 2006. V. 54. No. 9. P. 3489-3504.
- Delgosha F., Fekri F. Public-key cryptography using paraunitary matrices // *IEEE Transactions on Signal Processing*. 2006. V. 54. No. 9. P. 3489-3504.
14. Chervyakov N.I., Lyakhov P.A., Babenko M.G. Digital filtering of images in a residue number system using finite-field wavelets // *Automatic Control and Computer Sciences*. 2014. V. 48. No. 3. P. 180-189.
- Chervyakov N.I., Lyakhov P.A., Babenko M.G. Digital filtering of images in a residue number system using finite-field wavelets // *Automatic Control and Computer Sciences*. 2014. V. 48. No. 3. P. 180-189.
15. Vaidyanathan P.P. Multirate Systems and Filter Banks. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1993.
- Vaidyanathan P.P. Multirate Systems and Filter Banks. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1993.
16. Червяков, Н.И. Реализация многофазных фильтров в системе остаточных классов / Н.И. Червяков, П.А. Ляхов // *Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика.* – 2011. . – №13(108). – Вып. 19/1. – С. 204-210.
- Chervyakov, N.I. Realizaciya mnogofaznyh fil'trov v sisteme ostatocnyh klassov / N.I. Chervyakov, P.A. Ljahov // *Nauchnye vedomosti BelGU. Ser. Istorija. Politologija. Jekonomika. Informatika.* – 2011. . – №13(108). – Vyp. 19/1. – S. 204-210.
17. Phoong S., Vaidyanathan P.P. Paraunitary filter banks over finite fields // *IEEE Transactions on Signal Processing*. 1997. V. 45. No. 6. P. 1443-1457.
- Phoong S., Vaidyanathan P.P. Paraunitary filter banks over finite fields // *IEEE Transactions on Signal Processing*. 1997. V. 45. No. 6. P. 1443-1457.
18. Montgomery H.L., Vaughan R.C. Multiplicative number theory I: Classical Theory. Cambridge University Press, 2006, 572 p.
- Montgomery H.L., Vaughan R.C. Multiplicative number theory I: Classical Theory. Cambridge University Press, 2006, 572 p.

УДК 621.377.2

УЧЕТ ВЛИЯНИЯ ОШИБОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФУНКЦИИ РАССЕЙЯНИЯ ТОЧКИ НА РЕЗУЛЬТАТ КОРРЕКЦИИ РЕЗКОСТИ КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

TAKING INTO ACCOUNT THE INFLUENCE OF ERRORS OF DETERMINATION OF THE POINT SPREAD FUNCTION OF THE RESULT OF THE CORRECTION OF SHARPNESS SPACE IMAGES HIGH RESOLUTION

В.Н. Винтаев¹, М.Ю. Жиленев², И.С. Константинов³, Н.Н. Ушакова¹
V.N. Vintayev¹, M.U. Zhilenev², I.S. Konstantinov³, N.N. Ushakova¹

¹Белгородский университет кооперации, экономики и права, Россия, 308023, Белгород, ул. Садовая, 116а,

²Конструкторское бюро "Салют" Государственного Космического Научно Производственного Центра имени М.В. Хруничева, Россия, 121087, Москва, ул. Новозаводская, 18,

³Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, 85

¹Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, 116a Sadovaya St, Belgorod, 308023, Russia,

²Design Bureau "Salute" State Space research and Production Center named after M. V. Khrumichev, 18, Novozavodskaya St, Moscow, 121087, Russia,

³Belgorod State National Research University, 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

e-mail: viktor.vn2010@yandex.ru, zhilenev_mihail@mail.ru, ViceRectorScience@bsu.edu.ru, natush2006@yandex.ru

Аннотация. Результат процесса синтеза и оптимизации частотно-контрастной характеристики тракта дистанционного зондирования по сформированному изображению высокого разрешения для корректного восстановления его резкости существенно зависит от уровня и достоверности согласования синтезируемой частотно-контрастной характеристики и спектрального представления функции рассеяния точки на изображении; в работе представлен метод корректировки получения восстанавливаемой резкости на изображении для итеративного интегрального оператора деконволюции исходного изображения по оценке достоверности функции рассеяния точки, композитной из функций рассеяния, определяемых по опознанным опорным ориентирам.

Resume. The result of the process of synthesis and optimization of frequency-contrast characteristics of the tract of remote sensing to the generated high resolution image for correct reconstruction of its sharpness depends on the level and validity of the approval of the synthesized frequency-contrast characteristics and spectral representation of the point spread function of the image; the paper presents a method of adjusting the receive recovered the sharpness of the image for the iterative integral operator deconvolution of the source image to assess the reliability function of the scattering point, composite image function of scattering determined by the identified reference benchmarks.

Ключевые слова: пространственно-частотный спектр, тонкая структура изображения, функция рассеяния точки, деконволюция

Keywords: spatial-frequency spectrum, fine structure image, a function of the scattering point, deconvolution

Введение

Формирование космического изображения высокого разрешения требует восстановления подавленной в тракте дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) тонкой структуры образов наблюдаемых объектов, т.е. восстановления разрешения или резкости (где США пока сохраняют технологическое лидерство, о чем свидетельствует вывод на орбиту таких аппаратов, как Geo-Eye-1, WorldView-1 и WorldView-2 с разрешением 0.4–0.5 м.) [1,2]. При отклонении значений скорости движения изображения (СДИ) на фотоприемниках космического аппарата (КА) от «запрограммированной» для участка орбиты КА формируется дополнительная к атмосферной функция рассеяния точки (ФРТ) [3], подавление которой осуществляется соответствующими коррекциями изображения по текущим навигационным параметрам аппарата, включая значения измеренных рысканий, тонгажей и кренов. Остаточная при этом ФРТ может подавляться обратными, инверсными и, как модификации инверсных – винеровскими с применением регуляризации Тихонова фильтрами.

В работах [4,5,6,7] показана необходимость согласования оптимизируемой для коррекции резкости частотно-контрастной характеристики (ЧКХ) тракта ДЗЗ с ФРТ, оцененной при формировании изображения высокого разрешения. Такое же согласование, как правило, в виде модификаций и возмущений пространственно-частотного спектра (ПЧС), т.е. спектрального представления (СП) инверсного фильтра, обратные значения аппликата которого образуют СП ФРТ, осуществляется с пространственно-частотной пропускной способностью аппаратуры, формирующей изображение [8,9]. Следует отметить, что методы слепого определения ФРТ [8] и, соответственно,

восстановления резкости, выполняющиеся при невозможности опознавания опорных ориентиров (ОО), например, при пролете над ландшафтами без объектов антропогенного происхождения, так или иначе исходят из принимаемой гипотезы о соответствии структур изображения некоторому «идеальному состоянию» без наличия ФРТ, и представляют собой отдельное научно-техническое направление, которое в данной работе не рассматривается.

Согласование при оптимизации синтезируемой ЧКХ такта с СП ФРТ не означает их совпадения (хотя такое и не исключается), но для снимков высокого, а особенно сверхвысокого разрешения норма попиксельной разницы оптимальной синтезируемой ЧКХ такта и СП ФРТ мала – как правило, не более 0.001% доли энергии СП ФРТ: реальная ФРТ не изопланатична из-за наличия до уровня 0.0001% от энергии изопланатичной составляющей неучитываемой стохастической компоненты энергии ФРТ. В большинстве случаев стохастическую компоненту ФРТ приписывают к шуму на изображении. Отсюда следует необходимость соблюдения высокого уровня точности оценки ФРТ или внесения соответствующих коррекций в деконволюцию изображения.

Построенные в [5,10] на модификациях и возмущениях СП инверсного фильтра итеративные интегральные операторы деконволюции, поддерживающие корректность измерительных свойств изображений представляют собой известные (хотя и модифицированные) формулы Ван Циттера [10], т.е. формулы получения ядра интегрального оператора обратным преобразованием Фурье используемого в итеративном процессе СП. Упомянутые выше пространственно-частотные характеристики фильтров коррекции резкости являются результатом проектирования ядер интегральных операторов на ортонормированную систему тригонометрических функций (заметим, что это не решение задачи на собственные значения для оператора деконволюции, и их СП не являются спектром оператора в популярном смысле [11,12]), также как не являются в означенном смысле спектром оператора деконволюции ни ЧКХ, ни все известные линейные фильтры в частотной области [13]. Итеративная деконволюция с недостатком по числу шагов, возникающим при возможной недооценке реально имеющейся на изображении апертуры ФРТ (хотя и практически не измеренной, если она в пределах апертур одного или двух пикселей) приводит к неполной фокусировке изображения при восстановлении резкости, а при избытке числа шагов, возникающем при переоценке апертуры реальной ФРТ возникают на последних шагах итераций описанные в [4,5] эффекты паразитного контрастирования, не имеющие практически ничего общего с тонкой коррекцией именно резкости, хотя визуально такое воспринимается как дополнительный эффект по резкости. Для сохранения измерительных свойств изображений высокого разрешения это губительно. Отметим, что замеряемое посредством тест-объекта, поддерживаемое изображением пространственное разрешение и резкость, определяемая углом или скоростью изменения контраста на его фронтах, определяются высшей модой в ПЧС его изображения и линейно связаны [14]. При этом, в работе [15] введено определение разрешения (и, следовательно, резкости) как внутренней меры Лебега диаметра открытого множества значений верхних пространственных частот изображений объектов.

Цель работы: разработать метод корректировки результатов функционирования итеративного интегрального оператора деконволюции исходного изображения по оценке достоверности функции рассеяния точки, композируемой из функций рассеяния, определяемых по опознанным опорным ориентирам.

Интервальная оценка ошибки определения ФРТ и процесс корректировки восстанавливаемой резкости изображения

Для цифрового космического изображения (ЦКИ) процесс формирования изображения без учета (или при подавлении) артефактов, вызываемых возмущением СДИ в модели Бейтса и Мак Доннела, может быть представлен в аналитической записи в виде Фурье-представления интегрального уравнения Фредгольма [16]:

$$F(S_r) = F(S_{II}) \cdot F(\Phi PT) + F(n), \quad (1)$$

где S_r – формируемое изображение; S_{II} – восстанавливаемое изображение; ΦPT – ядро интегрального преобразования (свертки), изопланатичное на апертуре носителя S_{II} , n – аддитивный шум, $F(S)$, $F(\Phi PT)$, $F(n)$ – Фурье-спектры объектов. Определяемая из (1) для каждого из ОО или полигонных объектов S_{oo} и их эталонов (Θ) – S_{IIo} уникальная ЧКХ в виде

$$F(\Phi PT)_i = F(S_{oo})_i / F(S_{IIo})_i \quad (2)$$

с оценкой $F(\Phi PT)$ в виде $\bigcup_i^N F(\Phi PT)_i$ дает оценку искомой ΦPT_0 в виде

$$\Phi PT_0 = F^{-1}(\bigcup_i^N F(\Phi PT)_i) \quad (3)$$

и выводит на инверсную фильтрацию



$$F(S_H) = F(S_R) / F(\Phi PT_0) = F(S_R)(\Phi PT_0)^{-1},$$

(4)

здесь F^{-1} – обратная Фурье-процедура, а $(F)^{-1}$ – деление единицы на отсчеты комплексного спектра F .

Множества гармоник $F(\Phi PT)_i$ определяются как нечеткие множества с функциями принадлежности на них μ_i , равными коэффициентам корреляции соответствующих S_{oo} и S_{no} . Операция объединения \bigcup_i^N для построения множества $F(\Phi PT_0)$ сопровождается минимаксной формулой исчисления μ_o для каждой гармоники в $F(\Phi PT_0)$ с медианной фильтрацией значений ряда гармоник из образующих множеств $F(\Phi PT)_i$ с равными значениями μ_i .

Коэффициент корреляции не может быть равен 1, иначе ОО и Э идентичны и тогда нет постановки задачи, ниже 0.7 – запрещенные значения, т.к. отсутствует при этом возможность доказать что это сопряженная пара ОО и Э. Следует сделать оговорку: значение коэффициента корреляции, допустим, 0.7, а распознавание ОО и идентификация его соответствия эталону должна сопровождаться уровнем ложной тревоги не выше 0.1, т.е. распознавание и идентификация выполняются при дополнительных признаках. Например, наблюдаемый ОО – самолет, тогда его можно сравнивать только с эталоном самолета F105R, и выяснить, к примеру, что на отслеживаемом аэродроме других не бывает. В СП $F(\Phi PT_0)$, который и принимается за порождающий инверсные и Винеровские фильтры с модификациями, включая модификации на частотно-зависимую добавку [4,5], каждая i, j -ая мода характеризуется значением функции принадлежности μ_{oj} , определенной по выше описанному правилу, которая тем не менее строилась на значениях коэффициентов корреляции эталонов и ОО.

Значение взвешенной суммы вида

$$\mu_{oo} = \left(\sum_{i,j}^{N,M} \mu_{oj} (F(\Phi PT_0)_{ij})^2 \right) / \left(\sum_{i,j}^{N,M} (F(\Phi PT_0)_{ij})^2 \right)$$

(5)

где $0.7 \leq \mu_{oo} < 1$ целесообразно принять за достоверность $F(\Phi PT_0)$ и ΦPT_0 .

Соотношение согласования ЧКХ и ФРТ на фоне модифицированной фильтрации Винера при оптимизации ЧКХ для дальнейшего вычисления частотно-зависимой добавки к спектру ФРТ имеет вид [5]:

$$\max_{\omega_i, \omega_j} \text{ЧКХ}(\omega_i, \omega_j) - \max(H^*(\omega_i, \omega_j) / (|H(\omega_i, \omega_j)|^2 + \rho(\omega_i^2 + \omega_j^2)^{1/2}))^{-1} = R_4 = \min > 0,$$

(6)

где $H(\omega_i, \omega_j) = F(\Phi PT_0)$ – по условиям синтеза характеристики фильтра, $\rho(\omega_i^2 + \omega_j^2)^{1/2}$ – регуляризационный спектральный компенсатор СП шума на изображении [8].

По вычисленной μ_{oo} определим разброс ΔA апертур ФРТ, используя множитель вида $1 - \mu_{oo}$ на расширение и сужение выявленной апертуры $A(\Phi PT)$:

$$\Delta A(\Phi PT) = A(\Phi PT)(1 - \mu_{oo}). \tag{7}$$

ФРТ при этом интерполируется на новые апертуры с сохранением ее энергии (суммы квадратов апшпикат).

Далее выполняется специальная коррекция резкости (СКР) в соответствии с техникой, представленной в работах [4,5], с пошаговым малым наращиванием «заниженной» апертуры ФРТ до остановки процесса роста резкости на каждом шаге и СКР с пошаговым малым уменьшением «завышенной» апертуры ФРТ до появления на каждом шаге отмеченных в [4,5] артефактов в виде паразитного контрастирования. Для итеративного оператора деконволюции на «нисходящем» по значениям апертур ФРТ процессе в СКР строится из значений минимальных погрешностей останова итераций $\{\rho(S_H^{(n)}, S_H)\}_z$ пошаговая последовательность внешних мер μ и, с учетом «восходящего процесса», внутренних мер Лебега при оценках $\Delta\rho(S_H^{(n)}, S_H)_k$ вплоть до успокоения процесса при достижении по норме заданной погрешности Q , причем

$$\Delta\rho(S_H^{(n)}, S_H)_k = \left\| \{\rho(S_H^{(n)}, S_H)\}_g - \{\rho(S_H^{(n)}, S_H)\}_z \right\| \leq Q, \tag{8}$$

где $k = k(z, g)$ – индекс успокоения, определившийся числом шагов z и $k = g$ получения «нисходящей» и «восходящей» последовательности итеративных деконволюций, соответственно. Необходимо заметить, что монотонность в пошаговом наращивании или уменьшении апертур ФРТ на запуск итераций порождает монотонность тенденции изменений резкости, получаемой при

заданной погрешности итеративных процессов, но дисперсия отклонений получаемых резкостей от оси выявленной тенденции может превышать указанную погрешность. Проведенный анализ соотношений (3), (4) и (5), как базовой модели коррекции резкости наводит на вывод, что «всплески» резкости на фоне тенденции изменения при принятом алгоритме построения последовательности ФРТ с сохранением ее энергии определяются (в первом приближении) уровнем энергии ПЧ изображения, совпадающей со средневзвешенной модой в ПЧС используемой в данный момент ФРТ. Погрешность успокоения Q (при $\Delta\rho(S_H^{(n)}, S_H)_k \leq Q$) устанавливается, по крайней мере, на порядок меньше погрешности вычисления операторов деконволюции [4,5], т.к. в соответствии с теорией меры Лебега она моделирует интервал меры нуль [17], определяющий меру совпадения двух типов мер Лебега для итоговых результатов. Невозможность установки столь малой погрешности Q констатирует факт сильно неизопланатичной ФРТ на сформированном изображении. Эта задача в данной статье не рассматривается. Значение реализованной при этом меры Лебега для резкости можно определить по тест- объекту на полученном изображении S_H , в соответствии с соотношением (8) и определениями резкости в работе [15]: вычислить классически внутреннюю меру Лебега $m_z[SS]$ множества точек на оси резкости SS как разность диаметра $\inf\{RS_z\}$ с точками – значениями резкости, соответствующими минимуму значений в последовательности внешних покрытий множества диаметров, ассоциированных с $\{\rho(S_H^{(n)}, S_H)\}_z$ оси погрешностей для множества SS и внешней меры $\inf\{RS_z\}$, ассоциированной с точками $\{\rho(S_H^{(n)}, S_H)\}_z$, являющимися дополнением к множеству внешних покрытий, ассоциированных с $\{\rho(S_H^{(n)}, S_H)\}_z$ оси погрешностей (что соответствует классическому определению и соотношению между внешней и внутренней мерами Лебега). Представление результатов СКР в мере Лебега необходимо для оптимальной фильтрации с регуляризацией по технологии работы [15] с целью дополнительного улучшения результата, при соблюдении не учтенных в работе [15] ограничений, выдвигаемых технологией СКР.

Для всех упомянутых представлений Ван Циттера формула погрешности итерационного процесса имеет вид [12]:

$$\rho(S_H^{(n)}, S_H) \leq (\|T\| \rho(S_H^{(n)}, S_H^{(n-1)})) / (1 - \|T\|), \quad (9)$$

где $\rho(S_H^{(n)}, S_H) = (\sum_{i,j} (S_{H_i}^{(n)} - S_{H_j})^2)^{1/2}$ – евклидова метрика, а $\rho(S_H^{(n)}, S_H^{(n-1)})$ исчисляется аналогично; норма

оператора T в соответствии с технологией СКР равна

$$\|T\| = \|F^{-1}(1-H) ** S_H^{(n-1)}\| / \|S_H^{(n-1)}\|, \quad (10)$$

где числитель и знаменатель – евклидова норма (формула Пифагора) на компонентах векторов.

Если S_H сдвинуть на одну десятую часть долю апертуры пиксела, то в фазовом спектре появится множитель с гармоникой в 10 раз выше предельной частоты тракта, перераспределение яркостей на изображении будет практически незаметны, это также эффект моделирования сдвига на отрезок меры нуль [17]. Но в пределах штатной спектральной ширины тракта зондирования в силу фундаментальной теоремы Котельникова об отсчетах эти все виртуально сдвинутые изображения тождественны, если только не строить технологию сверхразрешения на упомянутых сдвигах: получаемое изображение при пикселизации не совпадает ни с одним из исходных, но удовлетворяет погрешности $\Delta\rho(S_H^{(n)}, S_H)_k$, что не противоречит теореме Агеева [18]. Соответствующие изображения, свидетельствующие о неоднозначности результатов коррекции по резкости не приводятся в силу ограничения формата статьи.

Существенной проблемой является «нанесение черноты», т.е нулей на фрейм для выявления самого ОО из фона – это задача корректного определения контуров, обрамляющих ОО, иначе в процессе определения ФРТ будут участвовать и пиксели фона. Целесообразно это реализовать веерными фильтрами [19] с учетом технологии, представленной в работах [20,21].

Анизотропия радиуса корреляции линеаментов образа объекта антропогенного происхождения в отличие от радиуса корреляции шума делает веерный фильтр особенно чувствительными к отклонению азимута фильтрации, т.е. к отклонению направления простирания границы образа объекта, что повышает профит фильтра, а для криволинейных границ или контуров эффект фильтрации сохраняется при многократном запуске фильтра, но с малой базой, соответствующей разложению участка кривой в соответствии с алгоритмом Брезенхейма или переходом к Фурье-представлению веерной фильтрации [22]. На рисунке 1 приведены исходное тестовое изображение, зашумленное изображение и сравнительные результаты исследования веерного фильтра.

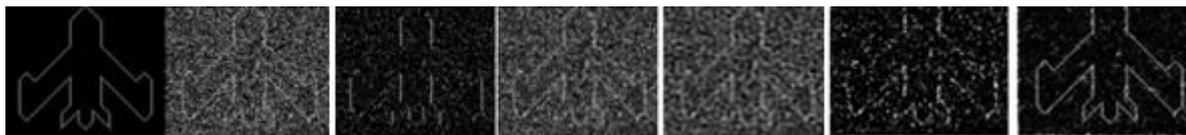


Рис.1. Слева направо: исходное тестовое изображение, зашумленное равномерным нормальным шумом исходное тестовое изображение (соотношение сигнал/шум=0.8); далее результаты обработки зашумленного тестового изображения: фильтром Винера, линейным матричным фильтром с нормализацией, линейным фильтром в частотной области с обнулением кольца пространственных частот с номерами выше 50, адаптивным фильтром графического пакета PHOTOPAINT, веерным фильтром с параметрами: количество проходов – 2, длина базы – 17 и 5, количество направлений – 36.

Fig.1. Left to right: original test image, noise evenly suspended normal noise source test image (the ratio signal/noise=0.8); further, the results of processing of a noisy test image: Wiener filter, linear filter matrix with the normalization, a linear filter in the frequency domain with zeroing ring spatial frequencies with numbers above 50, the adaptive filter PHOTOPAINT graphic package, radial filter with the following parameters: number of passes – 2, the length of the base 17 and 5, the number of directions – 36.

Для выделения ОО на приведенных ниже материалах с аппарата OrbView-3 – самолете на стоянке и его эталоне – более резком изображении, выделялись для корректного оконтуривания опорного ориентира субполосные компоненты изображений – локальные спектральные максимумы в субполосах спектра фрейма с ОО, находился как результат энергетический максимум результатов веерной фильтрации в разных базах фильтрации, не выходящих по величине за пределы соотношения неопределенности для радиуса данной субполосы. Полный портрет ОО реализовался операцией объединения обработанных субполос и обратным Фурье преобразованием [20,21,22].

На рисунке 2 представлены рабочие фрагменты исходного и расфокусированного изображений и их Фурье-спектры.

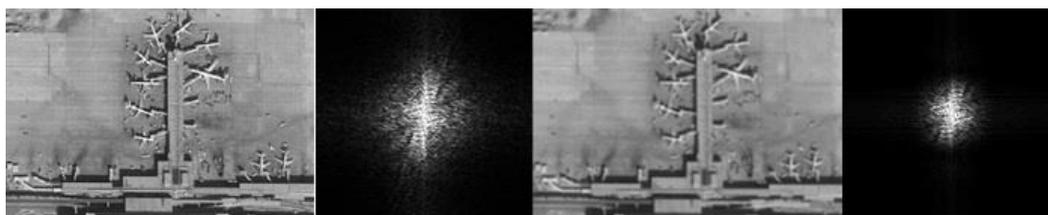


Рис.2. Слева направо: рабочие фрагменты исходного и расфокусированного изображений и их Фурье-спектры

Fig.2. Left to right: fragments of the original work and refocusing images and their Fourier spectra

На рисунке 3 показаны выявленные эталон и опорный ориентир.

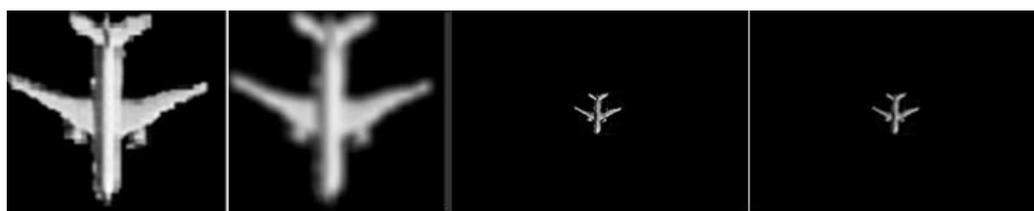


Рис.3. Слева направо: эталон и соответствующий опорный ориентир с устраненными взаимными невязками геометрии, масштаба, угла поворота, гистограммы, выбранные на соответствующих паттернах изображения и отфильтрованные от фона, эталон и соответствующий опорный ориентир, помещенные в рабочий фрейм и приведенные к виду инвариантному к углу места солнца.

Fig.3. Left to right: the standard and the corresponding reference point with fixed mutual residuals geometry, scale, angle, histogram, selected on the corresponding pattern image and filtered from the background, the standard and the corresponding reference point, placed in the working frame and reduced to the form invariant with respect to the elevation angle of the sun

На рисунке 4 приведены ФРТ для пары эталон-ОО и спектры Фурье эталона и ОО.

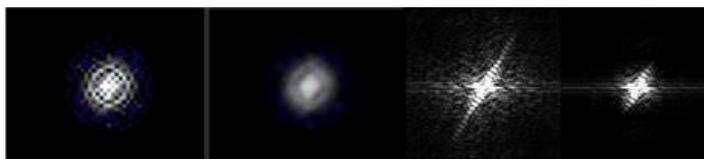


Рис.4. Слева направо: определенные по спектрам Фурье ФРТ ОО и сглаженная ФРТ, спектры инвариантных к углу места солнца эталона и ОО

(спектры «отслеживают» угол места солнца, т.к. соответствующая программа для синтеза инвариантов штатная и, возможно, еще нуждается в модернизации)

Fig.4. Left to right: certain Fourier spectra PRF "OO" and smoothed the PRF spectra is invariant to the elevation angle of the sun as the standard and GS

(spectra "track" the angle of elevation of the sun, because the corresponding program for the synthesis of invariants staff, and perhaps even in need of modernization)

Ниже, на рисунке 5 приведен результат с более высоким значением резкости, полученный в описываемой технологии учета ошибок определения ФРТ и фильтрацией шума с введением меры Лебега для резкости в соответствии с технологией, представленной в [15], с расширением числа ОО, выбранных на исходном снимке. В последовательности итеративных деконволюций полученный результат стоит после последней итерации в предыдущей версии коррекции резкости [3,4,5] и перед наступающим срывом корректности в коррекции резкости в предыдущей версии.

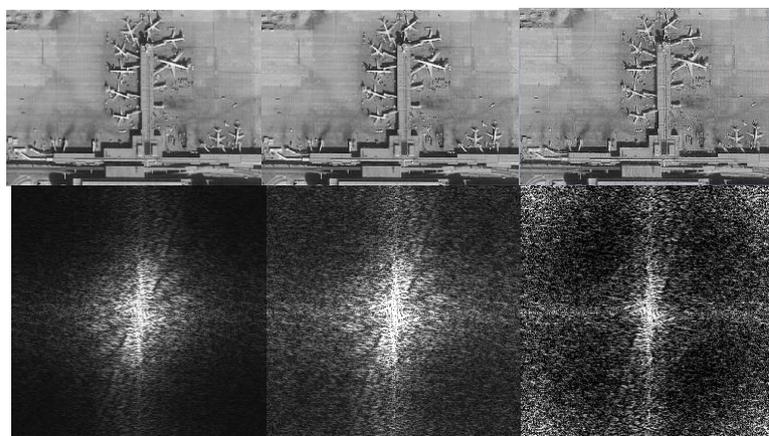


Рис.5. Слева направо: результат СКР, результат с учетом ошибок по ФРТ, результат срыва корректности работы СКР на последующей итерации в СКР

Fig.5. Left to right: the result of the SCR, the result of the accounting errors on the PRF, the result of failure of proper operation of SCR on a subsequent iteration in the SCR

Заключение

Разработан метод корректировки результатов функционирования итеративного интегрального оператора деконволюции исходного изображения по оценке достоверности функции рассеяния точки, композируемой из функций рассеяния, определяемых по опознанным опорным ориентирам; метод разработан как модернизация представленной ранее специальной коррекции резкости на изображениях высокого разрешения с сохранением измерительных свойств изображений. Отмечены аспекты не решенной до настоящего времени фундаментальной проблемы однозначности результатов коррекций резкости, которая в паллиативе научно-техническим сообществом трактуется нередко как только лишь проблема решения уравнений Фредгольма.

Благодарности

Авторы приносят благодарность коллективу Департамента МКА и спутниковых систем ФГУП «Государственный Космический Научно Производственный Центр им. М.В. Хруничева» за

активное участие в обсуждении и исследовании вопросов улучшения качества космических изображений, в том числе на современных эксплуатируемых космических аппаратах.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-07-00171 "Разработка теоретических основ методов моделирования и алгоритмов представления в обобщенных операциях трактов преобразования дистанционных данных с максимизацией эффективности обработки информации (цифровых космических изображений)".

Список литературы References

1. Park S. C., Park M. K., Kang M. G. 2003. Super-resolution image reconstruction: A technical overview. IEEE Signal Processing Magazine, Vol. 20(3): 21–36.
2. Vintaev V.N., Urzabakhtin A. I., Ushakova, N. N. 2005. The Criterion of Admissibility of the Required Resolution Degradation of Images Synthesized by Some Radio Systems. Telecommunications And Radio Engineering, Vol. 64 ' BegellHouse, Inc., New York:315–319.
3. Жиленев М.Ю., Маторин С.И., Винтаев В.Н., Ушакова Н.Н., Щербинина Н.В. 2014. Специальная коррекция космических изображений высокого и сверхвысокого разрешения. Презентация доклада на Двенадцатой Всероссийской открытой конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса» 10–14 ноября 2014 г. Москва, Институт космических исследований РАН. URL: http://smiswww.iki.rssi.ru/d33_conf/files/presentation/2014/method/zhilenev.pdf3 (14 ноября 2014).
- Zhilenev M.J., Matorin S.I., Vintaev V.N., Ushakova N.N., Scherbinina N.V. 2014. Special correction of space images of high and ultrahigh permit. Presentation of the report at the Twelfth All-Russia open conference «Modern problems of remote sounding of the Earth from space» 10-on November, 14th, 2014 Moscow, College of space researches РАН. URL: http://smiswww.iki.rssi.ru/d33_conf/files/presentation/2014/method/zhilenev.pdf (accessed 18 February 2013). (in Russian)
4. Константинов И.С., Щербинина Н.В., Жиленев М.Ю., Винтаев В.Н., Ушакова Н.Н. 2014. Адаптивная коррекция процесса восстановления резкости космических изображений высокого разрешения. Научные ведомости Белгородского государственного университета. – История, Политология, Экономика, Информатика. Научный рецензируемый журнал, 8 (179):189–199.
- Konstantinov I.S., Scherbinina N.V., Zhilenev M.J., Vintaev V.N., Ushakova N.N. 2014. Adaptive correction of process of restoration of sharpness of space images of high permit. Scientific sheets Belgorod state университета. – history, Political science, Economy, Computer science. Scientific reviewed magazine, 8 (179): 189–199. (in Russian)
5. Константинов И.С., Щербинина Н.В., Жиленев М.Ю., Винтаев В.Н., Ушакова Н.Н. 2014. Специальная коррекция в процедурах регуляризации и итеративных процессах уменьшения размеров пятна функции рассеяния точки на космических изображениях. Научные ведомости Белгородского государственного университета. -История, Политология, Экономика, Информатика. Научный рецензируемый журнал, 15 (186): 166–175.
- Konstantinov I.S., Scherbinina N.V., Zhilenev M.J., Vintaev V.N., Ushakova N.N. 2014. Special correction in procedures регуляризации and iterative processes of reduction of the sizes of a spot of function of dispersion of a point on space images. Scientific sheets of the Belgorod state university. – history, Political science, Economy, Computer science. Scientific reviewed magazine, 15 (186): 166–175. (in Russian)
6. Винтаев В.Н., Жиленев М.Ю., Маторин С.И., Ушакова Н.Н., Щербинина Н.В. 2014. Адаптивное восстановление резкости на цифровых космических изображениях. Журнал РАН «Информационные технологии и вычислительные системы», №4:33–43.
- Vintaev V.N., Zhilenev M.J., Matorin S.I., Ushakova N.N., Scherbinina N.V. 2014. Adaptive restoration of sharpness on digital space images. Magazine of the Russian Academy of Science «Information technologies and computing systems», №4: 33–43. (in Russian)
7. Винтаев В.Н., Ушакова Н.Н., Жиленев М.Ю. 2014. Обобщенные операции для специальной коррекции космических изображений высокого разрешения с использованием модели распределенной реконфигурируемой вычислительной среды. В кн.:// Новое слово в науке и практике: Гипотезы и апробация результатов исследований в экономике, управлении проектами, педагогике, праве, истории, культурологии, языкознании, природопользовании, растениеводстве, биологии, зоологии, химии, политологии, психологии, медицине, филологии, философии, социологии, математике, технике, физике, информатике, градостроительстве. Материалы международной научно-практической конференции (Санкт-Петербург, 28–29 ноября 2014 г.). Санкт-Петербург, Изд-во «КульИнформПресс»: 58–64.
- Vintaev V.N., Ushakova N.N., Zhilenev M.J. 2014. Generaliz of operation for special correction of space images of high permit with use of model distributed реконфигурируемой computing среды. In: The New word in a science and an expert: Hypotheses and approbation of results of researches in economy, management of projects, pedagogics, the right, histories, cultural science, linguistics, wildlife management, plant growing, biology, zoology, chemistry, political science, psychology, medicine, philology, philosophy, sociology, the mathematician, technics, the physicist, computer science, town-planning. Materialy mezhdunarodnoy scientifically-practical conference (St-Petersburg, 28-29 November, 2014). St-Petersburg, Publishing house "CulchInformPress: 58–64. (in Russian)
8. Остриков В. Н. 2012. Оценка функции рассеяния точки на произвольном снимке посредством слепого восстановления. В кн.: Техническое зрение в системах управления 2011. Материалы научно-технической

конференции (Москва, 15-17 марта 2011 г.). Москва, Изд-во Института космических исследований РАН: т. 38: 16-21.

Ostrikov V.N. 2012. The costing of function of dispersion of a point in an any picture by means of blind restoration. In: Technical vision in control systems 2011. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-technical konferentsii (Moscow, 15-17 March, 2011). Publishing House IKI of the Russian academy of sciences. Vol.38: 16–21. (in Russian)

9. Кочанов А.А., Обухов А.Г., Просовецкий Д.В. 2010. Методы восстановления изображений и распознавание образов в радиоастрономии. Солнечно-земная физика, №16:154–161.

Kochanov A.A., Obuhov A.G., Prosovetskiy D.V. 2010. Method of restoration of images and recognition of images in radio astronomy. The It's sunny-terrestrial physics, №16:154–161. (in Russian)

10. Грузман И.С., Киричук В.С., Косых В.П., Перетягин Г.И., Спектор А.А. 2002. Цифровая обработка изображений в информационных системах. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 352.

Gruzman I.S., Kirichuk V.S., Kosyh V.P., Peretjagin G.I., Spektor A.A. 2002. Digital processing of images in information systems. – Novosibirsk: Publishing house NGTU, 352.

11. Морен К. 1965. Методы Гильбертова пространства. Пер с польск. М., Мир, 570.

Moren K. 1965. Methods of Hilbert space. М., Mir, 570.

12. Коллатц Л. 1969. Функциональный анализ и вычислительная математика. Пер с нем. М., Мир, 447.

Collatz L. 1969. The functional analysis and calculable mathematics. М., Mir, 447.

13. Ращупкин А.В. 2008. Технологии обработки видеoinформации, обеспечивающие качество аэрокосмических изображений. Полет, № 11: 42–48.

Raschupkin A. V. 2008. Technologies of treatment are video informations, providing quality of aerospace images Flight, № 11: 42–48. (in Russian)

14. Ревзон А.Л. 1993. Космическая фотосъемка в транспортном строительстве. М., Транспорт, 272.

Revzon A.L. 1993. Space photography in transport building. М., Transport, 272. (in Russian)

15. Удод В.А. 2002. Оптимальная по разрешающей способности линейная фильтрация изображений.

Дисс. на соискание ученой степени доктора техн. наук. Томск, 338 с.

Udod V.A. 2002. Optimal on a discriminability linear filtration of images. Dis. on the competition of graduate degree of doctor of engineering sciences. Tomsk, 338. (in Russian)

16. Бейтс Р., Мак-Доннел М. 1989. Восстановление и реконструкция изображений. М., Мир, 336.

Baits R., Mac-Donnel M. 1989. Renewal and reconstruction of images. М.: Mir, 336.

17. Владимиров В.С. 1967. Уравнения математической физики. М., Наука, 436.

Vladimirov V.S. 1967. Equalizations of mathematical physics. М., Nauka, 436. (in Russian)

18. Финк Л.М. 1984. Сигналы, помехи, ошибки. М., Радио и связь, 258.

Fink L.M. 1984. Signals, hindrances, errors. М., Radio and connection, 258. (in Russian)

19. Ушакова Н.Н. 2004. Коррекция цифровых космических изображений на основе верифицирующего моделирования. Дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук. Белгород, 255 с.

Ushakova N.N. 2004. Correction of digital space representations on the basis of verifying design. Dis. on the competition of graduate degree of m.t.s. Belgorod, 255 p. (in Russian)

20. Черноморец А.А. 2014. Об оптимальном выделении субполосных компонент изображений. В кн.: Труды 24-й международной конференции по компьютерной графике и зрению ГрафиКон'2014 (Ростов-на-Дону, 30 сентября–3 октября, 2014 г.). Ростов-на-Дону: Академия архитектуры и искусств. ЮФУ: 75–78.

Chernomoretz A.A. 2014. About the optimal selection of substripe components of images. In: Collection of labours to the 24th international conference on computer graphics and sight of “ГрафиКон” 2014 (Rostov-on-Don, 30 September-of Octobers, 3, 2014). It is Rostov-on-Don: Academy of architecture and art “ЮФУ”:75–78. (in Russian)

21. Жилияков Е.Г., Черноморец А.А. 2013. О субполосном анализе изображений. В кн.: 23-я Международная конференция по компьютерной графике и зрению ГрафиКон'2013 (Владивосток 16–20 сентября, 2013 г.). Владивосток, Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН: 230–233.

Zhiliakov E.G., Chernomoretz A.A. 2013. About the substripe analysis of images. In: The 23th International conference is on computer graphics and sight of “ГрафиКон” 2013 (16–20, September, 2013), Vladivostok, Institute of automation and processes of management of “ДВО РАН”: 230–233. (in Russian)

22. Ушакова Н.Н. 2011. Вычислительные алгоритмы в компьютерной графике и обработке изображений. Белгород, Изд-во БУКЭП, 193.

Ushakova N.N. 2011. Computational algorithms are in computer graphics and processing of images. Belgorod, publishing House “BUCEL”, 193. (in Russian)

УДК 004.89

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ БЛОЧНЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИ
ПРОЕКТИРОВАНИИ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ГИБРИДНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ****SOLVING PROBLEM OF BLOCK MODEL OPTIMISATION IN THE DESIGN OF
OPEN PIT MINING USING HYBRID COMPUTING SYSTEMS****Д.В. Петров, В.М. Михелев****D.V. Petrov, V.M. Mikhelev**

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, 85
Belgorod State National Research University, 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia*

e-mail: petrov@bsu.edu.ru, mikhelev@bsu.edu.ru

Аннотация. В данной статье показана возможность применения высокопроизводительных гибридных вычислительных систем для комплексного анализа формы карьеров открытых горных работ (нахождение оптимальных границ и визуализации полученного результата)

Resume. This article shows the possibility of using high-performance hybrid computing systems for complex analysis of open pit limits (finding the optimal borders and visualization of the result).

Ключевые слова: моделирование карьеров рудных месторождений, алгоритм плавающего конуса, генетические алгоритмы

Keywords: modeling quarries of ore deposits, floating cone algorithm, genetic cryptographic algorithm

Введение

Решение геологических задач при разработке твердых полезных ископаемых является важной и ответственной частью технологии эксплуатации месторождения. Как правило, интерпретация информации о залегании и закономерностях распределения компонентов производится на ограниченном количестве данных геологической разведки. В связи с этим использование современных методов и средств компьютерного моделирования становится необходимым условием обработки исходных данных для принятия экономически и технологически обоснованных решений.

Одним из основных этапов проектирования разработки полезных ископаемых является решение задачи поиска предельных границ карьера. При нахождении границ карьера необходимо учитывать пространственное распределение компонентов полезных ископаемых и принятых устойчивых или технологически допустимых углов откосов бортов. Основой для выполнения расчетов по оптимизации извлечения запасов является цифровая блочная модель месторождения. Вполне закономерно, что чем более масштабной и точной является блочная модель рудного месторождения, тем более вычислительно сложным является процесс расчетов.

Однако, не менее значимым является процесс визуализации полученных решений. Качественная визуализация помогает представить результаты исследований в простой и понятной форме, и, зачастую, служит ключевым фактором для принятия решений о том, как действовать дальше.

Цель данной статьи – показать эффективность применения высокопроизводительных гибридных вычислительных систем для комплексного анализа формы карьеров открытых горных работ (нахождение оптимальных границ и визуализации полученного результата).

Параллельный генетический алгоритм

Генетический алгоритм – один из эволюционных методов решения задач оптимизации и глобального поиска. Мутация и естественный отбор – два движущих фактора эволюции в живой природе успешно моделируются и показывают хорошие результаты в области решения технических задач оптимизации [1,2].

Суть генетического алгоритма заключается в кодировании каждого решения поставленной задачи его генотипом $G = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$, где $g_i, i \in [1, n]$ значение конкретного гена. При этом проводится аналогия между решением и особью, живым организмом. Выбрав исходную популяцию как конечное множество генотипов особей $P = \{G_1, G_2, \dots, G_m\}$, и последовательно применяя к ним генетические

операторы – отбор, мутацию и скрещивание можно добиться улучшения (оптимизации) значения целевой функции [3,4].

Для реализации генетического алгоритма, в первую очередь необходимо разработать формат представления хромосом. В контексте задачи нахождения границ карьера можно предложить следующее решение: форма любого допустимого (с учетом углов наклона) карьера представляется с помощью массива целых чисел. Каждый элемент такого массива показывает глубину карьера в текущем столбце трехмерной модели месторождения.

Пусть имеется трехмерная блочная модель месторождения $PI \times J \times K$, каждый элемент которой характеризуется числом (весом), показывающим чистую прибыль, получаемую в ходе его добычи, с учетом процентного содержания полезных элементов, себестоимости его выработки и рыночной стоимости полезных компонентов (1).

$$p_{jk}, i \in [0, I], j \in [0, J], k \in [0, K] \quad (1)$$

Тогда ее можно охарактеризовать вектором $X = \{x_1, x_n\}$, где $n = I * J$, в котором значение глубины столбца с координатами (i, j) , помещается в позицию xq , где $q = i * I + j$.

Этот массив является хромосомой, т.к. он полностью характеризует один индивид – одну конкретную форму карьера. Путем итеративного применения генетических операторов к набору таких индивидов (популяции) находится оптимальная форма поверхности карьера.

В качестве целевой функции для оценки качества формы карьера используется функция (2):

$$f(X) = \sum_{i=0}^I \sum_{j=0}^J \sum_{k=0}^K p_{ijk}, k \leq x_q, q = i * I + j \quad (2)$$

Остановка работы алгоритма происходит, когда его выполнение перестает приводить к улучшению максимального значения функции приспособленности в популяции. Наступление этого момента определяется проверкой условия (3):

$$|\max_{i=1, N}(f(X_i^k)) - \max_{i=1, N}(f(X_i^{k-1}))| < \varepsilon, \quad (3)$$

где N – размер популяции, k – номер итерации алгоритма.

Предложенный алгоритм за конечное число шагов находит предельную форму границ карьера [5, 6].

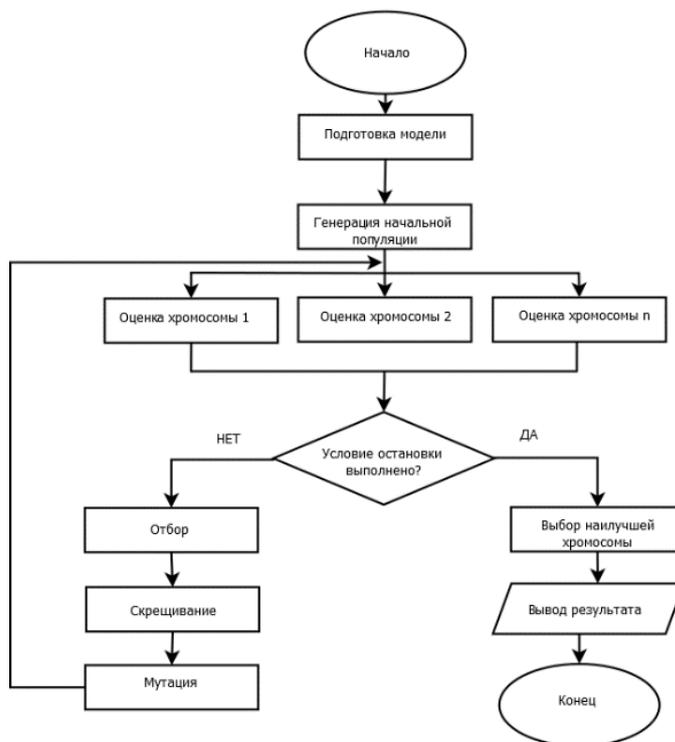


Рис. 1. Блок-схема параллельного генетического алгоритма

Fig. 1. Flowchart of parallel genetic algorithm

Для моделирования месторождения предлагается использовать параллельный генетический алгоритм, который хорошо накладывается на архитектуру больших гетерогенных распределенных

вычислительных систем и позволяет равномерно разнести нагрузку по вычислительной системе, максимально эффективно используя многоядерные и гибридные вычислительные узлы.

В рамках популяции применяется однопопуляционная модель параллельного генетического алгоритма типа «Хозяин-подчиненный». Она заключается в том, что в рамках одной популяции функция приспособленности каждого индивидуума вычисляется в отдельном потоке, что в итоге приводит к ускорению работы алгоритма [7, 8]. При этом один поток является главным, «хранителем» популяции и отвечает за работу генетических операторов, а ряд потоков-подчиненных только вычисляют функцию приспособленности.

Блок-схема данного алгоритма представлена на рисунке 1. На данной блок-схеме можно увидеть, что оценка хромосом рассчитывается параллельно друг от друга.

Реализация генетического алгоритма для гибридных вычислительных систем

Для реализации предложенного генетического алгоритма использовалась технология NVIDIA CUDA. Данная технология использует большое число отдельных нитей для вычислений, часто каждому вычисляемому элементу соответствует одна нить. Все нити группируются в иерархию - grid/block/thread (Рисунок 2).

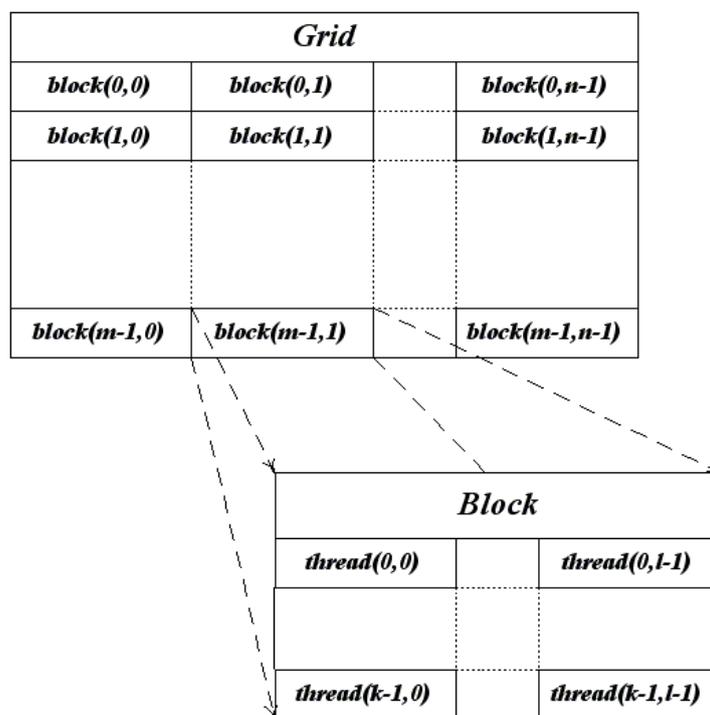


Рис. 2. Иерархия нитей в CUDA
Fig. 2. The hierarchy of threads in CUDA

Верхний уровень - grid - соответствует ядру и объединяет все нити выполняющие данное ядро. grid представляет собой одномерный или двухмерный массив блоков (block). Каждый блок (block) представляет из себя одно/двух/трехмерный массив нитей (threads).

Основная вычислительная нагрузка алгоритма, описанного в данной статье приходится на расчет функции приспособленности (2). Однако, в рамках одной итерации алгоритма операции вычисления данной функции для каждого индивидуума популяции независимы по данным. В связи с этим, применив технологию CUDA, можно вычислять эту функции для всех индивидуумов одновременно (насколько это позволяет максимальное количество потоков, которые способен инициировать графический ускоритель). Несложно определить, номер индивидуума, функцию приспособленности которого будет вычислять текущая нить с индексом threadIdx.x при размерности блока blockDim.x на blockIdx.x:

```
int actual_index = blockDim.x*blockIdx.x + threadIdx.x
```

Еще одну проблему составляет объем оперативной памяти графического устройства. Он не всегда позволяет хранить трехмерную модель месторождения полностью. Однако данная проблема

решается простым разбиением исходной модели на кубические блоки с небольшими перекрытиями, которые можно обсчитывать отдельно.

Реализация модуля визуализации

Модуль визуализации призван облегчить процесс анализа результатов, получаемых в ходе работы описанного в статье алгоритма. Он должен обеспечивать следующие функциональные возможности:

1. изменение масштаба модели
 2. изменения точки наблюдения (вращения модели)
 3. выбора нескольких способов отображения: сетка, сплошная поверхность.
 4. загрузка файлов с исходными данным с расширением .txt, .dat
- Проект интерфейса модуля представлен на рисунке 3.

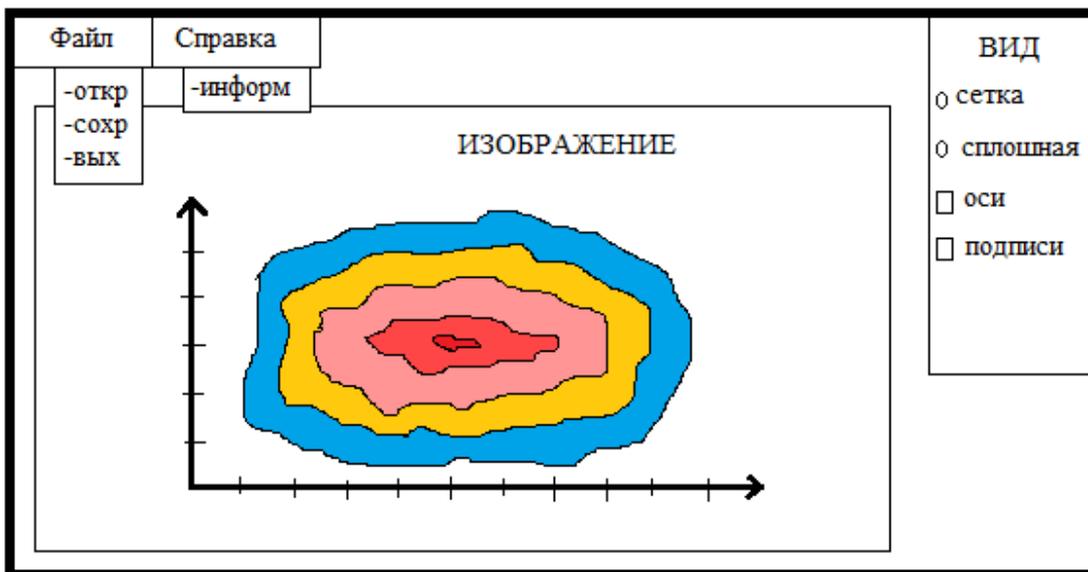


Рис. 3. Макет интерфейса модуля визуализации
Fig. 3. Layout module interface visualization

В соответствии с предъявляемыми требованиями в модуле визуализации можно выделить несколько функциональных блоков. Общая схема их взаимодействия приведена на рисунке 4.

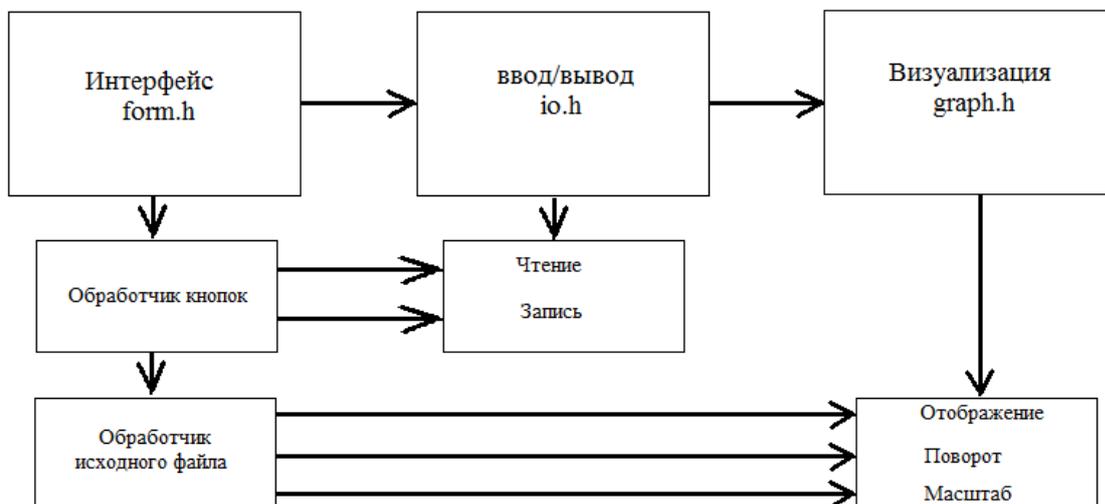


Рис. 4. Схема взаимодействия функциональных блоков модуля визуализации
Fig. 4. The scheme of interaction of the functional blocks visualization module

Для разработки использовалась среда Microsoft Visual Studio 2010, в качестве библиотеки графических функций была выбрана OpenGL. Общий вид интерфейса модуля представлен на рисунке 5:

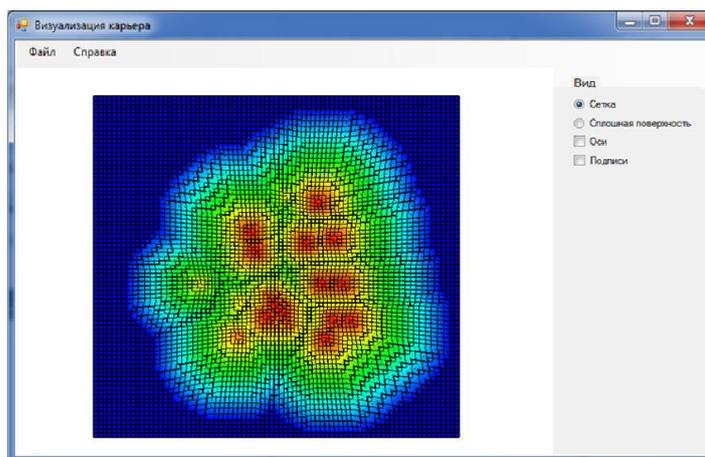


Рис. 5. Модуль визуализации
Fig. 5. The visualization module

Тестирование подсистемы

Описанные в статье алгоритмы тестировались на нескольких блочных моделях месторождений с различными типами распределения полезных компонентов. Модель со случайным равномерным распределением генерировалась специально для тестов. Модель с ярко выраженным рудным телом создана на основе результатов моделирования и подсчета запасов Жайремского месторождения в Казахстане, опубликованных в работах [9, 10].

Для каждого алгоритма проводилась серия тестов, при которых фиксировался максимальный объем полученной прибыли, по результатам была построена таблица 1.

Таблица
Table

Сравнение качества работы алгоритмов на разных исходных данных Compare the quality of the algorithms on different source data

Модель	Плавающий конус	Генетический алгоритм
Модель со случайным распределением	2001251390, 94%	2122436327, 100%
Модель с ярко выраженным рудным телом	795695, 83%	954009, 100%

Из полученных данных можно сделать вывод, что генетический алгоритм превосходит по качеству алгоритм плавающего конуса.

На рисунке 6 показана работа модуля визуализации для одного из полученных результатов.

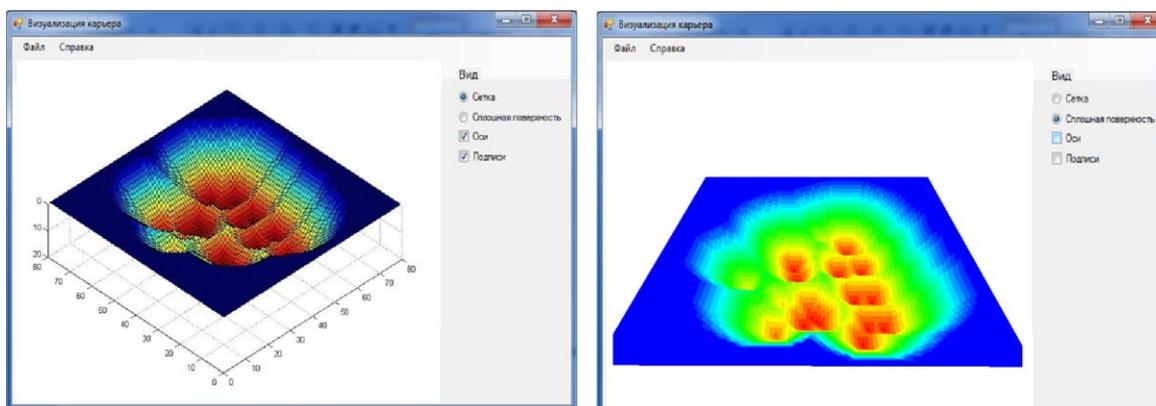


Рис. 6. Визуализация результатов моделирования
Fig. 6. Visualization of simulation results

Заклучение

В данной статье была показана эффективность применения высокопроизводительных гибридных вычислительных систем для комплексного анализа формы карьеров открытых горных работ, нахождения оптимальных границ и визуализации полученных результатов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (код проекта 15-47-03029 p_центр_a)

Список литературы

References

1. Lerchs H., Grossman I.F. Optimum design of open pit mines/H. Lerchs // Canadian Mining and Metallurgical Bulletin. 1965. - Vol.58. - № 633. - P. 47 – 56
Lerchs H., Grossman I.F. Optimum design of open pit mines/H. Lerchs // Canadian Mining and Metallurgical Bulletin. 1965. - Vol.58. - № 633. - P. 47 – 56
2. L. Caccetta, L.M. Giannini «An application of discrete mathematics in the design of an open pit mine», Discrete Applied Mathematics, Volume 21, Issue 1, September 1988, Pages 1–19
L. Caccetta, L.M. Giannini «An application of discrete mathematics in the design of an open pit mine», Discrete Applied Mathematics, Volume 21, Issue 1, September 1988, Pages 1–19
3. Ramazan S., Dagdelen K., Johnson T.B., 2005 – Fundamental tree algorithm in optimizing production scheduling for open pit mine design. Trans IMM (Section A: Mining Industry) vol. 114, A45–A54
Ramazan S., Dagdelen K., Johnson T.B., 2005 – Fundamental tree algorithm in optimizing production scheduling for open pit mine design. Trans IMM (Section A: Mining Industry) vol. 114, A45–A54
4. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы, Горячая Линия Телеком, 2007
Rutkovskaya D., Pilin'skiy M., Rutkovskiy L. Neyronnye seti, geneticheskie algoritmy i nechetkie sistemy, Goryachaya Liniya Telekom, 2007
5. Петров Д.В., Михелев В.М. Моделирование карьеров рудных месторождений на высокопроизводительных гибридных вычислительных системах, Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Вычислительная математика и информатика. 2014. Т. 3. № 3. с. 124-129.
Petrov D.V., Mikhelev V.M. Modelirovanie kar'ero'v rudnykh mestorozhdenij na vysokoproizvoditel'nykh gibridnykh vychislitel'nykh sistemah, Vestnik YUzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Vychislitel'naya matematika i informatika. 2014. T. 3. № 3. с. 124-129.
6. Петров Д.В., Михелев В.М. Решение задачи нахождения оптимальной формы карьеров с использованием параллельного генетического алгоритма, Промышленные АСУ и контроллеры, Москва 2014., № 10.с. 36-42.
Petrov D.V., Mikhelev V.M. Reshenie zadachi nahozhdeniya optimal'noj formy kar'ero'v s ispol'zovaniem parallel'nogo geneticheskogo algoritma, Promyshlennyye ASU i kontrollery, Moskva 2014., № 10.s. 36-42.
7. Михелев В.М., Васильев П.В., Петров Д.В. Суперкомпьютеры, как средства моделирования граничных контуров карьеров рудных месторождений, Вопросы радиоэлектроники. Серия "Электронная вычислительная техника (ЭВТ)" Выпуск 1, Москва 2013., с. 5-10
Mikhelev V.M., Vasil'ev P.V., Petrov D.V. Superkomp'yutery, kak sredstva modelirovaniya granichnykh konturov kar'ero'v rudnykh mestorozhdeniy, Voprosy radioelektroniki. Seriya "Elektronnaya vychislitel'naya tekhnika (EVT)" Vypusk 1, Moskva 2013., s. 5-10
8. Петров, Д.В. Применение методов глобальной оптимизации для поиска предельных границ рудных месторождений / Д.В. Петров // Научные ведомости БелГУ. Серия Экономика. Информатика. - 2015. - №7(204). – выпуск 34/1. – С.73-77.
Petrov, D.V. Primenenie metodov global'noj optimizacii dlja poiska predel'nykh granic rudnykh mestorozhdenij / D.V. Petrov // Nauchnye vedomosti BelGU. Seriya Jekonomika. Informatika. - 2015. -№7(204). – vypusk 34/1. – S.73-77.
9. Селифонов С.Е. Агафонов В.А., Моргунова Т.В., Васильев П.В., Буянов Е.В. Компьютерная технология подсчета промышленных запасов рудных месторождений с использованием программы GEOBLOCK //Минеральные ресурсы Казахстана. 2000. т.12. №13. С.58-62
Selifonov S.E. Agafonov V.A., Morgunova T.V., Vasil'ev P.V., Bujanov E.V. Komp'yuternaja tehnologija podscheta promyshlennykh zapasov rudnykh mestorozhdenij s ispol'zovaniem programmy GEOBLOCK // Mineral'nye resursy Kazahstana. 2000. t.12. №13. S.58-62.
10. Васильев П.В., Буянов Е.В. О методике совместной работы программ MapInfo и Geoblock по оконтуриванию и подсчету запасов рудных месторождений //Информационный Бюллетень ГИС Ассоциации. 2000. №2. С.32-33
Vasil'ev P.V., Buyanov E.V. O metodike sovmestnoy raboty programm MapInfo i Geoblock po okonturivaniyu i podschetu zapasov rudnykh mestorozhdenij //Informatsionnyy Byulleten' GIS Assotsiatsii. 2000. №2. S.32-33

УДК 004.931

МЕТОД ОБУЧЕНИЯ ПЕРСЕПТРОНА РАСПОЗНАВАНИЮ ТЕКСТОВЫХ СИМВОЛОВ ПРИ ЗАШУМЛЕНИЯХ**PERCEPTRON TEACHING METHOD FOR RECOGNITION TEXT SYMBOLS IN A NOISY****Н.И. Корсунов, К.В. Лысых, Д.А. Торопчин
N.I. Korsunov, K.V. Lysykh, D.A. Toropchin**

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, 85
Belgorod State National Research University, 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia
e-mail: korsunov@bsu.edu.ru, lysykh_k@bsu.edu.ru, re1aps@rocketmail.com*

Аннотация. В статье предлагается метод распознавания текстовых символов с зашумлениями. Реализацию метода предлагается выполнять, используя искусственную нейронную сеть.

Resume. The paper presents a method for recognition of the text symbols in a noisy. The implementation of the method is proposed to carry out using an artificial neural network.

Ключевые слова: ИНС, распознавание текста, распознавание нечетких текстовых символов.
Keywords: ANN, text recognition, text recognition fuzzy symbols.

В распознавании образов широко применяются искусственные нейронные сети. Нейронная сеть прямого распространения и конкурирующие нейроны могут использоваться для распознавания текстовых символов, однако при распознавании зашумленных образов (текстовых символов), используются такие нейронные сети, как Хемминга или Гроссберга. Наибольший эффект, обусловленный пластичностью, дают сети Гроссберга [1]. Процесс обучения сходится в зависимости от значения параметра сходства. Кроме этого зашумленность данных может привести к ошибочным результатам, т.к. используемая мера сходства в ряде случаев приводит к отнесению образа не к соответствующему классу. Норма двоичного вектора в зависимости от степени зашумленности может принимать одно и тоже значение при различных зашумлениях [2].

Наиболее просто обучение распознаванию текстовых символов осуществляется нейронными сетями прямого распространения [3], однако, подобные связи малоэффективны при распознавании зашумленных символов. Так как сеть прямого распространения является наиболее простой, то задача распознавания зашумленных текстовых символов этой сетью является актуальной.

Целью работы, излагаемой в данной статье, является повышение эффективности распознавания искаженных текстовых символов за счет сегментации признакового пространства представления изображения.

Для достижения цели в каждом из сегментов разбиения плоскости существования изображения ставится в соответствие значение нуля или единицы, в зависимости от наличия в нем следа изображения. При этом след изображения предлагается отождествлять с одной из базисных функций, задаваемых положением прямой в сегменте. Для этого каждый сегмент разбивается на подсегменты таким образом, чтобы при кодировании подсегмента двоичным вектором, искажение компонент не приводило бы уменьшению значений компонент, отмечающих сегмент. В качестве такой меры выбирается порог суммы компонент, отмечаемых подсегменты соответствующих сегментов.

Для определения бинарных значений подсегментов необходимо определить всевозможные (характеры) функции отображения символа в сегменте посредством бинарных компонент, отмечающих подсегменты.

При распознавании текстовых символов такими функциями на плоскости являются: прямая параллельная оси абсцисс, прямая параллельная оси ординат, прямая с положительным наклоном относительно оси абсцисс и прямая с отрицательным наклоном относительно оси абсцисс.

Если для обучения перцептрона распознавания символа текста область задания символа разбивалась на квадраты, нумеруемые целыми положительными числами (рис.1), то для обучения перцептрона распознавания зашумленных символов каждый квадрат разбивается на поля, аналогично разбиению, приведенному на рис.1, которые также нумеруются целыми

положительными числами. В результате для n -го квадрата получаем упорядоченные поля i, j , для $i = \overline{1, k}$.

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Рис. 1. Область задания символа

Fig. 1. Field assignment symbol

В каждом из этих полей для текстовых символов может располагаться одна из приведенных ранее функций, либо поле может быть пустым. Выбор длины двоичных векторов для кодирования области существования символов определяется количеством и топологией символа и для текстовых символов определяется, как 5×5 .

Такой же размер может быть принят и для полей внутри квадрата. Поля для представления ранее определенных функций приведены на рис.2. Как и в разбиении на сегменты, 0 – округляет отсутствие следа изображения, 1 – округляет наличие следа изображений при бинарном кодировании [3]

0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

а

Рис. 2(а). Пустое поле
Fig. 2(a). Empty field

0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
1	1	1	1	1
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

б

Рис. 2(б). Поле прямой параллельной оси абсцисс
Fig. 2(b). The field lines are parallel to the abscissa

0	0	1	0	0
0	0	1	0	0
0	0	1	0	0
0	0	1	0	0
0	0	1	0	0

в

Рис. 2(в). Поле прямой параллельной оси ординат
Fig. 2(c). The field lines are parallel the Y-axis

0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	1	0	0	0
1	0	0	0	0

г

Рис. 2(г). Поле прямой с положительным углом наклона
Fig. 2(d). The field line with positive angle of inclination

1	0	0	0	0
0	1	0	0	0
0	0	1	0	0
0	0	0	1	0
0	0	0	0	1

д

Рис. 2(д). Поле прямой с отрицательным углом наклона
Fig. 2(e). The field line with negative angle of inclination

Тогда нейронная сеть из пяти нейронов (рис. 3) с бинарной функцией активации может одним из известных методов обучена кластеризации этих функций в каждом из сегментов.

При выборе порога каждого нейрона A_i выходной сигнал принимает единичное значение при достижении порога $S_n = 3$ при весовых коэффициентах $w_{jk} = 1$, что соответствует $\sum_{i=1}^5 x_i = 3$

Обозначив эту сеть из 5 нейронов символом R и примем $z_1 = 0$, если $x_i = 0, i = 1;$

$z_2 = 1$, если двоичный вектор определяется линейным кодом, соответствующим массиву, приведенному на рис.2(б);

$z_3 = 1$, если двоичный вектор соответствует массиву, приведенному на рис.2(в);

$z_4 = 1$, если двоичный вектор соответствует массиву, приведенному на рис.2(г);
 $z_5 = 1$, если двоичный вектор соответствует массиву, приведенному на рис.2(д).

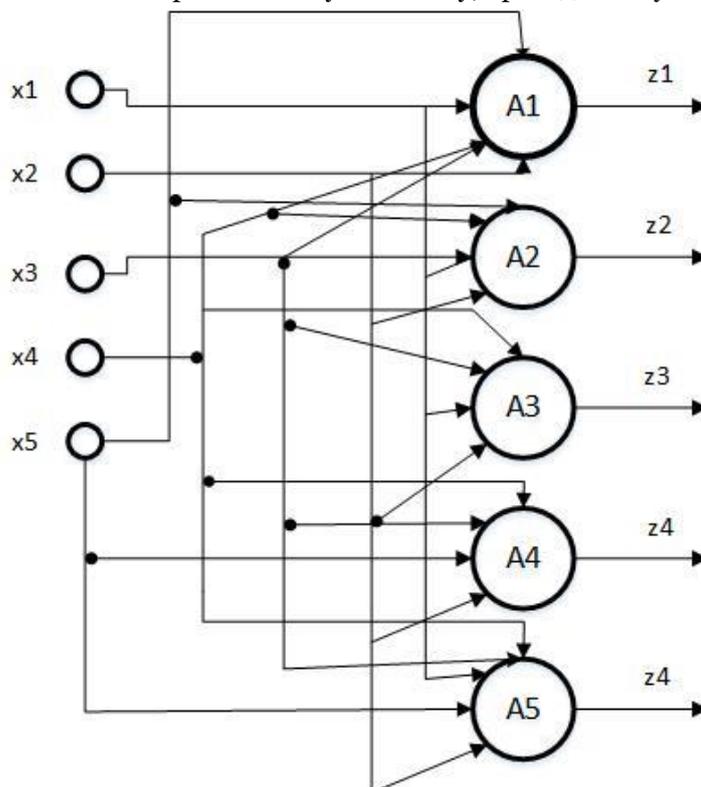


Рис. 3. Нейронная сеть из пяти нейронов
 Fig. 3. The neural network of five neurons

Нейронная сеть приведена на рис.4.

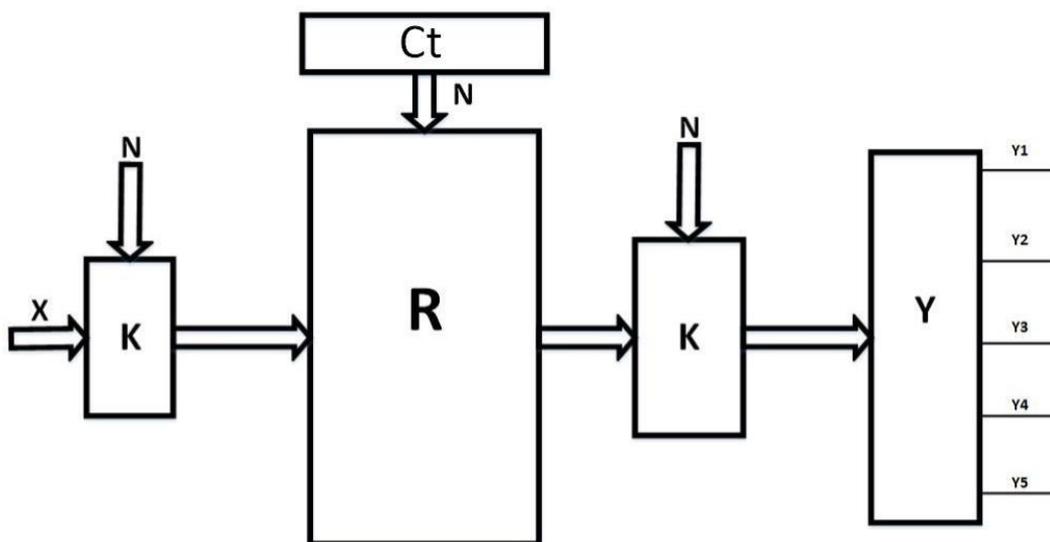


Рис. 4. Нейронная сеть
 Fig. 4. The neural network

Сеть включает два слоя нейронов R, Y и два коммутатора K, на управляющие входы которых поступают коды, задающие последовательность сегментов разбиения области задания изображения.

Слой нейронов Y включает фиксаторы выходов слоя R и S нейронов по числу распознаваемых текстовых символов.

Слой фиксаторов представляет группы, каждая из которых содержит 4 запоминающих элемента, в которые заносятся единицы, отличающие соответствующего из 4 функций, изображение которой присутствует в выбранном сегменте, задаваемом кодом N , формируемым счетчиком St .

Слой выходных нейронов формирует единичный сигнал на выходе, определяемом истинностью логического выражения $y_i = f(M_j)$, где M_j - единичные выходы соответствующих фиксаторов выходов слоя R .

Слой нейронов R представляет сеть A , приведенная на Рис. 3. Вход X представляет битовую последовательность пятикомпонентного вектора. Длина последовательности определяется числом сегментов разбиения области задания изображения.

Сеть может не содержать коммутаторов, тогда слои R и Y будут содержать группы нейронов по числу характерных функций для слоя R в количестве, определяемом числом сегментов разбиения, а в слое Y количество нейронов определяется числом распознаваемых символов.

Допустимые искажения вектора X округляются числом битов, искажения которых не приводят к переводу характеристической функции f_i в $\bar{f}_i, i = \overline{1,4}, k = \overline{1,4}, i \neq k$.

Алгоритм обучения сети состоит в выделении в соответствии с задаваемым двоичным вектором в сегменте заданных характеристических функций, например, по правилу Хебба. Выделенные характеристики функции служат входами слоя Y , выходы которого задаются булевыми функциями входных переменных в виде таблицы истинности. Обучение слоя Y может быть проведено либо по правилу Хебба, либо с использованием дельта правила. При любом способе обучения сеть детерминирована, и каждому входному изображению соответствует единственный выход с сигналом равным единице [3].

При обучении слоя R проводится модификация входного слоя для обеспечения устойчивости к искажению компонент вектора. Для чего вводится параметр сходства P , который позволяет отнести искаженный входной вектор к идеальному [4].

Если определить количество бит, искажения которых могут не учитываться при формировании изображений, то в этом случае, сеть, обученная при идеальных входных сигналах, будет давать правильную классификацию образов при допустимых искажениях.

В качестве примера, рассмотрим сеть, выполняющую классификацию символов $H, П, X$, каждый символ располагается на сетке 3×3 . В качестве характеристических функций выберем: прямую параллельную оси абсцисс - 1; прямую параллельную оси ординат - 2; прямую с положительным углом наклона относительно оси абсцисс - 3; прямую с отрицательным углом наклона относительно оси абсцисс - 4.

Если при $i = 3, \sum_{j=1}^5 a_{ij} \geq 3$, то $z_1 = 1 \sum a_{3j} \geq 3$

Если при $i = 3, \sum a_{ij} \geq 3$, то $z_2 = 1$

Если при $i = j, \sum a_{ij} = \sum_{j=1}^5 a_{ij} \geq 3$, то $z_3 = 1$

Если при $i = 6 - j, \sum \sum a_{6-j,j} \geq 3$, то $z_4 = 1$

При нарушении условий $z_k = 0, k = \overline{1,4}$

Это позволяет установить весовые коэффициенты в слое R

$w_i = 1, i = \overline{1,r}, w_0 = -3$ нейронов с бинарной функцией активации.

При формировании выходов комбинацией выходов элементов R_i пустые сегменты для соответствующих символов исключаются.

Для символа X сегменты 2,4,6,8 являются нулями.

Для символа H сегменты 2,8 являются пустыми.

Для символа $П$ сегменты 5,8 являются пустыми.

Для символа X в каждом ненулевом сегменте $z_3 \vee z_2 = 1$.

Для символа H в каждом ненулевом сегменте $z_1 \vee z_2 = 1$.

Для символа $П$ в каждом ненулевом сегменте $z_1 \vee z_2 = 1$.

Для классификации достаточно для символа X в четвертом сегменте $z_3 = 1$, во втором $z_2 = 0$ и в четвертом $z_1 = 0$ и $z_2 = 0$.

На рис. 5. иллюстрирован пример распознавания символа X при зашумлении.

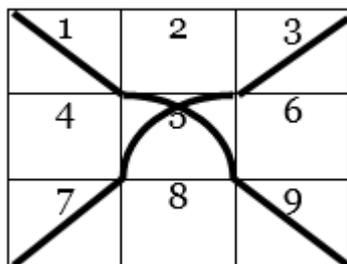


Рис. 5(а). Зашумленный символ текста

Fig. 5(a). Noisy symbol text

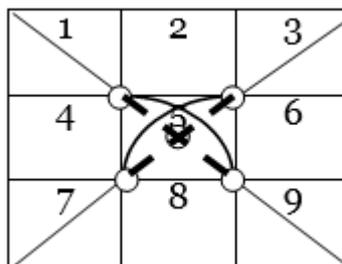


Рис. 5(б). Распознавание символа

Fig. 5(b). Character recognition

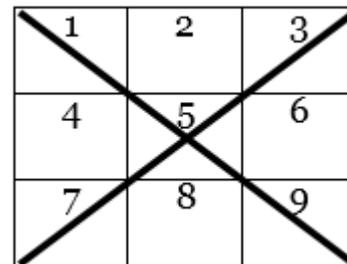


Рис. 5(в). Распознанный символ

Fig. 5(c). The recognized symbol

Резюме. Предложенный метод позволяет успешно распознавать символы даже зашумленные символы текста.

Список литературы References

1. Розенблат Ф. Принципы нейродинамики: Персептрон и теория механизмов мозга. Пер. с англ. – М.: Мир, 1965. - 175 с.
Rozenblat F. Principy nejrodinamiki: Perseptron i teorija mehanizmov mozga. Per. s angl. – М.: Mir, 1965. - 175 s.
2. Головкин В.А. Нейроинтеллект: Теория и применения. Книга 2. Самоорганизация, отказоустойчивость и применение нейронных сетей – Брест:БПИ, 1999, - 228с.
Golovko V.A. Nejrointellekt: Teorija i primenenija. Kniga 2. Samoorganizacija, otkazoustojchivost' i primenenie nejronnyh setej – Brest:ВPI, 1999, - 228s.
3. Хайкин, Саймон. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание. : Пер.с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.
Hajkin, Sajmon. Nejronnye seti: polnyj kurs, 2-e izdanie. : Per.s angl. – М.: Izdatel'skij dom «Vil'jams», 2006. – 1104 s.
4. Корсунов, Н.И. Метод обратных преобразований в обнаружении погрешностей при косвенных измерениях / Н.И.Корсунов, А.А. Начетов // Научные ведомости БелГУ. Серия История. Политология. Экономика. Информатика. – 2013 № 8(151). – Выпуск 26/1. – с. 104-107
Korsunov, N.I. Metod obratnyh preobrazovanij v obnaruzhenii pogreshnostej pri kosvennyh izmerenijah / N.I.Korsunov, A.A. Nachetov // Nauchnye vedomosti BelGU. Serija Istorija. Politologija. Jekonomika. Informatika. – 2013 № 8(151). – Vypusk 26/1. – s. 104-107



СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 004.942

МЕТОДИКА ГРУППИРОВАНИЯ БАЗОВОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

A METHOD OF GROUPING BASIC INFORMATION FOR INFORMATION PROCESSES OF COMPLEX SYSTEMS

В.И. Сумин¹, Т.Е. Смоленцева²
V.I.Sumin¹, T.E. Smolentceva²

¹⁾ ФКОУ ВПО Воронежский институт ФСИН России, Россия, 394072, Воронеж, ул. Иркутская, 1-а

²⁾ ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет», Россия, 398600, Липецк, ул. Московская, 30

¹⁾ FSE VPO Voronezh Institute of the Federal penitentiary service of Russia, 1-A Irkutsk St., Voronezh, 394072, Russia

²⁾ FGBOU VPO "Lipetsk state technical University, 30 Moscow St., Lipetsk, 398600, Russia

e-mail: viktorsumin51@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается методика группировки объектов для информационных процессов сложных систем на классы, к которым относятся наиболее схожие по своим характеристикам объекты. Рассмотрен процесс группирования данных итеративными методами, а также применение итеративного метода кластерного анализа к объединению объектов базовой информации для информационных процессов сложных систем на основе значений анализируемых характеристик, включающий следующие этапы: формирование исходного разбиения на нужное число классов, проверка принадлежности объекта к классу, вычисление порогового значения, по которому определяется принадлежность объекта классу. В работе выявлены исходные данные разбиения объектов на классы.

Resume. This article discusses the technique of grouping objects for information processes of complex systems into classes, which are most similar in their characteristics to the objects. The process of grouping data iterative methods, and the use of iterative cluster analysis method for grouping objects of basic information for information processes of complex systems based on the values of the analyzed characteristics, comprising the following steps: forming the source partition to the desired number of classes to check if the object class, the calculation of the threshold value, which is determined by the identity of the object class. Determined the source data partitioning objects into classes.

Ключевые слова: итеративный метод кластерного анализа, базовая информация, центр тяжести кластеров.
Keywords: iterative method of cluster analysis, basic information, the center of gravity of the clusters.

Рассмотрим методику группировки объектов для информационных процессов сложных систем на классы, к которым относятся наиболее схожие по своим характеристикам объекты.

Эффективным механизмом объединения в группы объектов разнообразного функционирования по их характеристикам является кластерный анализ [1,2]. С использованием компьютерной техники кластерный анализ является одним направлений статистической науки.

Основная цель кластерного анализа – определение групп схожих объектов в выборке данных (кластеров). Сходство количественных данных оценивается на основе понятия метрики при определении точки координатного пространства на основе метрических расстояниями между ними. Причем размерность пространства определяется числом характеристик, которые описывают объект [5].

Групп схожих объектов в выборке данных использует следующие кластерные методы:

- иерархические агломеративные и дивизимные методы;
- итеративные методы группировки;
- поиск модальных значений плотности;
- факторные методы;
- сгущений;

– использования теории графов.

Использование различных методов к одним и тем же объектам может привести к сильно различающимся результатам.

Итеративные методы используют первичные данные, т. е. вычисления и хранения матрицы сходств между объектами не требуется хранить. Следовательно, итеративные методы группировки позволяют, обрабатывать большое множество при этом, осуществляют несколько просмотров данных и поэтому могут компенсировать последствия плохого исходного разбиения данных, что позволяет исключить главный недостаток иерархических алгоритмов. Эти методы формируют кластеры одного ранга, которые не могут быть вложенными, а следовательно, не могут быть частью иерархии и к тому же они не допускают перекрытия этих кластеров [2,4].

Использование этих методов позволяет ограничить число итераций при определении принадлежности рассматриваемых объектов к тому или другому классу. В этом случае определяется минимальная совокупность объектов, переходящих из класса в класс и тогда итерационный процесс прекращается и с определенной точностью рассматриваемые объекты объединены в кластеры.

Процесс группирования данных итеративными методами приведен на рис. 1:



Рис. 1. Процесс группирования данных итеративными методами

Fig. 1. The process of grouping data by iterative methods

Рассмотрим применение итеративного метода кластерного анализа к группированию объектов базовой информации для информационных процессов сложных систем на основе значений анализируемых характеристик[6].

Представим базовую информацию, циркулирующую в системе, в виде множеств $\{P_{i,j}, A_i, B_j\}$, где

$i = \overline{1, I}$ - индекс объектов, носителя первичной информации;

$j = \overline{1, J}$ - индекс выбранных или всех характеристик объектов;

$P_{i,j}$ - количественное значение j-ой характеристики i-го объекта;

A_i - наименование i-го объекта;

B_j - наименование j-ой характеристики.

Все элементы $P_{i,j}$ необходимо с точностью T_I разбить на K_3 классов.

Значение T_I определяет количество итераций. При увеличении количество итераций уменьшается количество шагов, но в тоже время уменьшается точность разбиения, определяемая лицом принимающих решения (ЛПР). Значение K_3 также определяется ЛПР в зависимости от требуемой точности получения классификации разбиения (меньше K_3 - грубее классификация) [3,7]. В том случае, чтобы в процессе исходного разбиения получить требуемое количество классов не меньше величины K_3 необходимо ввести масштабный коэффициент L. Масштабному коэффициенту L вначале присваивается значение равное 1.0. В том случае если увеличить L количество классов уменьшается и наоборот.

Алгоритм разбиения на классы представлен ниже:

о. Для формирования исходного разбиения на нужное число классов необходимо:

Формируется множество $\{r_i, d_i, a_i, k_i\}$ размерностью $I = 1, I$:

r_i - смешанный момент корреляции Карла Пирсона или угловая мера

$$r_i = \frac{\sum_{j=1}^J (P_{i,j} - \bar{P}_{i,j})}{\sqrt{\sum_{j=1}^J (P_{i,j} - \bar{P}_{i,j})^2}},$$

где:

$$\bar{P}_{i,j} = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J P_{i,j}$$

d_i - евклидово расстояние от начала координат до $P_{i,j}$

$$d_i = \sqrt{\sum_{j=1}^J (0 - P_{i,j})^2}$$

a_i - индекс объекта в соответствии с $P_{i,j}$;

k_i - номер класса, к которому будет принадлежать i -ый объект, первоначально все $k_i = 0$.

1. Первоначальное разбиение на классы.

1.1. Для начала итеративного процесса:

- первоначально $C_k = 0$, $k_i = 1$, $i = 1$, $C_i = 1$;

- вычисляется среднее расстояние s между всеми элементами d_i

$$s = \sum_{i=1}^{I-1} (d_i - d_{i+1}) / I -$$

1.2. Вычисляется пороговое значение α , по которому определяется принадлежность i -го объекта к C_k классу:

- $\alpha = s \times L$;

- $i = C_i$.

1.3. Вычисляется расстояние между очередным элементом и следующим $\Delta d = d_i - d_{(i+1)}$.

1.4. Проверяется принадлежность $i+1$ -го объекта к классу C_k .

Если $\Delta d \leq \alpha$, то $k_{(i+1)} = C_k$, $i = i + 1$ и:

- если $i \leq I$, то переход к пункту 1.3;

- если $i > I$, то переход к пункту 1.5.

Если $\Delta d > \alpha$, то $C_k = C_k + 1$, $i = i + 1$, $C_i = i$ и переход к пункту 1.2.

1.5. Объединяются с использованием смешанного момента корреляции Карла Пирсона r_i .

1.6. В начале:

- элементы $\{r_i, k_i\}$ переупорядочиваются по возрастанию элементов k_i и r_i соответственно;

- первоначально определяются $C_k = 1$, $C_{kt} = 1$, $k_1 = 1$, $i = 1$, $C_i = 1$.

1.7. Вычисляется пороговое значение α , по которому определяется принадлежность $i+$ объекта C_i классу:

$$\alpha = (r_i - r_{(i+1)}) \times L.$$

Если $\alpha = 0$, то $i = i + 1$ и α вычисляется заново.

Если $|\alpha| > 0$, то $\alpha = |\alpha|$ и $i = C_i$.

1.8. Проверяется, закончились ли объекты C_{kt} класса.

Если $C_{kt} = k_i$, то переход к пункту 1.9.

Если $C_{kt} \neq k_i$, то $C_{kt} = C_{kt} + 1$, $C_k = C_k + 1$, $i = i + 1$, $C_i = I$ и:

- если $i > I$, то переход к пункту 1.11;

- если $i \leq I$, то переход к пункту 1.7.

1.9. Вычисляется расстояние между очередным элементом и следующим $\Delta r = r_i - r_{(i+1)}$ /

1.10. Проверяется принадлежность $i+$ объекта к C_k классу:

Если $\Delta r \leq \alpha$, то $k_{(i+1)} = C_k$, $i = i + 1$, и:

- если $i \leq I$, то переход к пункту 1.9;

- если $i > I$, то переход к пункту 1.11.

Если $\Delta d > \alpha$, то $C_k = C_k + 1$, $i = i + 1$, $C_i = i$ и переход к пункту 1.7.

1.11. Результаты $P_{i,j}$ разбиты на "K" классов.

Если $K = K_{\text{Э}}$, то требуемое разбиение получено и переход к пункту 2[1].

2. Если $K > K_{\text{Э}}$, то увеличивается параметр L и переход к пункту 1.1. Если $K < K_{\text{Э}}$, то уменьшается параметр L и переход к пункту 1.1.

2. Вычисляются $\bar{P}_{k,j}$ - центры тяжести полученных классов:

$$\bar{P}_{k,j} = \frac{\sum_{(i,k_i)} P_{i,j}}{\sum_{(i,k_i)} 1} \quad k = \overline{1, K_{\text{Э}}} - \text{индекс полученных классов.}$$

3. Проверяется, находится ли каждый объект в ближайшем классе.

3.1. Первоначально $i = 1, n = 0$.

3.2. Вычисляется квадрат отклонения объекта a_i от центра тяжести всех классов:

$$F_{ka_i} = \sum_{j=1}^J (P_{a_i j} - \overline{P_{k,j}})^2,$$

где: $k = \overline{1, K_{\mathcal{C}}}$ - индекс полученных классов;

$j = \overline{1, J}$ - индекс характеристики, участвовавшей в формировании результата $P_{ij} a_i$ объекта.

3.3. Если $\min(F_{ka_i})$ достигается при $k = k_i$, то объект a_i находится в ближайшем классе, изменения его класса не происходит.

Если $\min(F_{ka_i})$ достигается при $k \neq k_i$, то объект a_i не находится в ближайшем классе, поэтому $k_i = k$ (класс объекта заменился на ближайший) и $n = n + 1$ (объект a_i перешел в другой класс).

3.4. Увеличивается $i = i + 1$ и проверяется:

- если $i > I$, то закончился просмотр всех объектов и переход к пункту 4;

- если $i \leq I$, то переход к пункту 3.2.

4. Если $\frac{n}{I} \times 100 > T_I$, то требуемая точность итеративного процесса не достигнута и переход к пункту 2.

Если $\frac{n}{I} \times 100 \leq T_I$, то требуемая точность итеративного процесса достигнута. Получено окончательное разбиение P_{ij} по классам.

Исходными данными разбиения объектов на классы являются:

$i = \overline{1, I}$ - индекс объекта;

$j = \overline{1, J}$ - индекс характеристики объекта;

P_{ij} - количественное значение j -ой характеристики i -го;

A_i - наименование i -го объекта;

B_j - наименование j -ой характеристики;

T_I - требуемая точность разбиения в процентах;

$K_{\mathcal{C}}$ - требуемое количество классов разбиения.

Результатом разбиения объектов на классы являются:

K - количество полученных классов;

$\overline{P_{k,j}}$ - центры тяжести полученных классов;

k_i - номер класса, к которому принадлежит i -ый объект;

a_i - индекс объекта в соответствии с P_{ij} .

Список литературы

References

1. Вагин, В.Н. Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах / В.Н. Вагин, Е.Ю. Головина. – М.: Физматлит, 2004.
Vagin, V.N. Dostovernij i pravdopodobnyj vyvod v intellektual'nyh sistemah / V.N. Vagin, E.Ju. Golovina. – М.: Fizmatlit, 2004.
2. Жилияков Е.Г., Ломазов В.А., Ломазова В.И. Компьютерная кластеризация совокупности аддитивных математических моделей взаимосвязанных процессов // Вопросы радиоэлектроники. Сер. ЭВТ. - 2011. - Вып.1. - С. 115-119
Zhilyakov E.G., Lomazov V.A., Lomazova V.I. Komp'yuternaja klasterizacija sovokupnosti additivnyh matematicheskikh modelej vzaimosvjazannyh processov // Voprosy radioelektroniki. Ser. JeVT. - 2011. - Вып.1. - С. 115-119
3. Журавлев Ю.И., Рязанов В.В., Сенько О.В. «Распознавание». Математические методы. Программная система. Практические применения. – М.: Фазис, 2006.
Zhuravlev Ju.I., Rjazanov V.V., Sen'ko O.V. «Raspoznavanie». Matematicheskie metody. Programmная sistema. Prakticheskie primenenija. – М.: Fazis, 2006.
4. Жилияков, Е.Г. О некоторых моделях краткосрочного прогнозирования / Е.Г. Жилияков, В.В. Скубилин // Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2013. – № 22 (165). – Вып. 28/1. – С. 144–147.
Zhilyakov, E.G. O nekotoryh modeljah kratkosrochnogo prognozirovaniya / E.G. Zhilyakov, V.V. Skubilin // Nauchnye vedomosti BelGU. Ser. Istorija. Politologija. Jekonomika. Informatika. – 2013. – № 22 (165). – Вып. 28/1. – С. 144–147.
5. Мендель, И.Д. Кластерный анализ / И.Д. Мендель. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 176 с.
Mendel', I.D. Klasternyj analiz / I.D. Mendel'. – М.: Finansy i statistika, 1988. – 176 s.



6. Сумин В.И., Смоленцева Т.Е. Моделирование обучения с использованием временных рядов наблюдений: монография / В.И. Сумин, Т.Е. Смоленцева // Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2014. – 104 с.

Sumin V.I., Smolenceva T.E. Modelirovanie obuchenija s ispol'zovaniem vremennyh rjadov nabljudenij: monografija / V.I. Sumin, T.E. Smolenceva // Izdatel'sko-poligraficheskij centr «Nauchnaja kniga», 2014. – 104 s.

7. Цветков, В.В. Об алгоритмах и моделях, данных в решениях задач принятия решения / В.В. Цветков, В.И. Сумин // Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2010. – № 13 (84). – Вып. 15/1. – С. 138–142.

Cvetkov, V.V. Ob algoritmah i modeljah, dannyh v reshenijah zadach prinjatija reshenija / V.V. Cvetkov, V.I. Sumin // Nauchnye vedomosti BelGU. Ser. Istorija. Politologija. Jekonomika. Informatika. – 2010. – № 13 (84). – Вып. 15/1. – С. 138–142.

УДК 004.912

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ ПРОДВИЖЕНИЯ САЙТА
В ПОИСКОВЫХ СИСТЕМАХ ЯНДЕКС И GOOGLE****COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF FACTORS OF WEBSITE
PROMOTION IN SEARCH ENGINES YANDEX AND GOOGLE****Е.М. Маматов, И.Н. Брусенская****E.M. Mamatov, I.N. Brusenskaya**

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, 85
Belgorod State National Research University, 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia*

e-mail: mamatov@bsu.edu.ru, i.n.brusenskaya@yandex.ru

Аннотация. В работе рассматриваются рейтинги популярности поисковых систем как на Российском уровне, так и на мировом, а также основные факторы, влияющие на продвижение сайта в самой популярной поисковой системе на Российском уровне – Яндекс, и в самой популярной поисковой системе на мировом уровне – Google. На основе полученного опыта в сфере продвижения интернет-ресурсов составлена таблица, в которой приведена сравнительная характеристика влияния представленных факторов в поисковых системах Яндекс и Google.

Resume. The paper deals with popularity ratings of search engines on the Russian level, and in the world, and the main factors affecting the promotion in the most popular search engine on the Russian level - Yandex, and in the most popular search engine on a global level - Google. On the basis of the experience gained in the field of promotion of Internet resources, a table, which is a comparative characteristic of influence factors presented by the search engines Yandex and Google.

Ключевые слова: интернет, поисковая оптимизация, продвижение сайта, позиция сайта, факторы продвижения, PR, контент, поисковая система, сниппет, анкор, апдейт, индексация, перелинковка, мета-теги.

Keywords: Internet, search engine optimization, website promotion, site position, the factors promoting, PR, content, search engine snippet anchor, updates, indexing, relinking, meta tags.

Большинство людей при поиске той или иной информации обращаются к поиску онлайн. С каждым годом количество пользователей всемирной сети интернет значительно увеличивается. По данным на конец 2014 года число пользователей Интернет превысило 3 миллиарда человек. Число пользователей Интернет в 2014 году, в целом, выросло на 6,6% (данные из доклада Международного союза электросвязи (МСЭ) «Измерение информационного общества»). По данным опроса Всероссийского центра изучения общественного мнения (ВЦИОМ), проведенного 4-5 октября 2014 г., интернетом пользуются 66% граждан России от 18 лет и старше или 76,3 млн человек. Ежедневно выходят в Сеть – 46% или 53,6 млн взрослых россиян.

Для поиска информации онлайн с компьютера или мобильного телефона пользователи используют поисковые системы. Всего в мире существует более 350 поисковых систем. Для поиска информации с помощью поисковой системы пользователь формирует поисковый запрос, в соответствии с которым генерируется поисковая выдача веб-сайтов, которые, по мнению поисковой системы, помогают ответить на вопрос пользователя.

Согласно данным на сентябрь 2014 года количество веб-сайтов в сети Интернет превысило 1 миллиард. Поисковые системы содержат тематически сгруппированную информацию об информационных ресурсах Всемирной паутины в базах данных [1]. Т.к. миллионы потенциальных потребителей товаров, услуг или информации ищут ее с помощью поисковых систем (Yandex, Google, Bing, Rambler и др.), используют при этом определенные ключевые слова и словосочетания, то поисковое продвижение является самым действенным и популярным способом привлечения аудитории на сайт. Главная цель поискового продвижения сайта является вывод сайта в "зону видимости" поисковых систем по заданным ключевым словам и словосочетаниям. Для того, чтобы сайт был найден целевыми посетителями в поисковых системах необходимо заниматься его поисковой оптимизацией.

Поисковая оптимизация – это комплекс мер по повышению позиций сайта в поисковых системах и увеличение его целевой посещаемости [2]. Прежде чем заниматься поисковой оптимизацией необходимо определить поисковые системы, которыми пользователи пользуются больше всего, чтобы получить наибольший эффект (наивысшую посещаемость) от продвижения сайта.

По данным исследовательской компании NetMarketShare (исследовательская компания, специализирующаяся на анализе присутствия тех или иных продуктов и технологий в Интернете) лидирующее место использования поисковых систем в мире с большим отрывом на протяжении многих лет занимает поисковая система Google [3]. Рейтинг поисковых систем с 2010 по 2015 г приведен в таблице 1.

Таблица 1

Table 1

**Рейтинг поисковых систем в мире
Ranking of search engines in the world**

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Google	84.88%	82.99%	81.56%	77.46%	67.53%	60.52%
Yahoo	6.16%	6.12%	6.84%	7.30%	6.17%	7.11%
Baidu	3.38%	4.89%	5.06%	8.22%	18.38%	22.83%
Bing	3.30%	3.92%	4.45%	5.47%	6.63%	7.86%
Ask	0.68%	0.56%	0.55%	0.36%	0.13%	0.16%
AOL	0.46%	0.40%	0.35%	0.35%	0.24%	0.33%
AltaVista	0.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
MSN	0.05%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Excite	0.03%	0.03%	0.03%	0.01%	0.03%	0.00%
All the Web	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Lycos	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%

Для наглядного представления популярности поисковых систем в мире в период с 2010 по 2015 год представим рейтинг популярности, приведенный в таблице 1 в виде графика (Рисунок 1).

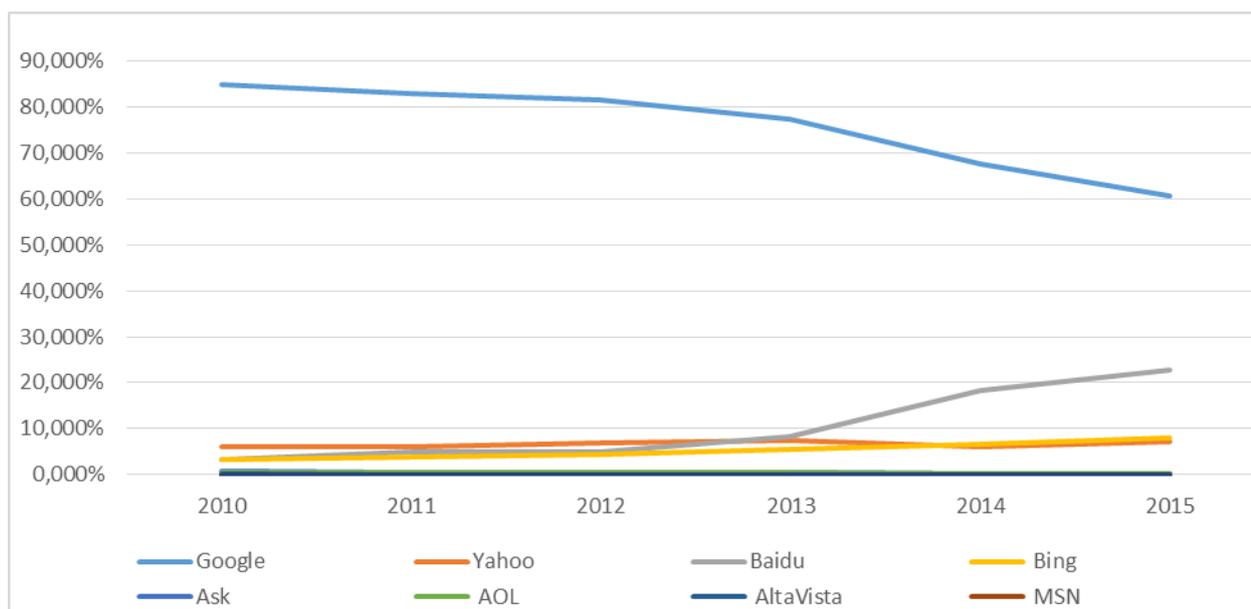


Рис. 1. Рейтинг поисковых систем в мире (2010-2015 г)
Fig. 1. Ranking of search engines in the world (2010-2015 years)

Согласно приведенным в таблице 2 и на графике данным можно отметить, что поисковая система Google с большим отрывом занимает лидирующее место в мировом рейтинге поисковых систем. За 2, 3 и 4 место идет борьба между поисковыми системами Yahoo, Baidu и Bing.

Поисковая система Yahoo – поисковая система, популярная среди американских пользователей. Для русскоязычных пользователей доступны сервисы только: поиск по картинкам, поиск по новостям, и поиск в интернете. Создана в январе 1994 года. На протяжении длительного времени держалась на втором месте по популярности использования в мире, но в 2013 г. ее обогнала поисковая система baidu.

Поисковая система Baidu – лидер среди китайских поисковых систем. По количеству обрабатываемых запросов поисковый сайт «Байду» с 2013 г. стоит на 2 месте в мире. С запуском японской версии уверенно обогнал Yahoo.

Поисковая система Bing – поисковая система, разработанная международной корпорацией Microsoft. Bing обладает рядом эксклюзивных возможностей, таких как просмотр результатов поиска на одной странице (вместо пролистывания многочисленных страниц результатов поиска), а также динамическое корректирование объёма информации, отображаемой для каждого результата поиска (например, только название, краткая или большая сводка)

Тем временем рейтинг лучших поисковых систем в отечественном сегменте существенно отличается (Таблица 2).

Таблица 2
Table 2

Рейтинг поисковых систем в отечественном сегменте
Search engine ranking in the domestic segment

Поисковые системы	Июль, 2014	Август, 2014	Сентябрь, 2014	Октябрь, 2014	Ноябрь, 2014	Декабрь, 2014	Январь, 2015	Февраль, 2015
Яндекс	61,78%	61,20%	60,83%	60,67%	60,45%	60,21%	59,75%	59,54%
Google	29,29%	29,85%	30,30%	30,72%	31,28%	31,78%	32,46%	32,79%
Mail.ru	7,36%	7,37%	7,30%	7,11%	6,82%	6,63%	6,45%	6,36%
Рамблер	0,98%	0,95%	0,89%	0,83%	0,78%	0,75%	0,71%	0,69%
Bing	0,59%	0,63%	0,68%	0,67%	0,66%	0,64%	0,62%	0,62%

Для более наглядного представления популярности поисковых систем в России в период с июля 2014 года по февраль 2015 года, представим рейтинг популярности, приведенный в таблице 2 в виде графика (Рисунок 2).

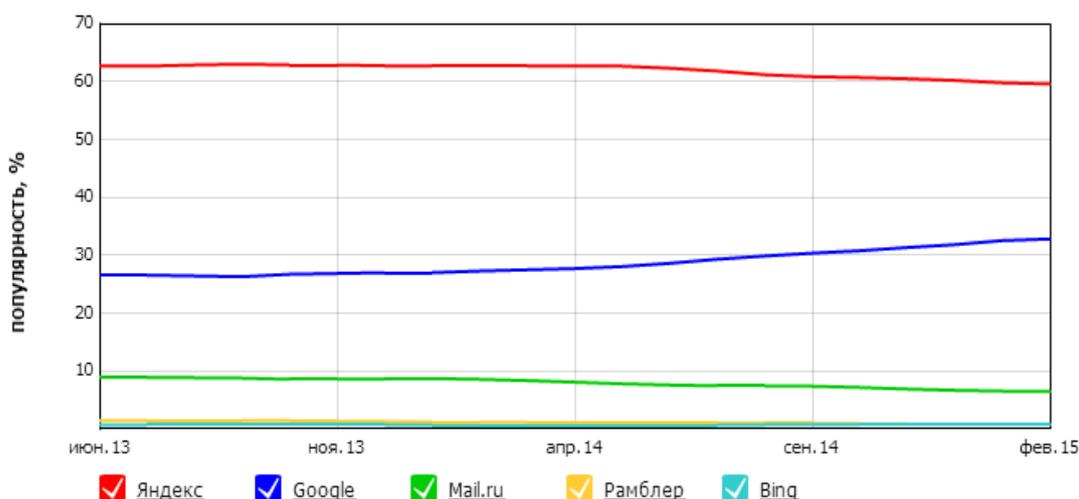


Рис. 2. Популярность поисковых систем в России
Fig. 2. The popular search engine in Russia

Лучшие поисковые системы Рунета по состоянию на начало 2015 года – Яндекс, Google и Mail.ru. Популярность поисковых систем оценивается как доля поискового трафика, генерируемой данной поисковой системой в Рунете. Количество трафика поисковой системы оценивается по данным сервиса «Глобальная статистика Spylog» и Рейтинга LiveInternet.

Т.к. при продвижении сайта мы ориентируемся на русскоязычную аудиторию, то рассмотрим более подробно две самые популярные системы в РФ – Яндекс и Google.

«Яндекс» — основанная в России европейская ИТ-компания, владеющая одноимённой системой поиска в Сети и интернет-порталом. Основным и приоритетным направлением компании является разработка поискового механизма, но за годы работы «Яндекс» стал мультипорталом. Уже в 2013 году «Яндекс» предоставляет более 50 сервисов. Некоторые из них — Яндекс.Поиск, Яндекс.Карты, Яндекс.Маркет, Поиск по блогам, Яндекс.Пробки — доминируют на рынке.



«Google» - первая по популярности поисковая система в мире, обрабатывает 41 млрд 345 млн запросов в месяц (доля рынка 62,4 %), индексирует более 25 миллиардов веб-страниц (на закрытой конференции в начале мая 2014 представитель Google упомянул, что на данный момент проиндексировано 60 триллионов документов, и как можно заметить, в результате тестов, счетчик в поиске Google ограничен числом 25 270 000 000, также на это число при выдаче влияют фильтры, встроенные в алгоритм ранжирования выдачи).

Сравним влияние тех или иных факторов продвижения на поисковые системы Яндекс и Google [4] (Таблица 3).

Таблица 3
Table 3

Сравнение факторов продвижения в поисковых системах Яндекс и Google
Compare factors promotion in search engines Yandex and Google

Яндекс	Google
Региональность	
Учитывает региональность	Малозначимый фактор
Возраст web-сайта	
Значимый фактор. В поисковой выдаче Яндекс практически не встречаются молодые сайты	Для google более важным является качество сайта и польза для посетителей, если сайт отвечает этим требованиям, то возраст сайта уходит на задний план
Доменное имя	
Не реагирует на доменное имя	Размещает выше в поисковой выдаче сайты, у которых доменное имя является частью поискового запроса
Уникальный шаблон сайта	
Смотрит на быстрдействие сайта. Сайты со старыми шаблонами, чаще всего сверстанными на таблицах, понижаются в выдаче. Уникальность самого шаблона большого значения не имеет	Трепетно относится к соблюдению авторских прав. Любит уникальные шаблоны
Направленность сайта	
Нет особой разницы между большими порталами и сайтами с узкой тематикой	Предпочитает для выдачи сайты с более узкими тематиками, т.к. считает, что они более подробно раскрывают тему
Уникальность контента	
Высоко значимый фактор. Легко вычисляет неуникальный контент, рерайт и даже не уникальные изображения	Высокочисимый фактор. Но Яндекс лучше определяет уникальность русского контента, чем Google
Частота обновления контента	
1-2 новых страницы в неделю. Ценит старые тексты, которые были размещены достаточно давно, но, обязательно, уникальные	1-2 новых страницы в день. Любит новый уникальный контент
Оптимизация текста	
Не любит переоптимизированные тексты	Склоняется к слегка переоптимизированным текстам
Плотность ключевых слов	
От 1% до 2-4%	От 8% до 10%
Размер текста	
Любит статьи от 500 до 1500 символов.	Любит длинные статьи 5000-6000 символов
Внутренняя перелинковка	
Учитывается	Учитывается еще больше
Сниппет в выдаче	
Сложно влиять на сниппет	Чаще всего берется из description
Влияние внешних ссылок	
С 2014 учитывается гораздо менее	Высокое
Анкоры ссылок	
Необходимо разбавлять словоформами	Преимущественно прямые вхождения
Сквозные ссылки	
Работают не очень хорошо	Работают хорошо
Тематика сайта, который ссылается на ресурс	
Учитывается в большей степени	Учитывается в меньшей степени
Ссылочные и текстовые апдейты	



Продолжение таблицы 3

Можно определить	Скорее нельзя определить
Важность разнообразия источников ссылочной массы	
Высокая	Средняя
Подтягивает ли продвижение одного запроса другие, смежные?	
Да	Скорее нет, чем да
Поведенческие факторы	
Учитываются	Учитываются
Скорость индексации	
3-10 дней	Практически ежедневно
Широта охвата	
В основном рунет	Не зависит от зоны
Ссылки	
Лучше учитывает возрастные ссылки	Учитывает и новые ссылки
Сквозные ссылки	
Не любит, лучше купить одну с главной страницы	Работают хорошо
Скорость попадания в ТОП	
3-6 месяцев	1-2 месяца
Мета-теги	
Важен title, не терпит повторений	Важен title и description, не терпит повторений
Учет тега Alt	
Практически не учитывает	Воспринимает за основной текст
Позиции в поисковиках	
Отображает так, как видит в реальное время	Фиксирует до следующего апдейта
Несколько ссылок на сайт на одной странице	
Учитывает все	Учитывает только первую
Быстрый прирост ссылок	
Отрицательно	Отрицательно
Качество ссылок	
Учитывает	Учитывает
Тематика сайтов доноров	
Учитывается	Учитывается в меньшей степени

Исходя из вышеприведенной таблицы можно сделать вывод о том, что поисковая система Яндекс больше ориентируется на высокое качество контента, тематичность контента, региональность и возраст сайта. Поисковая система Google на внутреннюю перелинковку, частоту обновления контента, уникальность текста и шаблона сайта, внешние качественные ссылки.

Приобретенный опыт можно применять и для других сайтов, но стоит помнить, что влияние тех или иных факторов на позицию сайта в выдаче поисковой системы весьма относительно, зависит от самой поисковой системы, от продвигаемого сайта, от конкуренции по выбранной тематике, и постоянно изменяется, т.к. поисковые системы вводят новые алгоритмы. То есть то, что позволяло занять ведущие позиции в прошлом, в будущем может уже не работать. Это связано как с развитием поисковых систем с целью обеспечить наиболее удобный и простой поиск, так и с борьбой поисковых систем против искусственного повышения позиций сайта в выдаче.

Список литературы References

1. Энж Э., SEO. Искусство раскрутки сайтов / Энж Э., Спенсор С., Фишкин Р., Стрикчиола Д. – БХВ-Петербург, 2014 – 341 с.
Jenzh Je., SEO. Iskusstvo raskrutki sajtov / Jenzh Je., Spensor S., Fishkin R., Strikchiola D. – BHV-Peterburg, 2014 – 341 s.
2. Маматов, Е.М. О продвижении сайта в поисковых системах Яндекс и Google / Е.М. Маматов, И.Н. Брусенская // Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2014. – №1(172). – Вып. 29/1. – С. 130–134.
Mamatov, E.M. O prodvizhenii sajta v poiskovyh sistemah Jandeks i Google / E.M. Mamatov, I.N. Brusenskaja // Nauchnye vedomosti BelGU. Ser. Istorija. Politologija. Jekonomika. Informatika. – 2014. – №1(172). – Vyp. 29/1. – S. 130–134.
3. <http://netmarketshare.com>
<http://netmarketshare.com>
4. <http://webartex.ru/>
<http://webartex.ru/>



УДК 004.942

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИТ-ПРОЕКТОВ

INFORMATION MODEL OF RESEARCH OF EFFICIENCY OF IT PROJECTS

В.С. Нехотина**V.S. Nekhotina**

*Белгородский университет кооперации, экономики и права, Россия, 308023, Белгород, ул. Садовая, 116а
Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, 116a Sadovaya St, Belgorod, 308023, Russia*

e-mail: nnviktory@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены теоретические основы исследования эффективности ИТ-проектов (ИТП). Определены и представлены (в комплексной канонической и развернутой форме) показатели эффективности результатов ИТП. Выявлены требования к структуре показателя эффективности и его структура. Представлена информационная модель оценивания, включающая оценивание качества результатов и эффективности ИТП. Представленные теоретические положения могут быть положены в основу оценивания эффективности ИТП на стадии принятия решения по выбору проекта для реализации.

Resume. In article theoretical bases of research on the effectiveness of it projects (ITP). Identified and presented (in canonical complex and extensive form) performance indicators results of ITP. Identified requirements to the structure of the performance indicator and its structure. Presents information model of assessment that includes evaluation of the quality of the results and effectiveness of the ITP. Presents the theoretical principles can be the basis of evaluation of the effectiveness of the ITP at the stage of decision making on project selection for implementation.

Ключевые слова: ИТ-проект, эффективность, оценивание, информационная модель оценивания, показатель эффективности, эффект

Keywords: It-project, efficiency, evaluation, information model of assessment, performance indicator, the effect

Введение

Качество объектов (в том числе и проектов в целом, и ИТ-проектов в частности) в полной мере проявляется в процессе их целевого использования. Следовательно, оценивание качества объекта по эффективности его применения представляется наиболее объективным. При этом определение эффективности целевого функционирования сравниваемых вариантов является целесообразным для обоснованного выбора предпочтительного объекта.

Однако в публикациях различных авторов даются различные определения понятия «эффективность». Зачастую понятие эффективности связывается с различными по сути объектами (действиями, операциями [1-3], системами [4-6], устройствами [3, 7], средствами [3, 8], техникой [9], решениями [10] и т.д. [3, 11-13]). Данное обстоятельство предопределило множество смыслов понятия «эффективность», порожденных многообразием его определений и количественных характеристик (показателей эффективности). При этом количественные характеристики эффективности приводятся без анализа их основных свойств и обоснования структуры, что вызывает сомнения в правомерности их применения. Данное обстоятельство касается и эффективности (качества) ИТ-проектов (ЭИТП).

Исследование эффективности ИТП

Исследование ЭИТП является актуальным, поскольку реализация (внедрение) подобных проектов сопровождается риском, а затраты (ресурсы), необходимые для этого, достаточно высоки. Существующие в настоящее время подходы к определению ЭИТП ориентированы на оценивание либо финансовых составляющих, либо качественных характеристик проектов [14-16]. Это не позволяет учесть все факторы и эффекты, получаемые при реализации ИТП. Поэтому существует необходимость уточнения понятий в данной области и разработки модели исследования ЭИТП для обеспечения возможности проведения поэтапного всестороннего оценивания, позволяющего в полной мере охарактеризовать результаты внедрения проекта до его практической реализации.

ЭИТП определяют лишь самые существенные из множества его свойств, которые влияют на результаты (эффекты) и являются его косвенными характеристиками. Набор таких показателей определяется исходя из цели ИТП, а также условий и свойств его применения. ЭИТП включает следующие составляющие:



- 1) длительность реализации проекта;
- 2) уровень достижения цели реализации;
- 3) качество эффектов, полученных от его реализации.

На основании этого, нужно различать два уровня оценивания качества ИТП:

- 4) оценивание качества результатов ИТП;
- 5) оценивание эффективности (качества) проекта.

Поскольку проект может считаться эффективным в том случае, когда требуемыми качествами обладают все его результаты, то доминирующим (главным) при его оценивании является второй уровень. При этом критерии оценивания ЭИТП и его результатов должны выбираться независимо друг от друга.

При достижении цели реализации ИТП расходуются ресурсы (материальные, временные и др.), поэтому основным свойством ИТП является его способность лучшим образом преобразовать расходуемые ресурсы в выходные эффекты. При этом результатом реализации ИТП является не только целевой эффект, но и соответствующий ему (эффекту) расход ресурсов. Поэтому свойства результатов ИТП, определяющие его качество, условно можно разделить на две группы: целевые (функциональные) и обеспечивающие (эксплуатационно-технические). Условность данного разделения объясняется тем, что целью ИТП может быть обеспечение внедрения ИТП более крупного масштаба или более высокого уровня, а также тем, что цели ИТП могут изменяться в ходе его реализации.

Показатели эффективности результатов ИТП

В основе ЭИТП лежит комплексное свойство, включающее такие компоненты, как:

- 1) результативность – целевой эффект, получаемый в результате реализации;
- 2) ресурсоемкость – расход операционных ресурсов (материально-технических, энергетических, временных, финансовых и т.д.), необходимых для реализации ИТП и получения целевого эффекта;
- 3) рискованность – степень риска, сопровождающего реализацию ИТП;
- 4) оперативность – расход времени, необходимого для достижения цели реализации проекта.

Следовательно, качество ИТП определяется совокупностью (как минимум) четырех компонентов:

$K_{(n_1)}^{(1)} = C_{(n_1)}$ - показатель целевого (позитивного) эффекта;

$K_{(n_2)}^{(2)} = Z_{(n_2)}$ - показатель затрат ресурсов (побочных негативных эффектов) на получение целевых эффектов;

$K_{(n_3)}^{(3)} = R_{(n_3)}$ - показатель рискованности получения целевых эффектов;

$K_{(n_4)}^{(4)} = T_{(n_4)}$ - показатель затрат времени (побочных негативных эффектов) на получение целевых эффектов.

Тогда комплексный показатель, содержащий четыре группы компонент будет представлять собой n-мерный вектор ($n = n_1 + n_2 + n_3 + n_4$):

1. В комплексной канонической форме (ККФ):

$$K_{(k)}^{KKF} = K_{(4)}^{KKF} \langle K_{(n_1)}^{(1)}, K_{(n_2)}^{(2)}, K_{(n_3)}^{(3)}, K_{(n_4)}^{(4)} \rangle = \langle C_{(n_1)}, Z_{(n_2)}, R_{(n_3)}, T_{(n_4)} \rangle \quad (1)$$

2. В развернутой форме (РФ):

$$K_{(n)}^{[RF]} = \langle k_1^{(1)}, k_2^{(1)}, \dots, k_{n_1}^{(1)}; k_1^{(2)}, k_2^{(2)}, \dots, k_{n_2}^{(2)}; k_1^{(3)}, k_2^{(3)}, \dots, k_{n_3}^{(3)}; k_1^{(4)}, k_2^{(4)}, \dots, k_{n_4}^{(4)} \rangle = \langle c_1, c_2, \dots, c_{n_1}; z_1, z_2, \dots, z_{n_2}; r_1, r_2, \dots, r_{n_3}; t_1, t_2, \dots, t_{n_4} \rangle \quad (2)$$

Следовательно, критерий качества результатов реализации ИТП получит следующее выражение:

$$R_{ИТП}^{[N]} : K_{(k)}^g \in \{K_{(k)}^g\}^{[N]} \cong U, \quad (3)$$

где

$$\{K_{(k)}^g\}^{[N]} = \{K_{(k)}^g : (K_{(k)} = K_{(k)}^g) \cong ЦПД(ЗПВ)\}, \quad (4)$$

где $\{K_{(k)}^g\}^{[N]}$ - область допустимых значений показателя $K_{(n)}$ качества реализации ИТП в комплексной канонической форме по критерию [N];

ЦПД – цель ИТП достигнута;

ЗПВ – задача ИТП достигнута.

Математическую формулировку цели реализации ИТП в развернутой форме можно представить в виде формулы:

$$R_{ИТП}^{[N]} : K_{(n)} \in \{K_{(n)}^g\}^{[N]} \cong U \quad (5)$$

$\{K_{(n)}^g\}^{[N]}$ - область допустимых значений показателя $K_{(n)}$ качества результатов реализации ИТП в развернутой форме.

Здесь:

$$\{K_{(n)}^g\}^{[N]} = \{K_{(n)}^g : (K_{(n)} = K_{(n)}^g) \cong ЦПД(ЗПВ)\} \quad (6)$$

Внутри показателей $Y_{(n)}^{(i)}$ может быть произведено свертывание частных показателей результатов реализации ИТП путем введения обобщенных показателей, например:

$$\begin{aligned} c &= \sum_{g=1}^{n_1} \mu_g c_g; \\ z &= \sum_{i=1}^{n_2} \beta_i z_i; \\ r &= \sum_{j=1}^{n_3} \alpha_j r_j; \\ t &= \sum_{k=1}^{n_4} t_k \end{aligned} \quad (7)$$

Составляющие показателя $K_{(n)}^{(1)}$ целевых эффектов представляют собой количественные характеристики количественных результатов реализации ИТП, что возможно лишь в том случае, если качество результатов обеспечивается до его реализации. В этом случае качество целевых эффектов оценивается вместе с качеством целевых и побочных результатов реализации ИТП. То же касается качества расходуемых ресурсов. Самостоятельные требования могут предъявляться к качеству целевых эффектов и расходуемому на их получение времени.

Показатель эффективности ИТП

В основе оценки ИТ-проектов должен лежать показатель эффективности, который соответствовал бы указанным требованиям:

1. Представительность (адекватность) – позволяет оценить эффективность проекта по достижению основной цели, т.е. цель реализации ИТП должна находить прямое отображение в показателе ее эффективности.
2. Критичность (чувствительность) к изменениям характеристик ИТП.
3. Комплексность (полнота) – использование единого показателя позволяет решать задачу исследования эффективности ИТП без избыточных характеристик.
4. Стохастичность – учет неопределенности условий реализации проекта, обусловленных воздействием случайных факторов.
5. Простота – вычисление и последующий анализ показателя эффективности ИТП должны быть реализованы в определенных временных границах и иметь наглядную интерпретацию.

Для многокритериального (комплексного) исследования ЭИТП вычисление и анализ показателя эффективности должны быть реализованы в приемлемые сроки и иметь наглядную интерпретацию.

Под ЭИТП будем понимать комплексное (многокритериальное) свойство, характеризующее приспособленность проекта к достижению поставленной в нем цели (способность давать эффекты от его внедрения).

Показатель качества результатов ИТП $K_{(n)}$ должен включать в себя четыре группы компонентов, характеризующих (3):

- 1) целевые эффекты ($C_{(n_1)}$);
- 2) затраты ресурсов ($Z_{(n_2)}$);
- 3) рискованность ($R_{(n_3)}$);
- 4) затраты времени ($T_{(n_4)}$).



$$\langle K_{(n_1)}^{(1)}, K_{(n_2)}^{(2)}, K_{(n_3)}^{(3)}, K_{(n_4)}^{(4)} \rangle = \langle C_{(n_1)}, Z_{(n_2)}, R_{(n_3)}, T_{(n_4)} \rangle \quad (8)$$

В общем случае ЭИТП – это эффективность расходования ресурсов, поскольку качество реализации проекта определяется не только получаемым целевым эффектом, но и затрачиваемыми ресурсами.

Допустим, качество результатов ИТП описывается следующим образом:

$$K_{(4)} = \langle k^{(1)}, k^{(2)}, k^{(3)}, k^{(4)} \rangle = \langle k_1, k_2, k_3, k_4 \rangle = \langle c, z, r, t \rangle \quad (9)$$

Поскольку каждая компонента $K_{(4)}$ зависит от условий реализации, организации и характеристик ИТП, то правомерно следующее выражение:

$$K_{(4)} = K_{(4)}(X_{(v)}, X_{(k)}, Y_{(v)}, Y_{(r)}) = K_{(4)}(X_{(k)}, Y_{(t)}), \quad (10)$$

где:

$X_{(v)}^+ = X_{(v)}^+(Y_{(v)}^+, Y_{(r)}^+)$ - характеристики (параметры) ИТП;

$X_{(k)}^+ = X_{(k)}^+(Y_{(v)}^+, Y_{(r)}^+)$ - характеристики организации (параметры) ИТП;

$Y_{(v)}^+$ - характеристики условий функционирования ИТП;

$Y_{(r)}^+$ - характеристики условий применения ИТП.

Основное свойство проекта заключается в наличии цели, поэтому показатель (мера) эффективности должен характеризовать степень достижения цели реализации ИТП, то есть содержательно цель реализации проекта может определяться по-разному, но заключается в получении требуемых результатов, соответствующих цели проекта, что можно выразить в виде формулы:

$$R_{ИП} : K_{(4)} \in \{K_{(4)}^g\} \cong U \quad (11)$$

Соотношение (11) представляет собой формальное выражение цели ИТП.

В процессе реализации ИТП на условия его функционирования и применения оказывает воздействие целый ряд неизвестных факторов. Данная ситуация является типичной для сложных проектов. Поэтому до внедрения проекта (данный период исследования его эффективности представляет наибольший практический интерес) $X_{(v)}$ и $Y_{(v)}$, а следовательно и $K_{(4)}$ оказываются случайными. Также случайными являются допустимые значения $K_{(4)}^g$, зависящие от условий применения ИТП, характеризующиеся вектором $Y_{(r)}^+$, поскольку до реализации (внедрения) ИТП неизвестно, какими должны быть его результаты, чтобы поставленная цель была достигнута. Следовательно:

$$\hat{K}_{(4)} = K_{(4)}(\hat{X}_{(k)}; \hat{Y}_{(r)}, \hat{Y}_{(r)}^+) \quad (12)$$

$$\hat{K}_{(4)}^g = K_{(4)}^g(\hat{Y}_{(r)}^+) \quad (13)$$

Таким образом, критерий пригодности ИТП (его результатов) к достижению цели с учетом реальных условий его реализации (внедрения) принимает вид:

$$R_{ИП} : \hat{K}_{(4)} \in \{\hat{K}_{(4)}^g\} \cong U \quad (14)$$

Нетрудно заметить, что пригодность проекта есть случайное событие (14), по которому об эффективности (качестве) его реализации судить нельзя. Поэтому степенью приспособленности ИТП к достижению цели с учетом воздействия случайных факторов, т.е. характеристикой качества ИТП, может служить только вероятность случайного события (14), характеризующая степень объективной возможности его наступления при заданном комплексе условий [29]:

$$\begin{aligned} \text{т.е. } \langle X_{(v)}^+, X_{(k)}^+, Y_{(v)}^+, Y_{(r)}^+ \rangle &= \langle D_{(m_1)}^{(1)}, D_{(m_2)}^{(2)} \rangle = D_{(m)}, \\ S_{ИП} &= S(\hat{K}_{(4)} \in \{\hat{K}_{(4)}^g\}) = S_{ИП}(D_{(m)}), \end{aligned} \quad (15)$$

где вектор $D_{(m)} = \langle D_{(m_1)}^{(1)}, D_{(m_2)}^{(2)} \rangle = \langle X_{(k)}, Y_{(t)} \rangle$ не случаен, поскольку содержит компоненты векторов $X_{(k)}$ и $Y_{(t)}$ (в отличие от (12) и (13)), которые либо являются неслучайными компонентами соответственно случайных векторов $\hat{X}_{(k)}$ и $\hat{Y}_{(t)}$, либо представляют собой вероятностные характеристики их случайных компонент.

Вероятность $S_{ИП}$ называется вероятностью достижения цели ИТП, т.е. мерой степени достижения цели его реализации.

Допустимые значения $\hat{K}_{(4)}^s$ результатов ИТП обусловлены характеристиками \hat{Y}_r^* условий реализации ИТП, которые заранее неизвестны и не могут быть заданы лицом, принимающим решения. Наряду с объективными факторами (характеристиками $\hat{Y}_{(r)}^*$), на характеристики области $\{K_{(4)}^s\}$ могут оказывать влияние и субъективные факторы. Перечень требований к результатам ИТП ($K_{(4)}^s$) принимается ЛПР при планировании с учетом функциональных возможностей и прогнозируемых условий его реализации.

Информационная модель схемы оценивания ЭИТП

При оценивании ИТП нужно хранить и обрабатывать большие массивы информации, которые необходимо систематизировать и анализировать. В подобных условиях целесообразно использовать специальные инструментальные средства, повышающие эффективность обработки информационных потоков. Разработка информационной модели схемы оценивания ЭИТП позволяет структурировать данный процесс, выделить основные этапы и их взаимосвязь (рис. 1).

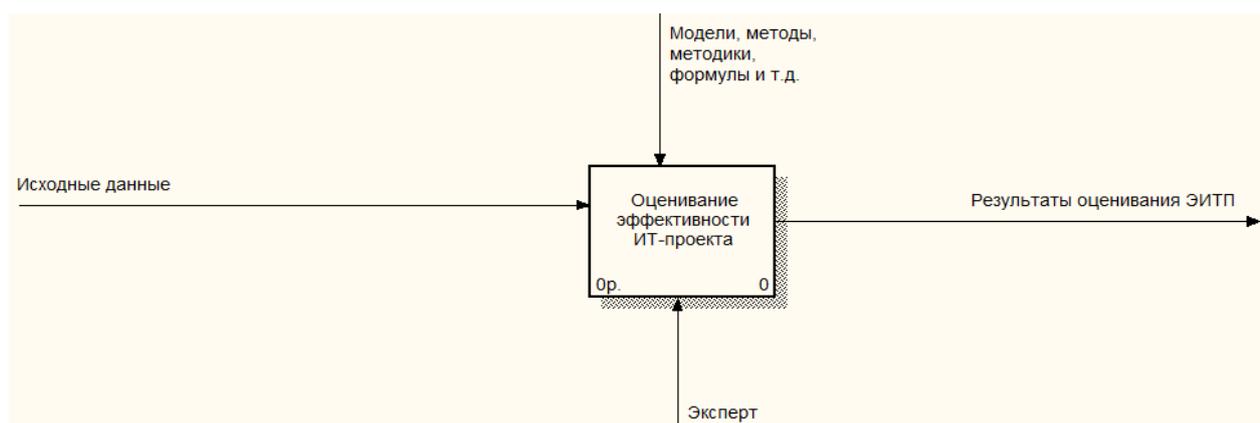


Рис. 1. Контекстная диаграмма оценивания ЭИТП
Fig. 1. Context diagram of estimation of efficiency of it projects

Оценивание ЭИТП необходимо проводить в два этапа (рис. 2).

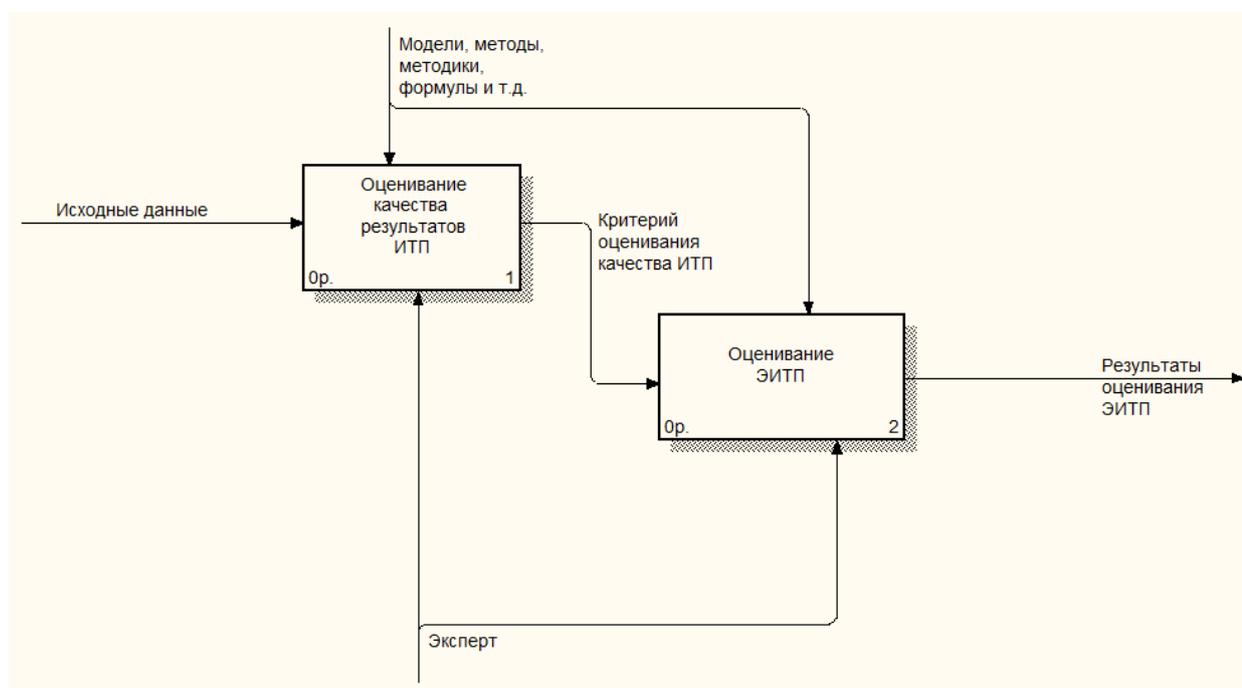


Рис. 2. Диаграмма декомпозиции оценивания ЭИТП

Fig. 2. Chart decomposition of evaluating it projects

На первом этапе (рис. 3) целесообразно:

1) определить (сформулировать, обосновать, установить) показатель планируемого качества результатов внедрения ИТП – вектора $\hat{K}_{(4)}$ показателей $\hat{c}, \hat{z}, \hat{r}, \hat{t}$ его частных эффектов (результатов);

2) определить (обосновать, задать) требования к качеству результатов ИТП – область $\hat{K}_{(4)}^g$ допустимых значений $\hat{c}^g, \hat{z}^g, \hat{r}^g, \hat{t}^g$ показателей $\hat{c}, \hat{z}, \hat{r}, \hat{t}$ качества его результатов.

3) сформулировать (обосновать, построить) критерий оценивания качества ИТП – 2n-местный предикат (14).

$$R_{цр} : \hat{K}_{(4)} \in \{K_{(4)}^g\} \cong U$$

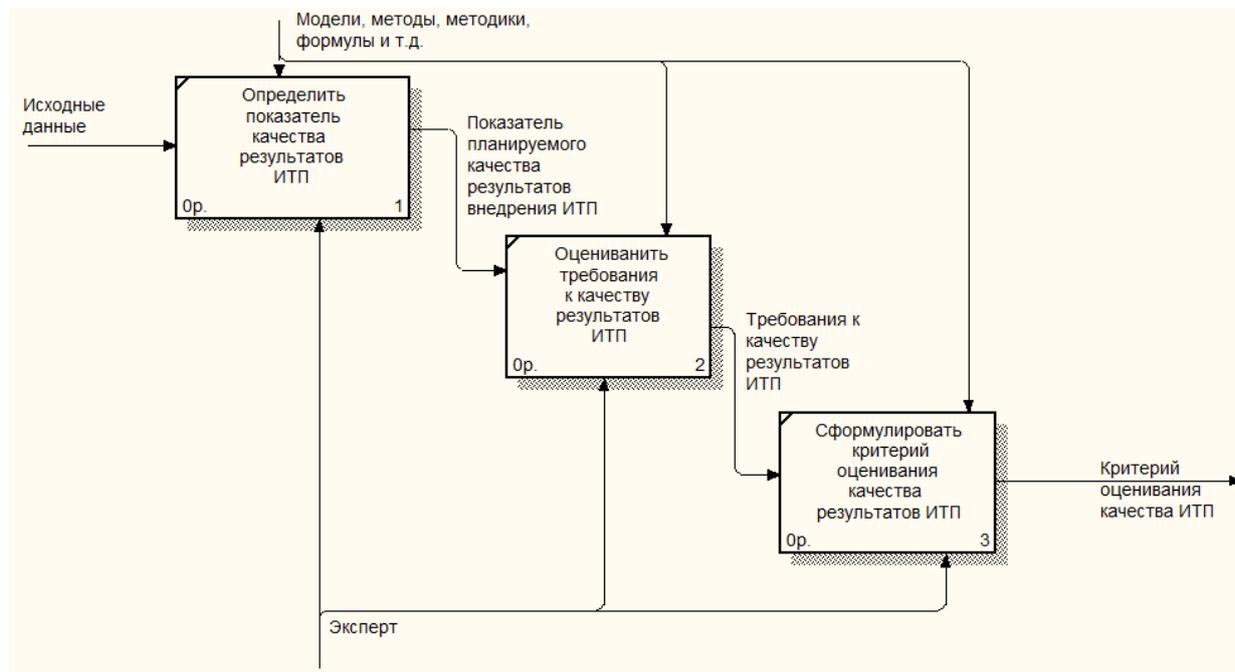


Рис. 3. Диаграмма декомпозиции процесса оценивания качества результатов ИТП

Fig. 3. Chart of the decomposition process of quality assessment of the results of it projects

На втором этапе (рис. 4) нужно:

1) определить (вычислить, оценить) показатель эффективности ИТП – вероятность достижения его цели.

$$S_{дц} = S_{вз} = S(\hat{K}_{(4)} \in \{K_{(4)}^g\}) \tag{16}$$

2) определить (обосновать, задать, предъявить) требования к эффективности ИТП – потребное (минимальное) и оптимальное (максимальное) значения $[S_{дц}^{ТР} (S_{вз}^{ТР})$ или $S_{дц}^{ОПТ} (S_{вз}^{ОПТ})]$ вероятности $S_{дц} (S_{вз})$ достижения цели ИТП);

3) сформулировать (обосновать, построить) и реализовать один из обоснованных критериев оценивания ИТП – одноместных предикатов:

– критерий пригодности:

$$R_{цэ} : \begin{cases} S_{дц} \geq S_{дц}^{ТР}; \\ S_{вз} \geq S_{вз}^{ТР} \end{cases} \tag{17}$$

– критерий оптимальности:

$$O_{цэ} : \begin{cases} S_{дц} \geq S_{дц}^{ОПТ}; \\ S_{вз} \geq S_{вз}^{ОПТ} \end{cases} \tag{18}$$

4) произвести оценивание ЭИТП.

Заключение

Представленные теоретические положения и предложенная информационная модель оценивания эффективности ИТП могут послужить основой разработки специальных инструментальных средств, позволяющих выполнять моделирование, в процессе принятия решений при обосновании выбора ИТП для реализации с учетом основных параметров (показателей) и критериев их оценивания, а также предпочтений лица, принимающего решение.

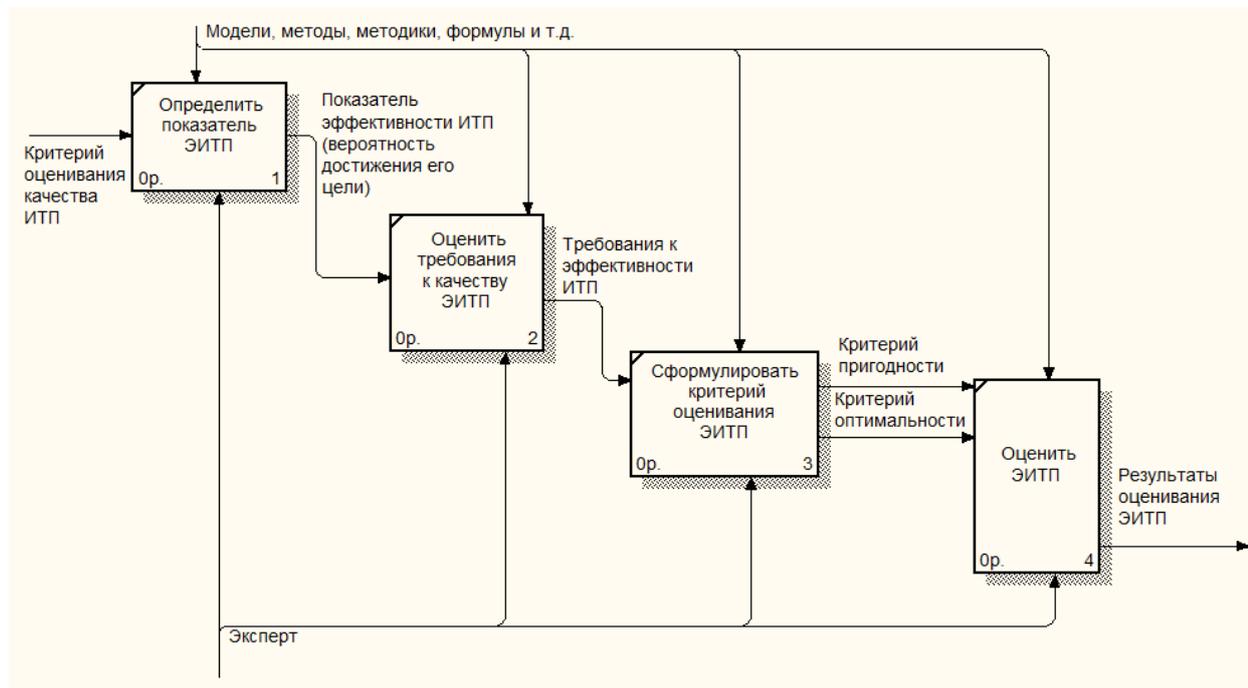


Рис. 4. Диаграмма декомпозиции процесса оценивания ЭИТП
Fig. 4. Chart of the decomposition process of evaluating it projects

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 15-07-01711)

Список литературы References

1. Абчук В.А., Суздаль В.Г. Поиск объектов. – М.: Сов. Радио, 1977. – 334 с.
Abchuk V.A., Suzdal' V.G. Poisk ob#ektov. – М.: Sov. Radio, 1977. – 334 s.
2. Вентцель Е.С. Введение в исследование операций. – М.: Сов. Радио, 1964. – 388 с.
Ventcel' E.S. Vvedenie v issledovanie operacij. – М.: Sov. Radio, 1964. – 388 s.
3. Основы исследования операций в военной технике/Под ред. Ю.В. Чуева. – М.: Сов. Радио, 1965. – 591 с.
Osnovy issledovaniya operacij v voennoj tehnike/Pod red. Ju.V. Chueva. – М.: Sov. Radio, 1965. – 591 s.
4. Гличев А.В. Экономическая эффективность технических систем. – М.: Экономика, 1971. – 270 с.
Glichev A.V. Jekonomicheskaja jeffektivnost' tehnicheskikh sistem. – М.: Jekonomika, 1971. – 270 s.
5. Надежность и эффективность в технике. Справочник. Т.1. / Под ред. А.И. Рембезы. – М.: Машиностроение, 1986. – 223 с.
Nadezhnost' i jeffektivnost' v tehnike. Spravochnik. T.1. / Pod red. A.I. Rembezy. – М.: Mashinoostroenie, 1986. – 223 s.
6. Окунев Ю.Б., Плотников В.Г. Принципы системного подхода к проектированию в технике и связи. – М.: Связь, 1976. – 183 с.
Okunev Ju.B., Plotnikov V.G. Principy sistemnogo podhoda k proektirovaniju v tehnike i svjaz'. – М.: Svjaz', 1976. – 183 s.
7. Чумаков Н.М., Серебряный Е.И. Оценка эффективности сложных технических устройств. – М.: Сов. Радио, 1980. – 191 с.
Chumakov N.M., Serebrjanyj E.I. Ocenka jeffektivnosti slozhnyh tehnicheskikh ustrojstv. – М.: Sov. Radio, 1980. – 191 s.
8. Чуев Ю.В. Исследование операций в военном деле. – М.: Воениздат, 1970. – 256 с.
Chuev Ju.V. Issledovanie operacij v voennom dele. – М.: Voenizdat, 1970. – 256 s.

9. Петров В.А., Медведев Г.И. Системная оценка эффективности новой техники. – Л.: Машиностроение, 1978. – 256 с.
Petrov V.A., Medvedev G.I. Sistemnaja ocenka jeffektivnosti novoj tehniki. – L.: Mashino-stroenie, 1978. – 256 s.
10. Нарусбаев А.А. Введение в теорию обоснования проектных решений. – Л.: Судостроение, 1976. – 223 с.
Narusbaev A.A. Vvedenie v teoriju obosnovanija proektnyh reshenij. – L.: Sudostroenie, 1976. – 223 s.
11. Дружинин В.В., Конторов Д.С. Идея, алгоритм, решение. – М.: Воениздат, 1972. – 326 с.
Druzhinin V.V., Kontorov D.S. Ideja, algoritm, reshenie. – M.: Voenizdat, 1972. – 326 s.
12. Лебедев В.В., Крутов В.А. Техническая эффективность пилотируемых космических аппаратов. – М.: Машиностроение, 1985. – 89 с.
Lebedev V.V., Krutov V.A. Tehniceskaja jeffektivnost' pilotiruemyh kosmicheskikh apparatov. – M.: Mashinoostroenie, 1985. – 89 s.
13. Модели и методы анализа экономических целенаправленных систем / под ред. К.А. Барниновского и Е.Л. Берлянда. – Новосибирск: Наука, 1977. – 238 с.
Modeli i metody analiza jekonomicheskikh celenapravlennyh sistem / pod red. K.A. Barninov-skogo i E.L. Berljanda. – Novosibirsk: Nauka, 1977. – 238 s.
14. Ломазов, В.А. Решение задачи экономического многокритериального выбора на основе метода анализа иерархий / В.А.Ломазов, Я.Е. Прокушев // Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2010. – №7(78). – Вып. 14/1. – С. 128-131.
Lomazov, V.A. Reshenie zadachi jekonomichnogo mnogokriterial'nogo vybora na osnove metoda analiza ierarhij / V.A.Lomazov, Ja.E. Prokushev // Nauchnye vedomosti BelGU. Ser. Istorija. Politologija. Jekonomika. Informatika. – 2010. – №7(78). – Вып. 14/1. – С. 128-131.
15. Ломазов, В.А. Информационные модели и методы многокритериальной оценки региональных социально-экономических проектов / В.А. Ломазов, В.И.Ломазова, В.С. Нехотина // Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2013. – №1(144). – Вып. 25/1. С. 112-116.
Lomazov, V.A. Informacionnye modeli i metody mnogokriterial'noj ocenki regional'nyh social'no-jekonomicheskikh proektov / V.A. Lomazov, V.I.Lomazova, V.S. Nehotina // Nauchnye vedomosti BelGU. Ser. Istorija. Politologija. Jekonomika. Informatika. – 2013. – №1(144). – Вып. 25/1. С. 112-116.
16. Нехотина, В.С. Модель оценки ИТ-проектов / В.С. Нехотина // Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2014. – №8(179). – Вып. 30/1. С. 146-152.
Nehotina, V.S. Model' ocenki IT-proektov / V.S. Nehotina // Nauchnye vedomosti BelGU. Ser. Istorija. Politologija. Jekonomika. Informatika. – 2014. – №8(179). – Вып. 30/1. С. 146-152.



УДК 004.7

ЭКСПЕРТНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ПРИ ВЫБОРЕ ЭФФЕКТИВНОГО МЕРОПРИЯТИЯ

EXPERT ASSESSMENT IN THE SELECTION OF EFFECTIVE MEASURES

Г.С. Петриченко¹, В.Г. Петриченко²
G.S. Petrichenko¹, V.G. Petrichenko²

¹⁾ Кубанский государственный технологический университет, Россия, 350072, Краснодар, ул. Московская, 2

²⁾ Северо-Кавказский филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет правосудия», Россия, 350002, Краснодар, ул. Леваневского, 187

¹⁾ Kuban State Technological University, 2 Moskovskaya St, Krasnodar, 350072 Russia

²⁾ North-Caucasian branch of the Federal State Budget Institution of Higher Education "Russian State University of Justice", 187 Levanevskogo St, Krasnodar, 350002, Russia

e-mail: petry_gr@mail.ru, mel.viktorya@yandex.ru

Аннотация. В настоящее время актуальной проблемой является оценка различных вариантов стратегических решений принимаемых руководством предприятия в кризисных условиях. В статье, для решения задачи выбора того или иного варианта, который принимает руководство предприятием, предлагается применять методы экспертного оценивания. Эксперты сравнивают между собой различные первоочередные мероприятия по уровню значимости, присваивая им баллы. Наивысший балл получает мероприятие, которое необходимо выполнить в первую очередь, для минимизации условий кризиса. Эксперты сравнивают между собой различные мероприятия и учитывают при этом, в какой мере каждое из них способно обеспечить достижение цели предприятия. Ранжирование мероприятий, зависит от баллов выставленных экспертами, их компетентности и согласованности. Оценка компетентности экспертов осуществляется, по результатам их групповой экспертизы. После получения результатов оценки компетентности экспертов, определяются взвешенные оценки по каждому мероприятию, оценивается качество экспертизы.

Resume. Currently, the actual problem is the evaluation of the various policy options taken by the company management in a crisis. In an article for the solution of selecting a particular option, which takes the lead now proposed to apply the methods of expert estimation. Experts compare different primary measures the level of significance, giving them points. The highest score receives an event that needs to be done first, to minimize the crisis. Experts compare different activities and at the same time take into account the extent to which each of them is capable of achieving the objectives of the enterprise. Ranking events depends on the points put up by experts, their competence and consistency. Assessment of the competence of experts carried out, the results of their examination of the Group. After receiving the results of the re-evaluation of the competence of experts determined the slurry-shenny assessment for each activity, assesses the quality of examination.

Ключевые слова: экспертное оценивание, компетентность, экспертиза, групповая экспертная оценка, качество экспертизы

Keywords: expert evaluation, competency, expertise, group peer review, quality review

Введение

Для принятия важных стратегических решений в кризисный период необходимо, выбрать первоочередные мероприятия с применением экспертного оценивания. Экспертное оценивание – это наиболее доступный и универсальный метод получения и анализа информации о состоянии различных объектов и субъектов, а также является единственным способом получения необходимой информации для объектов, не имеющих статистической информации функционирования.

В последнее время экспертное оценивание находит применение в области телекоммуникационных систем. Это объясняется тем, что телекоммуникационные системы относительно новая сфера человеческой деятельности, в которой идет процесс накопления и осмысления разноплановой информации. Применение методов экспертного оценивания особенно распространено на задачах: проектирования корпоративных сетей [4], при построении комплексных систем защиты [5], при эксплуатации корпоративных сетей [1,2], вычисление информационных рисков и прочее [3]. Вычисления компетентности экспертов [7].

Применение методов экспертного оценивания актуально в новых сферах человеческой деятельности, где еще недостаточно развит формально-теоретический базис, не структурировано множество свойств и особенностей объектов, которые изучаются, не сформировалось необходимое количество специалистов, по качеству своей подготовки, адекватных требованиям, предъявляемым уровню эксперта. Если область проведения экспертизы новая, тем сложнее подобрать группу экспертов, которые имеют высокий уровень профессиональной компетентности. В данной статье



предлагается оценивать компетентность экспертов после проведения экспертизы и учитывать его при принятии решения, при выборе мероприятий для принятия решений.

При формировании экспертных оценок основным источником информации является эксперт, а для повышения степени объективности и качества процедуры принятия решения целесообразно учитывать мнения нескольких экспертов. Таким образом, экспертные методы основываются исключительно на оценках экспертов, сделанных относительно проблемы или задачи, которую они знают лучше других.

Поэтому актуальной проблемой является повышение достоверности экспертных оценок, за счет привлечения в группу наиболее компетентных экспертов для проведения экспертизы.

Постановка задачи

В настоящее время проблема подбора экспертов для проведения экспертизы телекоммуникационной отрасли, является одной из наиболее сложных в теории и практике экспертных исследований. В качестве экспертов необходимо использовать наиболее компетентных специалистов, чьи суждения помогут руководителю принять адекватное и наиболее приемлемое решение.

Большинство экспертных технологий, привлекаемых для решения самых разных задач в области телекоммуникационных систем, относятся к коллективной экспертизе или экспертизе множества объектов.

В коллективной экспертизе участвует группа с $N = \{n_1, n_2, \dots, n_j\}$ экспертов, каждый из которых осуществляет индивидуальную экспертизу одной и той же совокупности с $L = \{l_1, l_2, \dots, l_i\}$ объектов. Результаты индивидуальных экспертиз L объектов, N экспертами сводятся в общую матрицу X_{ij} данных для дальнейшей обработки:

$$X = \{x_{ij}\} = \begin{bmatrix} x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1N} \\ x_{22}, x_{22}, \dots, x_{2N} \\ \dots \dots \dots \\ x_{L1}, x_{L2}, \dots, x_{LN} \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Матрицу $X = \{x_{ij}\}$ будем называть матрицей экспертных оценок i – объектов j – экспертами.

Объектами при коллективной экспертизе могут выступать изделия выпускаемые предприятием, программное обеспечение, аппаратные средства, присланные на конкурс проекты, мероприятия проводимые, в телекоммуникационной отрасли и т.д.

Полученные в ходе коллективной экспертизы индивидуальные экспертные оценки $X_j, j = \overline{1, N}$ несут определенную информацию о личных качествах соответствующего j -го эксперта, в том числе об уровне его компетентности. Знание уровня (коэффициента) компетентности актуально для организации эффективной обработки результатов экспертизы. Обычно для оценки уровня компетентности экспертов применяется ряд специальных дополнительных мер организационно-аналитического характера [7], которые носят существенную субъективную составляющую. Поэтому, в последнее время оценивание компетентности экспертов, непосредственно по результатам выполненной ими экспертизы, является актуальной проблемой. На решение данной проблемы направлена эта статья.

Решение задачи

Предположим, телекоммуникационной фирме требуется разработать набор первоочередных мероприятий, способствующих адаптации к кризисным условиям в стране.

Рынок телекоммуникационных услуг в 2014–2015 гг. замедлил темпы роста. Такой прогноз был сделан агентством iKS-Consulting. Телекоммуникационной фирме необходимо наилучшим образом приспособиться к новым условиям и максимально нейтрализовать негативное воздействие кризиса, чтобы продолжить свою деятельность.

Телекоммуникационной фирмой составлен набор мероприятий, для борьбы с кризисом в отрасли (например, табл. 1). Необходимо мероприятия проранжировать по степени важности, для этого были приглашены эксперты. Подбор экспертов необходимо осуществить по методике, предложенной в работе [7] и осуществить экспертное оценивание мероприятий.

Экспертам было предложено проранжировать мероприятия по уровням значимости от 1 до 12 по количеству объектов. Наивысший балл получают мероприятия, на которые необходимо обратить внимание и провести в первую очередь.

Результаты индивидуальной экспертизы (например, табл. 2), которые совершил j -й эксперт, представляют собой случайную последовательность X_j , каждый элемент которой содержит информативную составляющую и случайную ошибку экспертизы j -го эксперта.

Эксперты проранжировали адаптационные меры по уровню значимости от 1 до N , где N – количество мероприятий предложенных экспертам. Наивысшие баллы получают те мероприятия которые, по мнению экспертов необходимо проводить в первую очередь. Оценку N баллов получает то мероприятие, которое необходимо провести в первую очередь, далее по убыванию $N-1$. Результаты экспертного оценивания для 12 мероприятий 7-ю экспертами приведены в таблице 2.

По сумме баллов, которые получили мероприятия, представленные в таблице 2 нельзя с уверенностью судить о том, какие мероприятия предпочтительнее проводить по отношению к другим, так как некоторые мероприятия получили одинаковую сумму баллов, например это М3 и М5.

Чтобы вычислить более точную оценку по каждому объекту, необходимо использовать групповую экспертную оценку, для этого нужно выполнить следующие этапы:

- Оценить коэффициент компетентности экспертов при групповой экспертизе
- Рассчитать взвешенные оценки по каждому мероприятию с учетом коэффициента экспертов
- Оценить качество экспертизы с помощью коэффициента согласованности мнения экспертов

Таблица 1

Table 1

Основные меры адаптации телекоммуникационной фирмы к кризисным условиям
Basic adaptation measures telecommunications companies to the crisis conditions

№	Мероприятия	Важность мероприятия – ответы экспертов
01	Сдерживание роста цен на предоставление телекоммуникационных услуг	
02	Совершенствование беспроводной связи	
03	Маркетинг в телекоммуникационной отрасли	
04	Повышение качества предоставленных телекоммуникационных услуг	
05	Изменение тарифной политики.	
06	Совершенствование услуг связи	
07	Внедрение биллинга	
08	Продажа сим карт вместе с оборудованием.	
09	Предоставление Роуминга	
10	Расширение покрытия связи	
11	Предоставление услуг контакт «Колл-центра»	
12	Предоставление услуг интернет по протоколу UDP. Размещение сети наземных станций спутниковой связи.	

Таблица 2

Table 2

Результаты экспертного оценивания
The results of the expert evaluation

Мероприятия (объект)	Эксперты							S	C	S ²
	Э1	Э2	Э3	Э4	Э5	Э6	Э7			
М1	2	5	10	4	1	2	1	25	3.57143	625
М2	7	11	7	9	11	9	3	57	8.14286	3249
М3	10	8	9	8	10	12	10	67	9.57143	4489
М4	9	12	8	12	9	7	9	66	9.42857	4356
М5	12	4	12	5	12	11	11	67	9.57143	4489
М6	8	10	6	11	8	8	8	59	8.42857	3481
М7	6	9	5	3	7	3	7	40	5.71429	1600
М8	11	6	11	7	6	10	12	63	9	3969
М9	5	1	4	6	4	6	6	32	4.57143	1024
М10	4	7	2	10	5	5	5	38	5.42857	1444
М11	3	2	3	2	3	4	4	21	3	441
М12	1	3	1	1	2	1	2	11	1.57143	121
Итого	78	78	78	78	78	78	78	546	78	29288



Оценка коэффициента компетентности экспертов при групповой экспертизе

Вычисление компетентности экспертов заключается в предположении о том, что компетентность экспертов должна оцениваться по степени согласованности оценок экспертов с групповой оценкой мероприятий.

Для того чтобы вычислить коэффициент компетентности экспертов необходимо определить сумму оценок и среднюю оценку i -го мероприятия n экспертами используя следующее выражение (см. табл. 2):

$$S_i = \sum_{j=1}^{n-7} X_{ij} , \tag{2}$$

где S_i – сумма оценок, выставленная всеми экспертами i -му мероприятию; X_{ij} – оценка (балл) i -го мероприятия, поставленная j – м экспертом.

Определить среднюю оценку i -го мероприятия используя следующую формулу:

$$C_i = \frac{S_i}{n} , \tag{3}$$

где C_i – средняя оценка i -го мероприятия; n – количество экспертов, принимающее участие в экспертизе (выборе мероприятий).

Коэффициент компетентности каждого из 7 экспертов производится по следующему выражению:

$$K_j = \frac{\sum_{i=1}^{n-7} (X_{ij} * C_i)}{\sum_{i=1}^{n-7} (C_i * S_i)} , \tag{4}$$

где K_j – коэффициент компетентности j -го эксперта.

Пример расчета компетентности экспертов приведен в таблице 3.

Таблица 3
Table 3

Коэффициент компетентности экспертов
Coefficient of competence of experts

Эксперт	Э1	Э2	Э3	Э4	Э5	Э6	Э7
Коэффициент компетентности	0.147091	0.138248	0.140296	0.140365	0.145213	0.145623	0.143164

Расчет взвешенных оценок по каждому мероприятию с учетом коэффициента компетентности экспертов

Построим таблицу 4, экспертного оценивания с учетом компетентности эксперта используя следующее выражение:

$$Y_{ij} = X_{ij} * K_j , \tag{5}$$

где Y_{ij} – оценка(балл) i -го мероприятия, поставленная j -м экспертом с учетом его компетентности, которая определена по результатам групповой экспертизы.

Таблица 4
Table 4

Взвешенные экспертные оценки по каждому мероприятию
Suspended expert estimates for each activity

Мероприятия (объект)	Э1	Э2	Э3	Э4	Э5	Э6	Э7	B_i
M1	0.294	0.6912	1.403	0.5615	0.145	0.291	0.143	3.5295
M2	1.03	1.5207	0.9821	1.2633	1.597	1.311	0.429	8.1332
M3	1.471	1.106	1.2627	1.1229	1.452	1.747	1.432	9.5937
M4	1.324	1.659	1.1224	1.6844	1.307	1.019	1.288	9.4043
M5	1.765	0.553	1.6836	0.7018	1.743	1.602	1.575	9.6227
M6	1.177	1.3825	0.8418	1.544	1.162	1.165	1.145	8.417
M7	0.883	1.2442	0.7015	0.4211	1.016	0.437	1.002	5.7049
M8	1.618	0.8295	1.5433	0.9826	0.871	1.456	1.718	9.0188
M9	0.735	0.1382	0.5612	0.8422	0.581	0.874	0.859	4.5907
M10	0.588	0.9677	0.2806	1.4036	0.726	0.728	0.716	5.4103
M11	0.441	0.2765	0.4209	0.2807	0.436	0.582	0.573	3.0102
M12	0.147	0.4147	0.1403	0.1404	0.29	0.146	0.286	1.5649
Итого	11.47	10.783	10.943	10.948	11.33	11.36	11.17	78

Взвешенные оценки определяются по следующей формуле:

$$B_i = \sum_{j=1}^{n=7} Y_{ij}, \quad (6)$$

где B_i - взвешенная оценка i -го мероприятия поставленная всеми экспертами.

Проранжированные мероприятия по важности представлены в таблице 5.

В таблице 5 сначала представлены мероприятия, получившие наибольшую оценку, а в конце – наименьшую.

Таким образом, в процессе экспертизы были выявлены наиболее эффективные меры адаптации к кризисным явлениям в стране. В первую очередь телекоммуникационной фирме необходимо обратить внимание на изменение тарифной политики, а также на маркетинг в телекоммуникационной отрасли.

Таблица 5

Table 5

Проранжированные мероприятия по важности с учетом коэффициента компетентности экспертов

To rank the importance of the event, taking into account the coefficient competence of experts

M5	M3	M4	M8	M6	M2	M7	M10	M9	M1	M11	M12
9.62	9.59	9.44	9.0	8.47	8.13	5.70	5.410	4.590	3.529	3.010	1.564

Оценка качества экспертизы с помощью коэффициента согласованности мнения экспертов

Оценку качества, проведенной экспертизы, можно оценить с помощью коэффициента конкордации (согласованности) мнений экспертов, который определяется следующим выражением:

$$W = \frac{12 * S_{\text{кв}}}{n^2 * (l^3 - l)}, \quad (7)$$

где W - коэффициент конкордации (согласованности) мнений экспертов; n – число экспертов в группе, l – число мероприятий подлежащих экспертизе, $S_{\text{кв}}$ – сумма квадратов разностей рангов (отклонение от среднего).

В качестве примера для расчета рассмотрим данные, которые представлены в таблице 2 – результатов экспертного оценивания, где $n=7$, $l=12$, сумма квадратов разностей будет, определяться по следующей формуле:

$$S_{\text{кв}} = \sum_{i=1}^{l=12} S_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{l=12} S_i \right) / l, \quad (8)$$

где $S_{\text{кв}}$ - сумма квадратов разностей, S_i - сумма оценок i -го мероприятия выставленная всеми экспертами и определена выражением (2).

Применяя формулу (8) к таблице 2 определяем значение $S_{\text{кв}} = 4445$.

Теперь рассчитаем сам коэффициент согласованности экспертов, применяя выражение (7): $W=0,634366$.

В качестве вывода можно отметить, если $W < 0.2-0.4$, значит слабая согласованность экспертов, если $W > 0.6-0.8$, то согласованность экспертов сильная. В нашем случае согласованность экспертов сильная.

Заключение

В качестве первоочередных мероприятий адаптации фирмы к кризисным условиям, по мнению экспертов, являются:

- Изменение тарифной политики фирмы предоставляющей телекоммуникационные услуги

- Маркетинг в телекоммуникационной отрасли

- Повышение качества предоставленных телекоммуникационных услуг

Коэффициент согласованности мнений всех экспертов является сильным, это значит:

- Мнения экспертов полностью согласованы

- Результаты экспертизы пригодны для принятия решения руководством фирмы

- Цели и задачи исследования сформулированы корректно

- Удачно подобраны эксперты и метод экспертизы.

Список литературы References

1. Петриченко Г.С. Анализ состояния вопросов эксплуатации корпоративных сетей на современном этапе. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 100. С. 378-395.

Petrichenko G.S. Analiz sostojanija voprosov jekspluatacii korporativnyh setej na sovremennom jetape. Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 100. S. 378-395.

2. Петриченко, Г.С. Выбор способа эксплуатации корпоративных сетей на основе применения экспертных оценок / Г.С. Петриченко // Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2014. – №21(192). – Вып. 32/1. С. 162-167.

Petrichenko, G.S. Vybora sposoba jekspluatacii korporativnyh setej na osnove primenenija jekspertnyh ocenok / G.S. Petrichenko // Nauchnye vedomosti BelGU. Ser. Istorija. Politologija. Jekonomika. Infor-matika. – 2014. – №21(192). – Вып. 32/1. С. 162-167.

3. Петриченко Г.С., Дудник Л.Н., Срур М.Ю. Методика оценки финансового риска при проектировании и монтаже компьютерной сети предприятия. Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2011. Т. 2. № 120. С. 18-25.

Petrichenko G.S., Dudnik L.N., Srur M.Ju. Metodika ocenki finansovogo riska pri proektirovanii i montazhe komp'juternoj seti predprijatija. Nauchno-tehnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politehnicheskogo universiteta. Informatika. Telekomunikacii. Upravlenie. 2011. T. 2. № 120. S. 18-25.

4. Петриченко Г.С., Григорян Н.К., Медовщиков М.И. Методика разработки экспертной системы руководителя для принятия управленческих решений. Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2012. Т. 1. № 140. С. 60-66.

Petrichenko G.S., Grigorjan N.K., Medovshnikov M.I. Metodika razrabotki jekspertnoj sistemy rukovoditelja dlja prinjatija upravlencheskih reshenij. Nauchno-tehnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politehnicheskogo universiteta. Informatika. Telekomunikacii. Upravlenie. 2012. T. 1. № 140. S. 60-66.

5. Петриченко Г.С., Нарыжная Н.Ю., Гоголев В.Н. Моделирование управленческих ситуаций по защите информации с применением иерархической системы неисправностей. Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2008. Т. 2. № 55. С. 103-107.

Petrichenko G.S., Naryzhnaja N.Ju., Gogolev V.N. Modelirovanie upravlencheskih situacij po zashhite informacii s primeneniem ierarhicheskoj sistemy neispravnostej. Nauchno-tehnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politehnicheskogo universiteta. Informatika. Telekomunikacii. Upravlenie. 2008. T. 2. № 55. S. 103-107.

6. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий [Текст] – М : Радио и связь, 1993.

Saati, T. Prinjatje reshenij. Metod analiza ierarhij [Tekst] – М : Radio i svjaz', 1993.

7. Петриченко Г.С. Методика оценки компетентности экспертов / Петриченко Г.С. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №05(109). – IDA [article ID]: 1091505004. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/05/pdf/04.pdf>, 0,750 у.п.л.

Petrichenko G.S. Metodika ocenki kompetentnosti jekspertov / Petrichenko G.S. // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №05(109). – IDA [article ID]: 1091505004. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/05/pdf/04.pdf>, 0,750 u.p.l.



УДК 621.311

**СИСТЕМА НЕЧЕТКОГО ВЫВОДА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ
РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**
**FUZZY INFERENCE SYSTEM FOR REGIONAL ENERGY EFFECTIVENESS
EVALUATION**

В.И. Бирюлин, Д.В. Куделина
V.I. Biryulin, D.V. Kudelina

Юго-Западный государственный университет, Россия, 305040, Курск, ул. 50 лет Октября, 94
South-West State University, 94 50let Oktyabrya St, Kursk, 305040, Russia

e-mail: mary_joy@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы применения математического аппарата нечеткой логики для оценки эффективности использования топливно-энергетических ресурсов. Приведены основные проблемы, возникающие при исследовании региональных энергетических систем традиционными математическими методами. Указаны причины появления этих проблем, в том числе и неопределенности исходной информации. Показано, что использование систем нечеткого вывода в этих случаях позволяет получить более достоверную и полную картину в области потребления энергоресурсов различными промышленными потребителями. Рассмотрен процесс разработки систем нечеткого вывода оценки эффективности использования энергоресурсов на примере энергетических предприятий.

Resume. The article deals with the problems of the fuzzy logic mathematical apparatus application to evaluate the efficiency of the fuel and energy resources use. The main problems connected with the regional energy systems investigation by the traditional mathematical methods are given. The causes of these problems, including the uncertainty of the initial information are shown. Also it is shown that the use of the fuzzy inference systems in these cases permits to receive more accurate and complete picture in the field of the energy resources consumption by various industrial consumers. The process of the development of the fuzzy inference systems energy efficiency evaluation on the example of energy enterprise is given.

Ключевые слова: региональная энергетическая система, энергоэффективность, топливно-энергетические ресурсы, оценка эффективности, неопределенность информации, нечеткая логика, математическая модель, база знаний

Keywords: regional energy system, energy efficiency, fuel and energy resources, effectiveness evaluation, information uncertainty, fuzzy logic, mathematical model, the knowledge base

Введение

Получение достоверных оценок состояния и эффективности региональной энергетики необходимо для выявления проблем, возникающих при производстве, передаче, распределении и потреблении топливно-энергетических ресурсов. Эти оценки должны являться основой для принятия управленческих решений и внесения соответствующих корректив в тактику и стратегию развития этой отрасли в том или ином регионе.

Любой региональный энергетический комплекс является сложной территориально ограниченной многофакторной системой. Такая система включает в себя большое количество выполняющих функции производства, поставки, преобразования, сбыта и потребления тепло- и электроэнергии объектов. Эта система характерна наличием нескольких уровней и сложных связей между ними, а также существованием многих ограничений, например, по объемам финансирования [1, 2].

Получение обоснованной оценки комплексной эффективности функционирования любой сложной производственной системы, в том числе и региональной энергосистемы, состоит в определении некоторого количества интегральных или обобщенных показателей (или одного показателя) качества функционирования всей системы.

Обобщенные показатели оценки эффективности энергопотребления и энергосбережения, используемые в настоящее время при анализе региональной энергетики или же отдельных ее частей, должны соответствовать следующим требованиям:

- рассматриваемые показатели изучаемой системы или отдельных объектов должны отображать по возможности весь спектр выполняемых в ходе исследуемых процессов функций;
- каждый показатель исследуемой системы должен определяться согласно решаемым в ходе анализа системы задачам;

- используемые показатели эффективности работы должны по возможности достоверно характеризовать исследуемые процессы в рассматриваемой региональной энергосистеме с полнотой, определяемой целями исследования;

- применяемые показатели не должны выводиться друг из друга на основе математических преобразований, они должны основываться на независимые или слабо коррелированные характеристики исследуемых систем;

Основные трудности при разработке и использовании математических моделей для исследования процессов производства, передачи, распределения и потребления энергетических ресурсов на региональном уровне состоят не только в больших объемах обрабатываемой информации. Необходимо учитывать, что часть используемых показателей и параметров оказывается неопределенной по своей природе и одновременно с этой неопределенностью итоговые результаты работы математических моделей сильно зависят от таких данных.

Неопределенность сложных организационно-технических систем, в том числе и региональной энергетики, возникает по следующим основным причинам [3]:

– существует неполнота или отсутствие достоверной информации о поведении отдельных частей изучаемой сложной системы, а также взаимных связей, возникающих между ними;

– невозможность или же ограниченная возможность проведения экспериментальных исследований протекающих процессов (особенно с учетом различных форм собственности энергетических предприятий и стремлением многих из них сохранять коммерческую тайну), что не позволяет получить достаточную для проведения исследований и заслуживающую доверия информацию о наиболее важных характеристиках изучаемой системы;

– использование большого числа критериев для получения оценки итоговых результатов функционирования всей системы.

Объекты и методы исследования

Проблемы принятия обоснованных управленческих решений с учетом существования неопределенной информации являются в настоящее время одним из ведущих направлений в применении информационных технологий. Сегодня учет факторов неопределенности и неполноты информации должен быть обязательным при проводимых исследованиях сложных организационно-технических систем. Кроме этого, чем более сложной является рассматриваемая система, тем менее точными становятся результаты исследований ее функционирования.

Эти проблемы успешно преодолеваются с использованием математического аппарата нечеткого моделирования. В последнее время применение нечетких систем является одной из наиболее активных и перспективных направлений прикладных исследований в области управления и принятия решений, особенно при изучении сложных организационно-технических систем.

Математический аппарат нечетких систем, на котором основывается нечеткое моделирование, намного ближе по своему построению и работе к человеческому мышлению, чем традиционные математические количественные методы. Он более точно обеспечивает эффективные средства учета и обработки в математических моделях неопределенностей и неточностей, присутствующих в окружающем реальном мире. В настоящее время нечеткая логика используется во многих областях науки и техники, например [4-6].

При этом любая математическая модель, согласно теореме о нечеткой аппроксимации [7], может быть системой, основанной на нечеткой логике. Это обеспечивает адекватное представление с помощью высказываний-правил (выраженных на естественном языке) «если-то», с последующей их обработкой средствами теории нечетких множеств, сколь угодно сложной произвольной системы.

Применение аппарата нечеткой логики целесообразно совмещать с сокращением объема входной информации для разрабатываемых математических моделей реальных систем и процессов. Для этого следует применять декомпозицию. Декомпозиция представляет собой процесс разделения исходной сложной задачи на совокупность подзадач с последующим независимым решением данных подзадач. При этом следует учитывать возможность проведения такого разделения .

Результаты и их обсуждение

Так как процессы производства, передачи, распределения и потребления топливно-энергетических ресурсов являются по существу практически независимыми друг от друга, то задача оценки эффективности региональной энергетики разделяется на следующие подзадачи:

- оценка деятельности источников энергетических ресурсов при их производстве, в первую очередь тепловой и электрической энергии;



- оценка функционирования тепловых и электрических сетей при передаче и распределении энергоресурсов;
- оценка промышленных предприятий как потребителей энергоресурсов;
- оценка потребителей энергоресурсов в жилищно-коммунальной сфере;
- оценка потребителей энергоресурсов в сельском хозяйстве, на транспорте и т.д.

Построение всех математических моделей для решения данных подзадач осуществляем на основе использования систем нечеткого вывода. При разработке системы нечеткого вывода осуществляются представление всех знаний по изучаемому объекту с помощью какой-либо формальной логической системы. Формальная логическая система в общем случае задается четверкой компонентов вида [8]:

$$FS = \langle B, S, A, L \rangle, \quad (1)$$

где B – множество базовых элементов, из которых строятся все выражения разрабатываемой системы; S – множество синтаксических правил, выделяющих среди всех возможных выражений из множества базовых элементов только те, которые являются формулами; A – множество аксиом, т.е. формул, признаваемых априорно истинными; L – разработанные правила вывода результатов.

При практическом использовании формальных логических систем целесообразно заменять их совокупностями продукций и методов прямого и обратного вывода. В наиболее общей форме продукцию можно представить следующим образом [8]:

$$(N)K; C; A \rightarrow B; Q, \quad (2)$$

где N – уникальный номер, присвоенный той или иной продукции; K – представление класса ситуаций, в которых данная продукция может использоваться; C – условие, при выполнении которого продукция активизируется; A – левая часть рассматриваемой продукции; B – правая часть рассматриваемой продукции; Q – указание на возможные изменения, которые надо внести в данную продукцию (в условие C , в A или в B) или в другие продукции системы после применения данной продукции.

Системы продукций чаще всего реализуются в виде групп правил как условных операторов вида: ЕСЛИ *условие* ТО *заключение* и строятся на основе понятий лингвистической переменной и нечеткого высказывания. Согласованное множество нечетких продукционных правил образует нечеткую продукционную систему. Таким образом, нечеткая продукционная система представляет собой список нечетких продукционных правил «IF A THEN B».

Рассмотрим построение математических моделей на основе нечеткой продукционной системы на примере моделирования источников энергоресурсов (рассматриваем ТЭЦ). Ограниченный объем статьи не позволяет подробно описать всю систему, поэтому приведем самые общие сведения.

Произведем объединение исходных данных в следующие группы: годовые расходы, удельные расходы и КПД, затраты на потребляемые ресурсы, затраты на персонал; расходы на оборудование; стоимостные показатели произведенных энергоресурсов.

Для примера состав группы годовые расходы:

- годовой расход условного топлива на отпуск электроэнергии, т.у.т/кВт·ч;
- годовой расход условного топлива на отпуск тепловой энергии, т.у.т/Гкал;
- годовой расход условного топлива на отпуск теплоты с учетом электроэнергии на собственные нужды, отнесенной на отпуск теплоты, т.у.т/Гкал;
- годовой расход условного топлива на отпуск электроэнергии с учетом собственных нужд, приходящихся на производство электроэнергии, т.у.т/кВт·ч.

Все эти данные в большинстве являются четкими или выраженными некоторыми количественными показателями. Но для анализа энергетической эффективности такие данные не предоставляют необходимой информации для анализа исходной информации и принятия обоснованных решений, так как эти численные показатели не могут показать в большинстве случаев достигнутый или реальный уровень эффективности. Это связано с тем, что при анализе подобной информации непонятно, например, высокий или нет уровень расхода топлива на генерацию энергии относительно других энергетических предприятий, особенно с учетом различных условий их размещения, состава оборудования и т.п.

При большом числе исходных данных их влияние на конечный результат, получаемый на выходе системы, удобно представить в виде иерархического дерева логического вывода [9,10]. Это дерево представлено на рисунке 1.

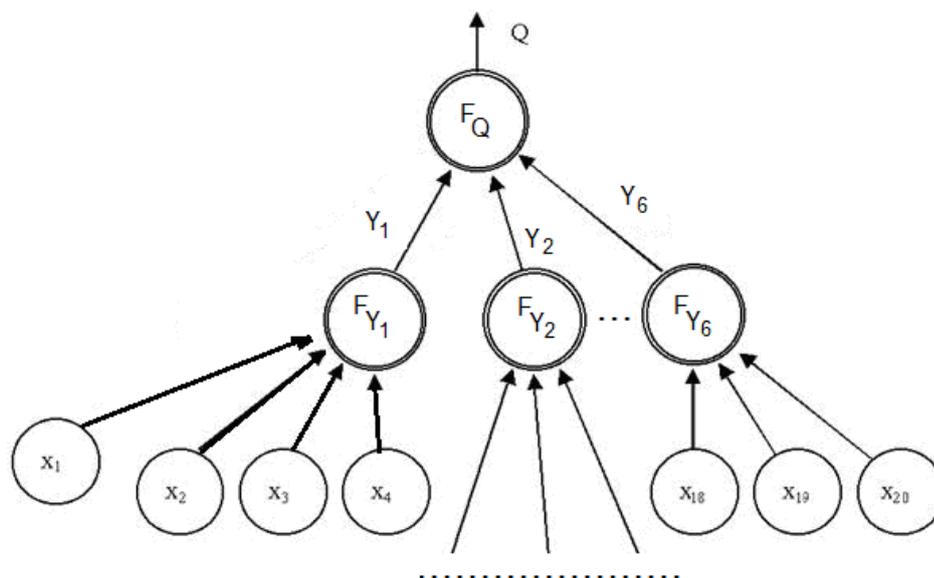


Рис. 1. Иерархическая классификация факторов, влияющих на эффективность работы ТЭЦ
Fig. 1. The hierarchical classification of the factors affecting the efficiency of the heat and power plant

Элементы дерева интерпретируется так:

- корень дерева – эффективность работы рассматриваемого предприятия региональной энергетики Q ;
- терминальные вершины – исходные данные (X_1, \dots, X_{20}) ;
- нетерминальные вершины (двойные окружности) - свертки исходных данных или результаты промежуточных выводов;
- дуги графа, выходящие из нетерминальных вершин – укрупненные нечеткие показатели $(Y_1 - Y_6)$.

С учетом этого, модель эффективности работы ТЭЦ будет представлять функциональное отображение вида:

$$X = (X_1, \dots, X_{20}) \rightarrow Q[0,100] \tag{3}$$

Терминальные вершины представляют годовые расходы Y_1 , удельные расходы и КПД Y_2 , затраты на потребляемые ресурсы Y_3 , затраты на персонал Y_4 , расходы на оборудование Y_5 , стоимостные показатели произведенных энергоресурсов Y_6 .

Основные этапы функционирования нечеткого вывода (фаззификация, формирование баз знаний и т.д.) описаны во многих работах, покажем построение промежуточной и конечной баз знаний. В качестве примера промежуточной базы знаний рассмотрим группу затраты на потребляемые ресурсы или Y_3 . Они включают в себя:

- договорная цена на топливо, X_{12} ;
- издержки по топливу на технологические цели, X_{13} ;
- затраты по воде, X_{14} .

Разработанная база знаний приведена в таблице1.

Таблица 1
Table 1

Нечеткая база знаний для моделирования затрат на потребляемые ресурсы
The fuzzy knowledge base for simulation of the costs on the consumed resources

X_{12}	X_{13}	X_{14}	Y_3
Высокое	Высокое	Высокое	Низкое
Высокое	Среднее	Высокое	Низкое
Среднее	Среднее	Высокое	Среднее
Среднее	Среднее	Среднее	Среднее
Низкое	Высокое	Высокое	Среднее
Низкое	Низкое	Высокое	Среднее
Низкое	Низкое	Среднее	Среднее
Низкое	Низкое	Низкое	Высокое



Для формирования итогового вывода используется соответствующая база знаний, приведенная в таблице 2.

Таблица 2
Table 2

Нечеткая база знаний для формирования итогового результата
The fuzzy knowledge base for the formation of the final result

Y ₁	Y ₁	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Q
Высокое	Высокое	Высокое	Высокое	Высокое	Высокое	Низкое
Высокое	Высокое	Среднее	Высокое	Высокое	Высокое	Низкое
Среднее	Среднее	Высокое	Среднее	Среднее	Высокое	Среднее
Среднее	Среднее	Среднее	Среднее	Среднее	Среднее	Среднее
Низкое	Низкое	Среднее	Низкое	Среднее	Среднее	Среднее
Низкое	Низкое	Среднее	Низкое	Низкое	Низкое	Низкое

Заключение

Приведенная математическая модель позволяет получать оценку эффективности процессов использования энергетических ресурсов в региональных энергосистемах с учетом разнородной информации, часть которой может быть неопределенной. Это позволяет получать более достоверные результаты по сравнению с применением традиционных математических методов, использующих только количественные исходные данные. Например, состояние энергетического оборудования достаточно сложно определять количественными показателями. Но этот фактор может быть легко представлен в виде экспертной оценки и преобразован в лингвистическую переменную для использования в системе нечеткого вывода.

Список литературы

References

1. Мелентьев Л.А. 1983. Системные исследования в энергетике. М., Наука, 455 с.
Melent'ev L.A. 1983. Sistemnye issledovaniya v jenergetike. M., Nauka, 455 s.
2. Попырин Л.С., К.С.Светлов, Г.М.Беляева. 1989. Исследование систем теплоснабжения. М., Наука, 215 с.
Popurin L.S., K.S.Svetlov, G.M.Beljaeva. 1989. Issledovanie sistem teplosnabzhenija. M., Nauka, 215 s
3. Алиев Р.А., Церковный А.Э., Мамедова Г.А. 1991. Управление производством при нечеткой исходной информации. М., Энергоатомиздат, 240 с.
Aliiev R.A., Cerkovnyj A.E., Mamedova G.A. 1991. Upravlenie proizvodstvom pri nechetkoj ishodnoj informacii. M., Jenergoatomizdat, 240 s.
4. Хорошев Н.И., Казанцев В.П. 2011. Применение правил нечеткой логики при эксплуатации электротехнического оборудования. Электротехника, 11: 59-64.
Khoroshev N.I., Kazantsev V.P. 2011. Primenenie pravil nechetkoj logiki pri ekspluatatsii elektrotekhnicheskogo oborudovaniya. Elektrotekhnika, 11: 59-64.
5. Катков Е.В., Бородин А.И., Стрельцова Е.Д. 2013. Нечеткая логика в оценке инвестиционной привлекательности проектов. Прикладная информатика, 46 (4): 19-24.
Katkov E.V., Borodin A.I., Strel'tsova E.D. 2013. Nchetkaya logika v otsenke investitsionnoy privlekatel'nosti proektov. Prikladnaya informatika, 46 (4): 19-24.
6. Серебровский, В.В. Информационная система детектирования ишемических кардициклов с использованием нечеткой логики / В.В. Серебровский, С.А. Филист, О.В. Шаталова, А.А. Черепанов // Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2014. №8(179). - Выпуск 30/1. С.71-75.
Serebrovskij, V.V. Informacionnaja sistema detektirovanija ishemicheskikh kardiociklov s ispol'zovanijem nechetkoj logiki / V.V. Serebrovskij, S.A. Filist, O.V. Shatalova, A.A. Cherepanov // Nauchnye vedo-mosti BelGU. Ser. Istorija. Politologija. Jekonomika. Informatika. – 2014. №8(179). - Vypusk 30/1. S.71-75.
7. Kosko, Bart. Neural Networks and Fuzzy Systems/Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1991.
Kosko, Bart. Neural Networks and Fuzzy Systems/Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1991.
8. Зак Ю.А. 2013. Принятие решений в условиях нечетких и размытых данных: Fuzzy-технологии. М., ЛИБРОКОМ, 352 с.
Zak Ju.A. 2013. Prinjatie reshenij v uslovijah nechetkih i razmytyh dannyh: Fuzzy-tehnologii. M., LIBROKOM, 352 s.
9. Леоненков А.В. 2005. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб., БХВ-Петербург, 736 с.
Leonenkov A.V. 2005. Nchetkoe modelirovanie v srede MATLAB i fuzzyTECH. SPb., BHV-Peterburg, 736 s.
10. Штовба С.Д. 2007. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. М., Горячая линия – Телеком, 228 с.
Shtovba S.D. 2007. Proektirovanie nechetkih sistem sredstvami MATLAB. M., Gorjachaja linija – Telekom, 228 s.

УДК 658.51.012

АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ПЕРЕХОДНЫХ УПРАВЛЯЕМЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

ANALYSIS OF THE MODELS OF TRANSITION PROCESSES CONTROLLED MANUFACTURING

О.М. Пигнастый
O.M. Pignasty

Национальный технологический университет "Харьковский политехнический институт", Украина, 61000, Харьков, ул. Фрунзе, 21

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", 21 Frunze St, Kharkiv, 61000, Ukraine

e-mail: pom7@bk.ru

Аннотация. В статье приведен обзор и дан краткий анализ моделей производственных поточных линий, функционирующих в переходных режимах. Приведена оценка точности расчетов параметров производственных поточных линий, выполненных с применением анализируемых моделей. Особое внимание уделено статистическим моделям поточных линий. Показана связь статистических моделей поточных линий с новым классом моделей, известным как PDE-модели поточных линий. Основываясь на проведенном анализе, представлены направления перспективного развития моделей в системах управления производственными поточными линиями.

Resume. This article provides an overview and a brief analysis of the models of industrial production lines operating under transient conditions. The article assesses the accuracy of calculation of parameters of industrial production lines for the analyzed models. Particular attention is paid to statistical models of production lines. The article shows the relationship of the statistical models of production lines and PDE-model production lines. The analysis ends with presentation of directions of perspective development model in the management of production flow lines.

Ключевые слова: PDE-модели поточных линий, система управления поточным производством, статистические модели производственных систем

Keywords: PDE-model production lines, production management system, statistical models of manufacturing systems

Введение

Эффективность системы управления производственными поточными линиями определяется многими факторами, среди которых важное место занимает выбор модели управляемого производственного процесса и алгоритма управления (рис.1). Этот выбор в значительной мере определяется структурой жизненного цикла производимых изделий, динамикой изменения во времени основных параметров, характеризующих состояние фазы жизненного цикла и продолжительностью отдельных его стадий, связанных непосредственно с процессом производства (рис.2). Характерной чертой, определяющей выбор систем управления поточными линиями для большинства производственных предприятий в прошлом столетии, являлось наличие в структуре жизненного цикла промежутка времени продолжительностью T_k (рис.2), связанного с процессом производства, который характеризовался медленным изменением во времени объема производства. Это позволяло использовать для описания производственного процесса квазистатические модели производственных процессов [1-3].

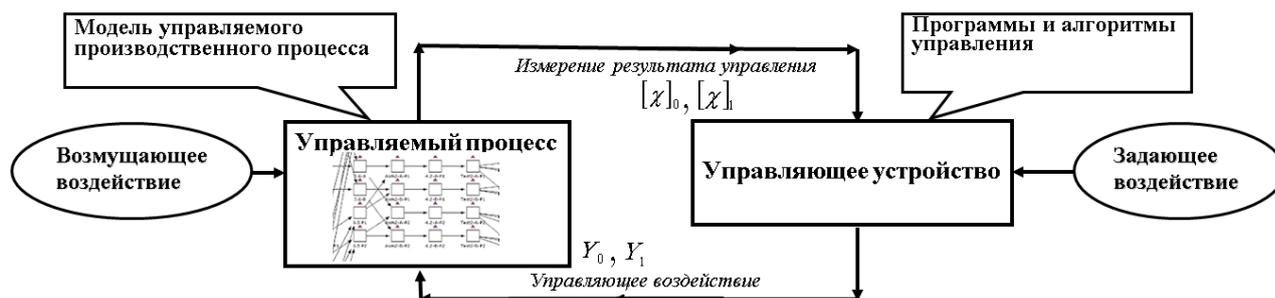


Рис. 1. Многомерная распределенная система управления поточной линией
Fig. 1. Multivariate distributed control for production line

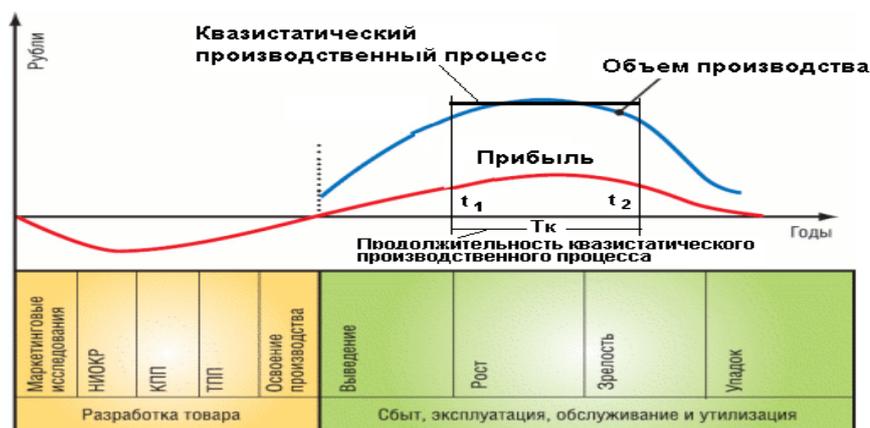


Рис. 2. Фазы жизненного цикла
Fig. 2. Phases of the product life cycle

Одной из основных тенденций развития современного промышленного производства является постоянное сокращение продолжительности жизненного цикла производимых изделий. Ярким примером тому является 2-х летняя модель развития Intel (рис.3). Продолжительность жизненного цикла ограничена и определяется промежутком времени, который требуется для замены одной технологии производства другой технологией [4].

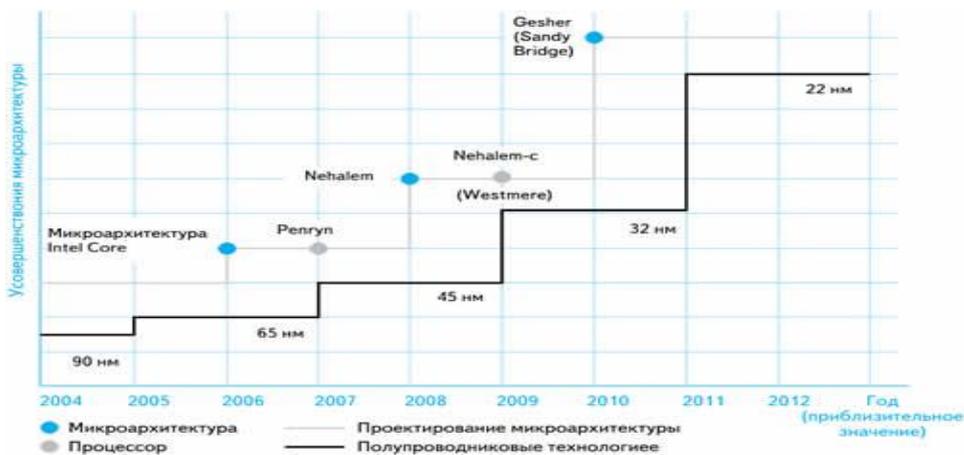


Рис.3. Двухлетняя модель развития Интел [4]
Fig. 3. The two-year development model Intel [4]

Это, приводит к тому, что а) с одной стороны производственные линии значительную долю времени функционирует в переходном неустановившемся режиме; б) с другой стороны время, отводимое на поиск режима управления технологическими участками поточной линией сокращается, исчисляется минутами или даже секундами [2, с. 139]. Сокращение длительности жизненного цикла продукта приводит к сильной деформации участка жизненного цикла продолжительностью T_k , который характеризовался на рисунке 2 медленным изменением во времени объема производства [5]. Производство вынуждено функционировать в режиме перехода от состояния с одним объемом производства к состоянию с измененным объемом производства. Плато (рис.2), соответствующее постоянному объему производства, исчезает (рис. 4). В связи с этим при проектировании систем управления производственными линиями для переходных режимов в последнее десятилетие особое внимание уделяется использованию совершенно новых типов моделей управляемых производственных процессов, а также программ и алгоритмов управления ими. Применение распространенных квазистатических моделей становится недопустимым [1, 2]. О высокой актуальности проблемы свидетельствует тот факт, что ведущие мировые предприятия (Intel Corporation, Volkswagen AG, Royal Philips) наряду с финансированием многочисленных научных грантов, создали экспериментальные лаборатории по исследованию переходных режимов. Современному производству необходимы надежные, не требующие значительных вычислительных ресурсов модели, позволяющие описать поведение параметров

производственных линий как для квазистатических, так и для неустановившихся переходных режимов с целью решения соответствующих задач управления. Процесс управления современным производством усложняется тем, что поточные линии предприятий являются многономенклатурными, состоят из значительного количества технологических операций, в межоперационных заделах которых находится большое число предметов труда, используют множество разных видов технологических ресурсов. Технологические маршруты изделий разных номенклатур пересекаются. Многие технологические операции выполняются на одном и том же оборудовании, что требует расстановки приоритетов обработки и потребления ресурсов. Для управления поточной линией используются многомерные системы управления, сложность которых достигла предела. Обзор [2] современных публикаций показал, что для описания работы поточных линий задействованы три основных типа моделей.

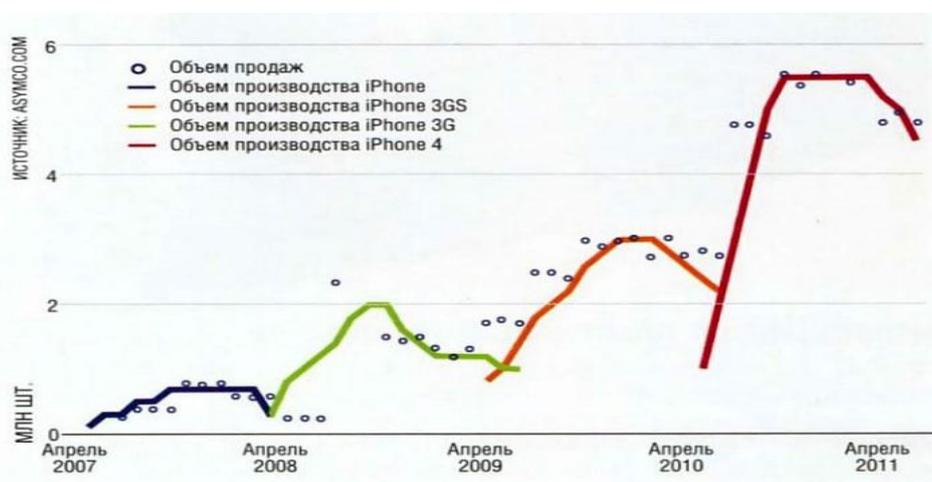


Рис.4. Жизненный цикл iPhone[5]
Fig. 4. Life Cycle iPhone [5]

Первый тип моделей – это модели теории массового обслуживания (TQ-модели). Используются для одномоментного описания поточных линий из небольшого количества операций, функционирующих, как правило, в установившемся квазистатическом режиме. Применение их многомоментного описания поточных линий и для моделирования переходных неустановившихся режимов приводит к чрезмерному усложнению модели и большим затратам вычислительных и временных ресурсов. Второй тип моделей – дискретно-событийные модели (DES-модели). Требуют для этого больших затрат вычислительных и временных ресурсов в связи с многократной имитацией технологического процесса, состоящего из значительного количества технологических операций, в межоперационных заделах которых содержится большое количество предметов труда. Многолетний опыт применения DES-моделей компанией Интел показывает, что результаты вычислений хорошо совпадают с результатами эксперимента [6], но расчетное время для характерных значений параметров поточной линии составляет около суток. Это делает невозможным их эффективное применение. Не пригодны для построения аналитических зависимостей между параметрами проектируемых линий. Требуют использования устойчивых вычислительных алгоритмов. Третий тип моделей – Модели жидкости (Fluid-модели). Широко известна их разновидность, представленная направлением системной динамики. Ориентированы на малое количество интервалов разбиения технологического маршрута и линейные стационарные решения. Основные причины, не позволяющие эффективно использовать данные модели – это высокая размерность и сложность построения замкнутой многомоментной нелинейной системы уравнений, что снижает точность описания. Каждый тип моделей имеет свои преимущества, но ни один из них в полной мере не подходит для полноценного описания поточных линий, функционирующих в переходных неустановившихся режимах [5].

Модели поточных линий, функционирующие в переходном режиме.

Проблемным является вопрос построения систем управления для поточных линий, функционирующих в переходном режиме. Как указано выше, в современных условиях жизненный цикл продукта для предприятия с поточным типом организации производства является достаточно коротким. Для полупроводникового продукта жизненный цикл не превышает одного года, в то время как длительность производственного цикла составляет 40-60 дней, а внедрение и

запуск нового изделия занимает несколько месяцев. В связи с этим поточная линия только незначительную часть времени функционирует в установившемся состоянии [6, с. 4589]. Поэтому при проектировании современных систем управления поточными линиями уделяется особое внимание построению моделей для неустановившихся переходных режимов, когда параметры системы находятся в неустойчивом состоянии [7]. Требующие значительных вычислительных ресурсов DES-модели успешно применяются для детального описания устойчивых переходных режимов функционирования поточной линии [2,8,9]. Если же для поточной линии не выполняются критерии устойчивости, то результат моделирования в значительной степени становится зависимым от выбранной вычислительной схемы. Использование clearing-функций для переходных процессов требует особого подхода [1,2]. Clearing-функция позволяет замкнуть систему PDE-уравнений, но применение модели дает удовлетворительную точность только для систем, находящихся в квазистационарных устойчивых состояниях. Попытки создать TQ-модели для переходных процессов, описывающих поведение сетей массового обслуживания представлены в работе Riano G. (2003) [10]. Selçuk B., Fransoo J., Gok A. (2007) [11] использовали для описания переходных процессов стохастическую clearing-функцию. Созданием моделей переходных процессов занимались Armbruster D., Ringhofer C., Bramson M., Kempf K. [6]. Однако возмущение, возникшее в пределах рассматриваемого горизонта планирования, как правило, делало недействительным рассчитанный с помощью модели для переходного режима оптимальный план производства (Armbruster D., Marthaler D., Ringhofer C) [12]. Устойчивость параметров производственных линий рассмотрели Lefebvre E. (2004) [13], Missbauer H. (2009) [14]. Подчеркнуто, что устойчивость параметров задается критериями, определяющими связь между плотностью предметов труда и величиной темпа их движения по технологическому маршруту. Armbruster D., Kempf K.G. (по производству компании Intel) показали (2012) [15], что для обеспечения устойчивости отклонения производственной мощности от нормативного значения достигают 20%. Устойчивость параметров поточных линий, представленных TQ- и Fluid-моделями подробно рассмотрели Bramson M. (2008) [16] и Dai (2004) [17,18].

Одним из подходов к построению систем управления поточными линиями в неустановившихся режимах является использование диспетчерской теории управления (The supervisory control theory, SCT, Ramadge P., Wonham W., 1987) [19]. В настоящее время данная теория, основанная на дискретно-событийном описании поточных линий, используется многими авторами. При управлении большими производственными системами, сложность модели SCT-управления чрезмерно возрастает из-за высокого уровня детализации DES-модели. Cassandras C. (2002) [20], Harrison J. (1995) [21], Kimemia J. (1983) [8] предложили для построения систем управления производством использовать Fluid-модели, имеющие меньший уровень детализации. Однако, рассмотренные в работах Cassandras C., Harrison J. и Kimemia J. Fluid-модели хотя и обладали меньшим временем вычислений, но в отличие от DES-моделей не дали точного описания динамики движения изделий по операциям [22], что не позволило определить с достаточной степенью точности продолжительность производственного цикла. По своей природе Fluid-модели способны учитывать переходные эффекты при использовании поправочных эмпирических коэффициентов для уравнений темпов [23]. В то же время класс PDE-моделей [3], основанный на уравнениях в частных производных, позволяет получить с достаточной степенью точности балансовые уравнения, описывающие темп движения предметов труда, как для переходного, так и для установившегося состояния, что дает возможность строить эффективные модели систем управления современными поточными линиями.

Значительные усилия исследователей были направлены на постановку задач оптимизации параметров одномоментных PDE-моделей. La Marca рассмотрел в одномоментном приближении задачу оптимизации величины потока заказов для конечного интервала времени T [24]:

$$J(\rho(t, x), \lambda(t)) = \frac{1}{2} \int_0^T (d(t) - F(t, 1))^2 dt \rightarrow \min, \quad F(t, x) = \frac{\mu_0}{1 + \int_0^1 \rho(t, z) dz} \rho(t, x) \quad (1)$$

$$\frac{\partial \rho(t, x)}{\partial t} + \frac{\partial \rho(t, x) \cdot v(t, x)}{\partial x} = 0, \quad \rho(0, x) = \rho_0(x), \quad \rho(t, 0) \cdot v(t, 0) = \lambda(t), \quad (2)$$

где $d(t)$ - мгновенная скорость спроса, $F(t, 1)$ - темп выхода продукции с завода. Минимизация расходов определена условием (1) при наличии ограничений на фазовые переменные (2). Результаты расчетов с использованием модели (1), (2) показали, что темп выхода продукции как функция времени повторяет качественно поведение функции спроса, сдвинутой по фазе на определенную величину.



Управление параметрами поточной линии сводится, в основном, к управлению параметрами технологических модулей, расположенных вдоль технологического маршрута, состоящих из оборудования и межоперационного накопителя [25]. Основными параметрами технологического модуля являются его производительность и величина страховых запасов в межоперационных накопителях. Таким образом, управление $U(t, x)$ должно быть функцией, как времени t , так и координаты x , определяющей положение предметов труда и оборудования в технологическом маршруте. Однако, вид функции распределенного вдоль технологического маршрута управления $U(t, x)$ для поточных линий не определен [26]. При этом особый интерес представляет разработка метода построения моделей для задач стабилизации потоковых параметров линии, в которых управление $U(t, x)$ определяется с применением функций Ляпунова [26].

Оценка точности расчета в моделях управляемых производственных процессов

Оценку точности PDE-моделей выполнил Berg R.A., Lefebvre E., Rooda J.E. с помощью DES-моделей. Проведен анализ результатов расчетов параметров поточной линии, полученных с помощью DES-моделей, M/M/1-моделей и PDE-моделей [26]:

$$\frac{\partial \rho(t, x)}{\partial t} + \frac{\partial F(t, x)}{\partial x} = 0, \quad v(t) = \frac{\mu}{M + W(t)}, \quad (3)$$

$$\frac{\partial \rho(t, x)}{\partial t} + \frac{\partial q(t, x)}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial v(t, x)}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial v(t, x)^2}{\partial x} = 0, \quad v(t, 0) = \frac{\mu}{M + W(t)}, \quad (4)$$

$$\frac{\partial \rho(t, x)}{\partial t} + \frac{\partial F(t, x)}{\partial x} = 0, \quad v(t, x) = \frac{\mu}{M + \rho(t, x)}, \quad (5)$$

$$\frac{\partial \rho(t, x)}{\partial t} + \frac{\partial F(t, x)}{\partial x} = 0, \quad F(t, x) = C(t) \cdot \rho(t, x) - D(t) \frac{\partial \rho(t, x)}{\partial x}, \quad C(t) = \frac{1}{\tau(t, x)}, \quad (6)$$

где $F(t, x) = \rho(t, x) \cdot v(t, x)$ - поток предметов труда, M - количество единиц оборудования вдоль технологического маршрута, используемого для обработки партии предметов труда, $\tau(t, x)$ - эффективное время обработки, $D(t)$ - коэффициент диффузии, определяемый в результате исследования экспериментальных технологических траекторий предметов труда. Показано, что результаты вычислений, полученные с помощью уравнений PDE-модели в одномоментном приближении, с достаточной степенью точности соответствуют результатам вычислений, полученных для стационарного случая с помощью DES-модели и M/M/1-модели. Модель (3) (Armbruster D.) основана на LWR-модели (Lighthill M.J., Whitham J.B., Richards P.I.) [27], используемой для описания процесса передачи трафика. Модель включает уравнение неразрывности, представляющее закон сохранения количества предметов труда, и статическое соотношение между скоростью движения предметов труда $v(t) = \frac{\mu}{M + W(t)}$ и их количеством в незавершенном производстве $W(t)$, где μ - интенсивность обработки предметов труда на одной из M одинаковых единиц оборудования. Скорость движения предметов труда $v(t)$ не зависит от координаты, равномерна в каждом месте поточной линии. Модель (2) используется для грубых расчетов [12]. Модель (4) (Armbruster D.) [12] дополняется уравнением Бюргера для скорости с начальным $v(0, x) = \rho_0(x)$ и граничным $v(t, 0) = \frac{\mu}{M + W(t)}$ условиями. Скорость $v(t, 0)$ используется

только в качестве левого граничного условия, а не для всей линии как для модели (3). Скорость движения предметов труда $v(t, x)$ переменна вдоль технологического маршрута и не зависит от плотности. Модель (5) включает уравнение неразрывности и статическое соотношение между скоростью $v(t, x)$ и плотностью $\rho(t, x)$ (LWR-модель). Статическое соотношение, в основе которого лежит M/M/1-модель [28], показывает сходство с уравнением в модели (3). Однако скорость $v(t, x)$ не зависит от незавершенного производства $W(t)$ всей системы, а связана только с локальной плотностью. Таким образом, скорость $v(t, x)$ может меняться вдоль технологического маршрута. Правая граница предполагается свободной. Сочетание первых двух уравнений модели (5) дает уравнение

$$\frac{\partial \rho(t, x)}{\partial t} + \frac{\mu \cdot m}{(m + \rho(t, x))^2} \frac{\partial \rho(t, x)}{\partial x} = 0. \quad (7)$$

Численные расчеты показали, что модель (4) и (5) имеет одинаковую производительность [26, с.33]. Модель (5) (Lefebber E. [26,29]) описывает поведение скорости $v(t, x)$ в зависимости от плотности $\rho(t, x)$. Расчеты показывают, что время переходного периода при этом занижено. Добавление диффузионной добавки [26, с. 32] позволило повысить точность расчетов. Рассмотренные модели (3)-(5) хорошо описывают стационарные режимы функционирования производственной линии. Для описания переходных режимов предпринята попытка дополнить модели (3)-(5) поправочными диффузионными слагаемыми [26, с.23], [6, с.4593], позволяющими в отдельных случаях повысить точность описания. В модели (6), полученной Armbruster D., Ringhofer C. [6, с. 4593], уравнение состояния $F(t, x)$ содержит поправочный член $D(t) \frac{\partial \rho(t, x)}{\partial x}$, характеризующий рассеивание экспериментальных технологических траекторий с коэффициентом диффузии $D(t) = 0.6 \cdot 10^4 \pm 35\%$ (1/день).

Детально исследовал точность расчета пропускной способности производственной линии и времени обработки партии предметов труда для переходного и стационарного случая Berg (2008) [26]. Технологический процесс состоял из 10-ти идентичных рабочих станций ($M=10$), имеющих буфер и оборудование. Буфер предполагался большой емкости без ограничения. Предметы труда поступали на обработку в соответствии с правилом FIFO с интенсивностью λ , распределенной по показательному закону. Скорость μ обработки предмета труда на операции распределена по тому же закону со средним значением времени обработки $1/\langle \mu \rangle = 0.5$ (часа). Использовались два вида

экспериментов, подтверждающие точность расчета с использованием PDE-модели: эксперименты при нарастании потока предметов труда, поступающего на обработку и эксперименты с убывающим потоком предметов труда. Если в течение достаточно длительного промежутка времени отклонения между параметрами поточной линии составляло менее 1%, предполагалось, что параметры поточной линии вышли на установившийся режим. Проведено несколько экспериментов для значений интенсивности поступления $\lambda = 0.5$, $\lambda = 1.0$, $\lambda = 1.5$ и $\lambda = 1.9$ (шт./час). Предполагалось, что система изначально находится в устойчивом состоянии. Проведено четыре эксперимента с переходом значения интенсивности $\lambda = 1.0$, $\lambda = 1.5$, $\lambda = 1.8$ и $\lambda = 1.9$ (шт./час) до значения $\lambda = 0.5$. После достижения установившегося состояния для параметров технологического процесса эксперимент считался законченным. Для проверки соответствия PDE-моделей Lefebber E., Berg R., Rooda J. использовали имитационную DES-модель управляемого производственного процесса. Указанный подход хорошо зарекомендовал себя в качестве метода моделирования и анализа производственных систем. DES-модель построена с использованием языка программирования, разработанного в Технологическом университете Эйндрховена [26]. Для расчета средних значений параметров поточной линии для каждого варианта значений λ проведено 1 000 000 независимых имитаций процесса обработки партии деталей. Параметры PDE-модели вычислены с использованием метода Годунова. Данные экспериментов демонстрировали (рис.5), что для установившихся режимов работы поточной линии результаты расчета параметров для PDE- и DES-моделей совпадают. Совпадение следовало ожидать, так как для замыкания PDE-модели использовалась стационарная TQ-модель M/M/1-очереди [26]. Изучение поведения параметров поточной линии на неустановившихся показывают несовпадение результатов PDE- и DES-моделей в связи с тем, что значение скорости движения предметов труда представлено уравнением состояния, справедливым для стационарного случая.

Обзор современных публикаций показывает, что существующие PDE-модели [6, 12, 26] хорошо описывают установившиеся режимы, но не позволяют с той же точностью описать переходные режимы работы производственных линий.

Для повышения точности описания неустановившихся режимов необходимо, с одной стороны, разработать PDE-модели, содержащие большое количество балансовых уравнений, с другой стороны разработать методы замыкания системы балансовых уравнения, в основу которых должен быть положен детально разработанный механизм воздействия оборудования на предмет труда.

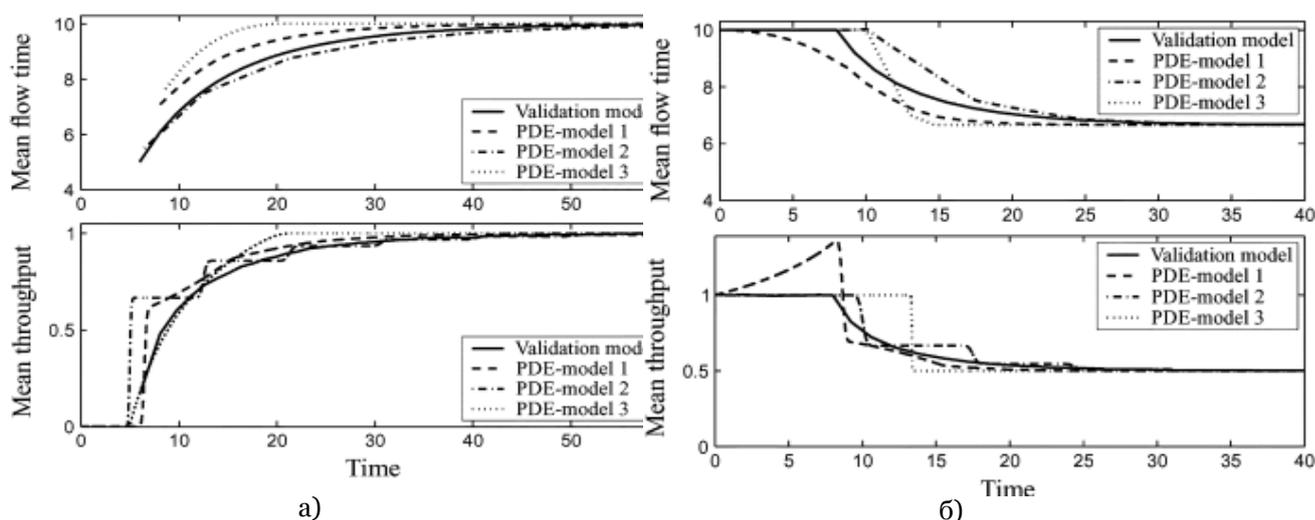


Рис. 5. Пропускная способность и время изготовления изделия [26]:

а) «разгон» с $\lambda = 0.0$ до $\lambda = 1.0$; б) «торможение» с $\lambda = 1.0$ до $\lambda = 0.5$

Fig. 5. Throughput and production time [26]:

a) "acceleration" with $\lambda = 0.0$ to $\lambda = 1.0$; б) "inhibition" with $\lambda = 1.0$ to $\lambda = 0.5$

Модели статистической динамики систем управления.

Статистическая теория систем управления основывается на теории вероятностей, математической статистике и динамике систем. Так как закономерности в случайных явлениях изучаются теорией вероятностей, то существенную часть аппарата статистической теории систем представляет аппарат теории вероятностей. основополагающие работы теории вероятностей и математической статистике принадлежат Колмогорову А.Н. [30], Хинчину А.Я. [31], Винеру Н., Романовскому В.И., Слуцкому Е.Е., Смирнову И.В., Гнеденко Б.В. Развитие теории кинетических уравнений предоставила мощный инструмент для решения практических задач [32, 33]. Кинетическое уравнение Фоккера-Планка-Колмогорова (ФПК-уравнение), применяемое для исследования случайных процессов в нелинейных системах управления, положило начало современной статистической теории оптимальных систем управления. Физическая постановка задачи о статистическом рассмотрении динамических систем, связанная с ФПК-уравнением, опубликована Фоккером А. (Нидерланды), Планком М. (Германия), Колмогоровым А.Н., Андроновым А.А., Понтрягиным Л.С. [34]. Котельников В.А. положил начало развитию теории статистически оптимальных нелинейных систем. Понтрягин Л.С. разработал принцип максимума, на основе которого получены результаты по оптимизации систем управления, рассмотрел в статистической постановке задачу оптимального управления [34]. Изложение статистической теории оптимальных динамических систем представлено в работах [35, 36]. Методы принципа максимума Понтрягина и динамического программирования Белламана оказали значительное влияние на развитие статистической теории оптимальных систем управления. Теория стационарных случайных процессов применительно к статистическому исследованию систем управления исследована Хинчиным А.Я.. Результаты современной статистической теории динамических систем, описывающей влияние случайных воздействий на постоянные и переменные параметры системы, изложены Пугачевым В.С. [37]. Пугачев В.С. [242] и Хинчин А.Я. построили прикладную теорию случайных функций. Солодовскому В.В. принадлежит постановка и решение ряда задач статистической оптимизации и синтеза систем управления [35]. Им развита статистическая теория адаптивных систем управления, сформированы принципы и разработана концепция автоматизированного проектирования сложных систем управления технологическими процессами. Солодовский В.В. систематизировал методы статистического расчета линейных динамических систем с постоянными параметрами для установившихся режимов [35]. Значительный вклад в развитие статистических методов исследования динамических систем принадлежат Росину М.Ф., Фишеру Р., Пирсону Е., Крамеру Г., Нейману Д., Вальду А., Винеру Н..

Развитие производственных систем происходит в условиях, когда тысячи созданных разнородных технологических процессов не могут существовать без оптимального управления. Потребности в точных и надежных моделях оптимального управления намного опережают разработку детального математического аппарата для описания технологических процессов. Современные предприятия нуждаются не только в оптимальных, но и в адаптивных оптимальных



алгоритмах управления, обеспечивающих наилучший в смысле некоторого критерия качества результат в условиях неполного знания состояния параметров технологического процесса и случайных воздействий на его параметры окружающей средой. Приспособленность производственных предприятий к непредвиденным условиям является характерной чертой развития современной промышленности. Статистические методы и построение на основе их устойчивых оптимальных алгоритмов управления имеют в современных условиях большое значение [3,13]. Такие алгоритмы позволяют снизить требования к точности описания управляемых технологических процессов, упростить процесс проектирования систем управления. В универсальных алгоритмах оценивания, идентификации и управления параметрами технологических процессов все чаще используют метод функций Ляпунова [3,13]. Задача создания устойчивых оптимальных систем управления представляется настолько важной, что почти все направления современной теории управления ставят перед собой эту задачу. Часто оптимальная программа изменения режимов производственного процесса считается известной, определяется на стадии проектирования. Задача оптимального управления заключается в выполнении этой программы и стабилизации программного движения [3, 38]. При этом допускаются лишь малые отклонения от заданного программой состояния параметров технологического процесса.

Автоматизация производства требует широкого внедрения в производственный процесс вычислительной техники и использования новейших принципов управления без участия работника. При построении моделей управления параметрами производственных процессов принято различать разомкнутые и замкнутые системы управления [3, 35]. Разомкнутая система управления обеспечивает изменение состояние предметов труда по заданному закону, не зависящему от предыдущих результатов управления. Замкнутые системы управления параметрами производственного процесса используют информацию о результатах управления и формируют управляющее воздействие в зависимости от того, в каком состоянии находятся предметы труда. Принцип обратной связи является основой управления параметрами производственных процессов почти во всех автоматических и полуавтоматических современных поточных линиях. Это объясняется тем, что на объекты управления в ходе функционирования действуют случайные, заранее не известные возмущения или помехи, вызывающие случайные изменения параметров управляемого производственного процесса, которые не соответствуют программным. В теории управления производственными процессами объекты и системы управления, как правило, рассматриваются с функциональной точки зрения. При этом важными являются функциональные связи в системе, характеризующие качество ее работы. Критерии, применяемые в теории организации производства, имеют количественные характеристики. Такой подход дает возможность развить единую теорию систем управления производственными процессами, основанную на общности уравнений, описывающих технологические явления [1, 2]. Учет факторов энергетики, экономики, надежности, сложности, характеризующих системы управления технологическими процессами, возможен на основе использования критериев и их математической формализации. Состояние производственной системы в общем случае характеризуется большим числом переменных, определяющих состояние отдельного предмета труда [3]. Существенными являются небольшое число агрегированных переменных. В статистической постановке процесс управления параметрами технологического процесса зависит от наличия случайных факторов и характеризуется статистическими характеристиками.

Изучение поведения параметров управляемого производственного процесса в общем случае сводится к изучению преобразования статистической системой управления случайных входных параметров технологического процесса в случайные выходные параметры. Процессы переноса технологических ресурсов на предмет труда описываются статистическими характеристиками. Если известны полные статистические характеристики входных параметров технологического процесса и динамические свойства производственной системы, то изучаемый процесс управления будет вполне определен в статистическом смысле, т.е. могут быть найдены соответствующие статистические характеристики выходных параметров. Однако нередко статистическая информация о входных параметрах производственного процесса и динамических свойствах производственной системы является недостаточной для определения характеристик выходных параметров. В таком случае процесс управления в условиях статистической неопределенности изучается на основе принципа гарантированного результата, заключающегося в том, что выходной результат будет обеспечен при любых возможных исходах. Статистическая модель управления определяет зависимость статистических характеристик выходных параметров технологического процесса от статистических характеристик его входных параметров, с помощью которых оценивается надежность, точность и пропускная способность поточной линии [3, 256].

К настоящему времени наиболее разработанной частью статистической теории управления динамическими системами является раздел, в котором изучаются свойства линейных автоматических систем управления производственными процессами [3, 13, 25]. Многие нелинейные системы с достаточной точностью могут быть представлены линейными. Необходимо отметить, что, хотя общие формулы статистических характеристик входных и выходных параметров записываются в сравнительно простой форме, использование этих формул при решении конкретных задач обычно связано со значительными трудностями. Эти трудности возрастают при определении статистических характеристик параметров динамической системы для переходных режимов [35].

Основным аппаратом анализа и синтеза статистических систем управления являются кинетические уравнения [3, 13]. Математической теории непрерывных процессов, связанных с этими уравнениями, посвящена обширная литература. Связь кинетического уравнения с первыми интегралами динамической системы управления параметрами производственного процесса позволяет для некоторых случаев получить частное решение. В общем случае для решения кинетического уравнения используют метод моментов [3, 32, 33, 36]. Бесконечная система дифференциальных уравнений в частных производных для моментов функции распределения замыкается при помощи введения последовательности функций распределения, содержащий малый параметр. Метод предоставляется эффективным, особенно при изучении начальной фазы переходных производственных процессов. Широко применяется при решении кинетического уравнения методы теории возмущений [3, 32, 33, 36]. Переходные процессы в динамических производственных системах вызываются начальными отклонениями или внешними возмущающими воздействиями. Во многих работах, изучающих переходные процессы в динамических производственных системах, начальные условия для параметров считаются детерминированными. Между тем реальные начальные условия и внешние воздействия всегда в той или иной мере случайны. Статистические методы изучения переходных процессов в системах управления используют такие понятия теории информации, как энтропия системы [33]. С использованием кинетических уравнений [3, 26, 38] формулируются и решаются задачи построения динамических систем управления, в которых важное значение имеет статистическая устойчивость. Использование прямого метода Ляпунова и понятия об энтропии производственной системы [35] позволяет получить необходимые и достаточные условия устойчивости системы. Большое значение при этом приобретает способ построения уравнений для моментов. Существующие методы статистической динамики систем управления предоставляют мощный аппарат, который может быть использован для построения PDE-моделей систем управления и стабилизации параметров производственной линии

Заключение

В современных условиях жизненный цикл продукта для предприятия с поточным типом организации производства является коротким. В связи с этим производственная линия функционирует большую часть жизненного цикла в неустановившемся переходном режиме. Если для переходного режима поточной линии не выполняются критерии устойчивости, то использование DES-модели для описания поточной линии является затруднительным. Результат моделирования в значительной степени становится зависимым от выбранной вычислительной схемы. Возникающие в пределах горизонта планирования возмущения потоковых параметров делают рассчитанный с помощью такой модели оптимальный план производства недействительным.

PDE-модели является новым и перспективным направлением построения моделей производственных процессов, используемых при проектировании систем управления поточными линиями. Однако, хотя представленные результаты использования PDE-моделей в задачах планирования и управления производством являются многообещающими, все же необходимы дополнительные исследования, позволяющие выявить истинную ценность PDE-модели для построения систем управления производственными линиями. PDE-модели более полно позволяют описать поведение параметров производственных линий по сравнению с TQ-моделями, существенно менее громоздки и трудоемки по сравнению с DES-моделями. Использование для исследования производственных процессов аппарата статистической теории динамических систем и методов статистической физики позволяет изучить особого типа закономерности, которым подчиняется поведение и свойства производственных систем, состояние которых определяется состоянием большого числа элементов – предметов труда. Результаты расчета параметров поточной линии, полученные с помощью PDE- и DES-моделей, показали сравнительно высокую точность совпадения расчетов для установившегося режима и неудовлетворительную для



переходного режима. Таким образом, проведенный в статье обзор и краткий анализ моделей управляемых производственных процессов, функционирующих в переходных режимах, а также обзор основных типов моделей в работе [2] позволяет сформулировать основные направления исследования производственных систем с поточным методом организации производства, функционирующих в переходных режимах:

а) разработка детального предметно-технологического описания управляемого производственного процесса, основанного, на стохастическом механизме переноса технологических ресурсов на предмет труда в результате воздействия оборудования в ходе выполнения технологической операции, позволяющем моделировать производство продукции нескольких номенклатур разными технологическими способами в условиях совместного использования ресурсов и производственного оборудования;

б) разработка аналитических методов проектирования в фазовом пространстве состояний траекторий предметов труда для построения эффективных предметно-технологических моделей управляемых производственных процессов, описывающих движение партии предметов труда по технологическому маршруту поточной линии, фундаментом которых являются законы сохранения, характеризующие процесс переноса ресурсов на предмет труда;

в) разработка потокового описания управляемого производственного процесса, основанного на кинетическом представлении технологического процесса;

г) разработка методов проектирования систем управления параметрами поточных линий, основанных на многомоментной двухуровневой PDE-модели описания управляемого производственного процесса для переходных режимов.

Список литературы References

1. Пигнастый, О. М. О новом классе динамических моделей поточных линий производственных систем / О. М. Пигнастый // Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2014. – №15(186). – вып.31/1. – С. 147-157.

Pignastyj, O. M. O novom klasse dinamicheskikh modelej potocnyh linij proizvodstvennyh sistem / O. M. Pignastyj // Nauchnye vedomosti BelGU. Ser. Istorija. Politologija. Jekonomika. Informatika. – 2014. – №15(186). – вып.31/1. – С. 147-157.

2. Пигнастый, О. М. Обзор моделей управляемых производственных процессов поточной линии производственных систем / О. М. Пигнастый // Научные ведомости БелГУ. Сер. Экономика. Информатика. – 2015. – №7(204). – вып.34/1. – С. 137-152.

Pignastyj, O. M. Obzor modelej upravlyaemyh proizvodstvennyh processov potocnoj linii proizvodstvennyh sistem / O. M. Pignastyj // Nauchnye vedomosti BelGU. Ser. Jekonomika. Informatika. – 2015. – №7(204). – вып.34/1. – С. 137-152.

3. Пигнастый О. М. Статистическая теория производственных систем / О. М. Пигнастый. - Харьков: ХНУ, 2007. - 388 с.

Pignasty O. M. Statisticheskaja teorija proizvodstvennyh sistem / O. M. Pignasty. - Harkiv: HNU, 2007. - 388 s.

4. Акиншин Л. 2010. Компоненты и технологии. Электронный журнал. URL: http://www.kit-e.ru/articles/build_in_systems/2010_07_130.php (июль, 2010).

Akinshin L. 2010. Komponenty i tehnologii. Jelektronnyj zhurnal. URL: http://www.kit-e.ru/articles/build_in_systems/2010_07_130.php (accessed july' 2010).

5. Габитов М. 2010. 3DNews. Электронный журнал. URL: <http://www.3dnews.ru/609009> (2 апреля 2011).

Gabitov M. 2010. 3DNews. Jelektronnyj zhurnal. URL: <http://www.3dnews.ru/609009> (accessed 02 April 2011).

6. Armbruster D. Continuous models for production flows. / D. Armbruster, C. Ringhofer, Jo T-J. // In Proceedings of the 2004 American Control Conference. – Boston, MA, USA. – 2004. – P. 4589 – 4594.

Armbruster D. Continuous models for production flows. / D. Armbruster, C. Ringhofer, Jo T-J. // In Proceedings of the 2004 American Control Conference. – Boston, MA, USA. – 2004. – P. 4589 – 4594.

7. Armbruster D. Kinetic and fluid model hierarchies for supply chains supporting policy attributes / D. Armbruster., D. Marthaler, C. Ringhofer // Bulletin of the Institute of Mathematics. – Academica Sinica, – 2006. – P. 496 – 521.

Armbruster D. Kinetic and fluid model hierarchies for supply chains supporting policy attributes / D. Armbruster., D. Marthaler, C. Ringhofer // Bulletin of the Institute of Mathematics. – Academica Sinica, – 2006. – P. 496 – 521.

8. Kimemia J. An algorithm for the computer control of a flexible manufacturing system / J.Kimemia, S.Gershwin // IIE Trans. – 1983. – vol. 15, no. 4. – P. 353 – 362.

Kimemia J. An algorithm for the computer control of a flexible manufacturing system / J.Kimemia, S.Gershwin // IIE Trans. – 1983. – vol. 15, no. 4. – P. 353 – 362.



9. Jacobs J.H. Characterization of the operational time variability using effective processing times / Jacobs J.H., Etman L.F., Campen E.J., Rooda J.E. // *IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing*. – 2003. – vol. 16, №. 3. – P. 511 – 520
- Jacobs J.H. Characterization of the operational time variability using effective processing times / Jacobs J.H., Etman L.F., Campen E.J., Rooda J.E. // *IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing*. – 2003. – vol. 16, №. 3. – P. 511 – 520
10. Riano G. Transient behavior of stochastic networks: Application to production planning with load-dependent lead times / G.Riano // – Atlanta, 2003. – 556 p.
- Riano G. Transient behavior of stochastic networks: Application to production planning with load-dependent lead times / G.Riano // – Atlanta, 2003. – 556 p.
11. Selcuk B. Work in Process Clearing in Supply Chain Operations Planning / B.Selcuk, J.Fransoo, A. De Gok // *IIE Transactions*. – France. – 2007. – P. 206 – 220.
- Selcuk B. Work in Process Clearing in Supply Chain Operations Planning / B.Selcuk, J.Fransoo, A. De Gok // *IIE Transactions*. – France. – 2007. – P. 206 – 220.
12. Armbruster D. Kinetic and fluid model hierarchies for supply chains. / D. Armbruster., D. Marthaler, C. Ringhofer // *SIAM Multiscale Model Simul.* – 2004. – №1. – P. 43 – 61
- Armbruster D. Kinetic and fluid model hierarchies for supply chains. / D. Armbruster., D. Marthaler, C. Ringhofer // *SIAM Multiscale Model Simul.* – 2004. – №1. – P. 43 – 61
13. Lefeber E. Modeling, Validation and Control of Manufacturing Systems / E.Lefeber, R.A.Berg, J.E. Rooda // – Proceeding of the 2004 American Control Conference. –Massachusetts. – 2004. – P. 4583 – 4588.
- Lefeber E. Modeling, Validation and Control of Manufacturing Systems / E.Lefeber, R.A.Berg, J.E. Rooda // – Proceeding of the 2004 American Control Conference. –Massachusetts. – 2004. – P. 4583 – 4588.
14. Missbauer H. Order release planning with clearing functions: a queueing - theoretical analysis of the clearing function concept / H.Missbauer. – New York, 2009. – 355 p.
- Missbauer H. Order release planning with clearing functions: a queueing - theoretical analysis of the clearing function concept / H.Missbauer. – New York, 2009. – 355 p.
15. Armbruster D. The production planning problem: Clearing functions, variable leads times, delay equations and partial differential equations / D. Armbruster, K. G. Kempf // *Decision Policies for Production Networks.* – Springer Verlag. – 2012. – P. 289 – 303.
- Armbruster D. The production planning problem: Clearing functions, variable leads times, delay equations and partial differential equations / D. Armbruster, K. G. Kempf // *Decision Policies for Production Networks.* – Springer Verlag. – 2012. – P. 289 – 303.
16. Bramson M. Stability of queueing networks /M.Bramson–Springer, 2008.–1950.–189 p.
- Bramson M. Stability of queueing networks /M.Bramson–Springer, 2008.–1950.–189 p.
17. Dai J.G. Stability and instability of a two-station queueing network/ J.J.Hasenbein, J.H.Vate - *The Annals of Applied Probability*. – 2004. – T. 14. – №. 1. – C. 326-377.
- Dai J.G. Stability and instability of a two-station queueing network/ J.J.Hasenbein, J.H.Vate - *The Annals of Applied Probability*. – 2004. – T. 14. – №. 1. – C. 326-377.
18. Dai J.G., Stability and Instability of Fluid Models for Reentrant Lines / J.G. Dai, G.Weiss // *Mathematics of Operations Research*. –1996. – №21. – P.115–134.
- Dai J.G., Stability and Instability of Fluid Models for Reentrant Lines / J.G. Dai, G.Weiss // *Mathematics of Operations Research*. –1996. – №21. – P.115–134.
19. Ramadge P. The control of discrete event systems / P. Ramadge, W. Wonham. // *Proceedings of the IEEE*. – 1989. – V.77. –№1. – P. 81 – 98.
- Ramadge P. The control of discrete event systems / P. Ramadge, W. Wonham. // *Proceedings of the IEEE*. – 1989. – V.77. –№1. – P. 81 – 98.
20. Cassandras C.G. Perturbation analysis for on-line control and optimization of stochastic fluid models / C.G.Cassandras, Y. Wardi, B.Melamed, *IEEE Trans. Automat. Contr.*, V47, pp. 1234–1248
- Cassandras C.G. Perturbation analysis for on-line control and optimization of stochastic fluid models / C.G.Cassandras, Y. Wardi, B.Melamed, *IEEE Trans. Automat. Contr.*, V47, pp. 1234–1248
21. Harrison J. Brownian Motion and Stochastic Flow Systems. / J. Harrison. – New York, 1995. – 142 p.
- Harrison J. Brownian Motion and Stochastic Flow Systems. / J. Harrison. – New York, 1995. – 142 p.
22. Berg R. Modelling and Control of a Manufacturing Flow Line using Partial Differential Equations. / R. Berg, E. Lefeber, J. Rooda // *IEEE Transactions on Control*
- Berg R. Modelling and Control of a Manufacturing Flow Line using Partial Differential Equations. / R. Berg, E. Lefeber, J. Rooda // *IEEE Transactions on Control*
23. Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия / Дж. Форрестер. – М.: Прогресс, 1961. – 341 с.
- Forrester Dzh. Osnovy kibernetiki predpriyatija / Dzh. Forrester. – M.: Progress, 1961. – 341 s. (in Russian)
24. Marca M. Control of Continuum Models of Production Systems / M.Marca, D.Armbruster, M. Herty// *IEEE Trans. Automatic Control*. – 2010. –№11. – P. 2511 – 2526.
- Marca M. Control of Continuum Models of Production Systems / M.Marca, D.Armbruster, M. Herty// *IEEE Trans. Automatic Control*. – 2010. –№11. – P. 2511 – 2526.
25. Zhang Liang. System-theoretic properties of Production Lines: A dissertation submitted the degree of Doctor of Philosophy / Zhang Liang. – Michigan, 2009. – 289 p.
- Zhang Liang. System-theoretic properties of Production Lines: A dissertation submitted the degree of Doctor of Philosophy / Zhang Liang. – Michigan, 2009. – 289 p.



26. Berg R. Partial differential equations in modelling and control of manufacturing systems / R. Berg. – Netherlands, Eindhoven Univ. Technol., 2004. – 157 p.
- Berg R. Partial differential equations in modelling and control of manufacturing systems / R. Berg. – Netherlands, Eindhoven Univ. Technol., 2004. – 157 p.
27. Lighthill M.J. On kinematic waves. II: A theory of traffic flow on long crowded roads. / M.J. Lighthill, G.B. Whitham // Proceedings of the Royal Society – 1955. – P. 317–340.
- Lighthill M.J. On kinematic waves. II: A theory of traffic flow on long crowded roads. / M.J. Lighthill, G.B. Whitham // Proceedings of the Royal Society – 1955. – P. 317–340.
28. Lefeber E. Nonlinear models for control of manufacturing systems / E. Lefeber // Proceedings of the 4th International Symposium Investigations of Non-Linear Dynamic Effects in Production System. – Chemnitz. – 2004. P. 69 – 81.
- Lefeber E. Nonlinear models for control of manufacturing systems / E. Lefeber // Proceedings of the 4th International Symposium Investigations of Non-Linear Dynamic Effects in Production System. – Chemnitz. – 2004. P. 69 – 81.
29. Lefeber E. Aggregate modeling of manufacturing systems. Planning Production and Inventories in the Extended Enterprise / E. Lefeber, D. Armbruster, eds. K. Kempf P. Keskinocak, R. Uzsoy // – New York: Springer-Verlag. – 2010. – V. 151. – P. 509 – 536.
- Lefeber E. Aggregate modeling of manufacturing systems. Planning Production and Inventories in the Extended Enterprise / E. Lefeber, D. Armbruster, eds. K. Kempf P. Keskinocak, R. Uzsoy // – New York: Springer-Verlag. – 2010. – V. 151. – P. 509 – 536.
30. Колмогоров А. Н. О статистических методах в теории вероятностей / А. Н. Колмогоров // Успехи математических наук. – 1938. – №5. – С. 5 – 41.
- Kolmogorov A. N. O statisticheskikh metodah v teorii veroyatnostej / A. N. Kolmogorov // Uspеhi matematicheskikh nauk. – 1938. – №5. – С. 5 – 41.
31. Хинчин А. Я. Математические основания статистической механики / А. Я. Хинчин. – М.: Регулярная и хаотическая динамика, 2003. – 128 с.
- Hinchin A. Ja. Matematicheskie osnovanija statisticheskoy mehaniki / A. Ja. Hinchin. – М.: Reguljarnaja i haoticheskaja dinamika, 2003. – 128 s.
32. Боголюбов Н. Н. Проблемы динамической теории в статистической физике / Н. Н. Боголюбов. – М.: ОГИЗ, 1946. – 120 с
- Bogoljubov N. N. Problemy dinamicheskoy teorii v statisticheskoy fizike / N. N. Bogoljubov. – М.: OGIЗ, 1946. – 120 s
33. Либов Р. Введение в теорию кинетических уравнений / Р. Либов. – М.: Изд-во Мир, 1974. – 372 с.
- Libov R. Vvedenie v teoriju kineticheskikh uravnenij / R. Libov. – М.: Izd-vo Mir, 1974. – 372 s.
34. Понтрягин Л. С. Математическая теория оптимальных процессов / Л. С. Понтрягин, В. Г. Болтянский, Р. В. Гамкрелидзе – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1983. – 392 с.
- Pontrjagin L. S. Matematicheskaja teorija optimal'nyh processov / L. S. Pontrjagin, V. G. Boltjanskij, R. V. Gamkrelidze – М.: Nauka, Gl. red. fiz.-mat. lit., 1983. – 392 s.
35. Солодовников В. В. Введение в статистическую динамику систем управления. / В. В. Солодовников. – М.: ГИТЛит, 1952. – 368 с.
- Solodovnikov V. V. Vvedenie v statisticheskuyu dinamiku sistem upravlenija. / V. V. Solodovnikov. – М.: GITLit, 1952. – 368 s.
36. Красовский А. А. Статистическая теория переходных процессов / А. А. Красовский. – М.: Наука, 1968. – 240 с.
- Krasovskij A. A. Statisticheskaja teorija perehodnyh processov / A. A. Krasovskij. – М.: Nauka, 1968. – 240 s.
37. Пугачев В. С. Основы статистической теории автоматических систем / В. С. Пугачев, И. Е. Казаков, Л. Г. Евланов. – М.: Машиностроение, 1974. – 400 с.
- Pugachev V. S. Osnovy statisticheskoy teorii avtomaticheskikh sistem / V. S. Pugachev, I. E. Kazakov, L. G. Evlanov. – М.: Mashinostroenie, 1974. – 400 s.
38. Пигнастый О. М. Задача оптимального оперативного управления макропараметрами производственной системы с массовым выпуском продукции / О. М. Пигнастый // Доповіді Національної академії наук України. – Київ: Видавничий дім "Академперіодика". – 2006. – №5 – С. 79 – 85.
- Pignasty O. M. Zadacha optimal'nogo operativnogo upravlenija makroparametrami proizvodstvennoj siste-my s massovym vypuskom produkcii / O. M. Pignasty // Dopovidi Nacional'noї akademії nauk Ukraїni. – Київ: Vidavnichij dim "Akademperiodika". – 2006. – №5 – S. 79 – 85.
39. Азаренков Н. А. О законе возрастания энтропии технологического процесса. / Н. А. Азаренков, О. М. Пигнастый, В. Д. Ходусов // Доповіді Національної академії наук України. – Київ: Видавничий дім "Академперіодика". – 2012. – №5 – С. 32–37.
- Azarenkov N. A. O zakone vozrastanija jentropii tehnologicheskogo processa. / N. A. Azarenkov, O. M. Pignastyj, V. D. Hodusov // Dopovidi Nacional'noї akademії nauk Ukraїni. – Київ: Vidavnichij dim "Akademperiodika". – 2012. – №5 – S. 32–37.

УДК 681.327.12:534.78

ПАРНЫЕ СРАВНЕНИЯ ПРИ АНАЛИЗЕ ФРАГМЕНТОВ РЕЧИ PAIRED COMPARISONS IN THE ANALYSIS OF FRAGMENTS OF SPEECH

Е.Г. Жилияков, Е.Т. Жилиякова, С.П. Белов, О.В. Белова
E.G. Zhilyakov, E.T. Zhilyakova, S.P. Belov, O.V. Belova

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, 85
Belgorod State National Research University, 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

e-mail: zhilyakov@bsu.edu.ru, ezhilyakova@bsu.edu.ru, belov@bsu.edu.ru, belova.oxan@yandex.ru

Аннотация. В настоящее время для более детальной оценки не только степени смысла произносимой речи, но и особенностей голоса говорящего, а также динамики речи, разрабатываются такие подходы, которые позволяли бы осуществлять не только своего рода «интегральную» оценку с наименьшими затратами на ее реализацию, но и определять важность той или иной составляющей речи с учетом специфики областей, в которых проводятся эти экспертные процедуры. В статье предлагается для анализа фрагментов речи использовать разработанный метод парных сравнений.

Resume. Currently, more detailed assessment of not only the degree of sense uttered speech, but also features a speaker's voice, as well as the dynamics of speech, developing such approaches, which would allow to carry out not only a kind of "integrated" assessment of cost-effective in its implementation, but also to determine the importance of a particular component of the speech-specific areas in which to conduct these expert procedures. The article proposes to analyze the utterances used a method developed by pairwise comparisons.

Ключевые слова: фрагменты речи, экспертные оценки, процедуры поддержки принятия решений, матрицы парных сравнений, критерии и альтернативы, калибровка.

Keywords: fragments of speech, expert assessments, procedures to support the decision-making matrix of pairwise comparisons, criteria and alternatives calibration.

Введение

Одной из важнейших характеристик при оценке качества распознавания фрагментов речи является разборчивость, позволяющая оценить в процентном или балльном выражении число правильно произнесенных звуков, слогов, слов, фраз к достаточно большому общему их числу. Вместе с тем, необходимо отметить, что речь, являясь одной из самых ярких характеристик индивидуума, содержит в себе не только смысловую, но эстетическую информацию. Поэтому в настоящее время для более детальной оценки не только степени смысла произносимой речи, но и особенностей голоса говорящего, а также динамики речи, разрабатываются такие критерии, которые позволяли бы осуществлять не только своего рода «интегральную» оценку с наименьшими затратами на ее реализацию, но и определять важность той или иной составляющей речи с учетом специфики областей, в которых проводятся эти экспертные процедуры.

Такие процедуры, включая необходимое информационное обеспечение, принято называть процедурами поддержки принятия решений, имея в виду способы их обоснования и рекомендательный характер. Отметим, что окончательное решение о приемлемости того или иного варианта является прерогативой наделённого соответствующими полномочиями лица, которого принято именовать лицом, принимающим решения (ЛПР).

Очевидно, что процедура поддержки принятия решений при оценке качества распознавания фрагментов речи должна быть иерархической, то есть сначала определяются важности критериев, затем – важности альтернатив с точки зрения каждого из них, а в конце должны определяться интегральные оценки важностей каждой из альтернатив.

Представляется целесообразным уточнить некоторые понятия и более подробно описать процедуры оценивания важностей сравниваемых объектов, под которыми в рассматриваемом случае будем понимать разборчивость, громкость, естественность и мешающее влияние помех.

Метод парных сравнений

Пусть символы $A_i, i = 1, \dots, NN$, означают NN некоторых сравниваемых объектов, из которых предстоит осуществить выбор наиболее подходящего с позиций набора из M критериев $K_k, k = 1, \dots, M$. В качестве показателей превосходств одних альтернатив перед другими предлагается

использовать их весомости в виде положительных чисел $w_i, i = 1, \dots, NN$, сумма которых равна единице, то есть предполагается выполнение равенства

$$\sum_{i=1}^N w_i = 1, w_i > 0, i = 1, \dots, NN. \quad (1)$$

Проблема как раз и заключается в определении этих весомостей, так чтобы в качестве наиболее предпочтительного варианта выбрать альтернативу с наибольшей из них. Для описания такой процедуры представим её в виде иерархической схемы, изображённой на рисунке 1.

На рисунке 1 представлена трехуровневая иерархия, позволяющая проиллюстрировать процедуру принятия решений по выбору наилучшей альтернативы из сформированного заранее списка по результатам их сравнений на основе также заранее сформированного набора критериев. Стрелки обозначают направление сравнений, причём имеется в виду, что альтернативы сравниваются с точки зрения каждого из критериев.

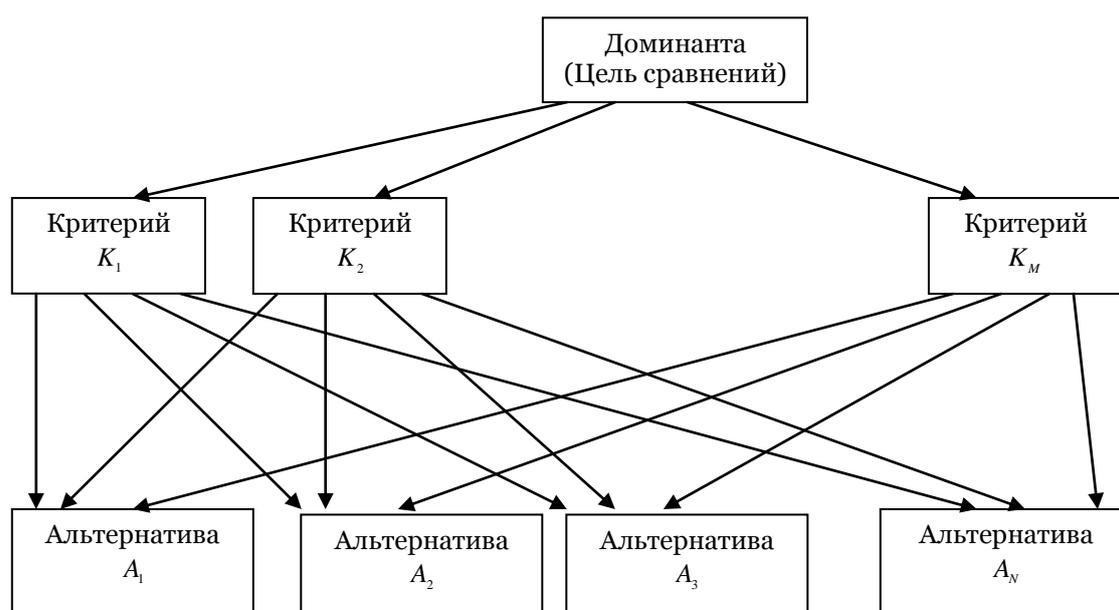


Рис. 1. Иерархическое представление процедуры выбора альтернатив

Fig. 1. A hierarchical view of selection procedures of alternatives

Способ сравнений будет конкретизирован ниже. Сначала представляется целесообразным описать в общем виде процедуру вычисления интегральных весомостей альтернатив. При этом предполагается, что сначала вычислены весомости критериев в виде положительных чисел $f_k, k = 1, \dots, M$, сумма которых равна единице, то есть выполняются условия

$$\sum_{k=1}^M f_k = 1, f_k > 0, k = 1, \dots, M. \quad (2)$$

Отметим, что сравнение критериев осуществляется с позиций их важности в контексте решаемой задачи.

Далее вычисляются наборы весомостей альтернатив с точки зрения каждого из критериев. При этом эти весомости также должны быть больше нуля и в сумме для каждого из критериев дают единицу, то есть выполняются равенства

$$\sum_{i=1}^N v_{ik} = 1, v_{ik} > 0, i = 1, \dots, N; k = 1, \dots, M, \quad (3)$$

здесь $v_{ik}, i = 1, \dots, NN; k = 1, \dots, M$ - весомость i -той альтернативы с точки зрения k -того критерия. Иными словами, речь идёт о сравнениях, которые на рисунке 1 определяются стрелками, выходящими из соответствующего прямоугольника. Перечисленные совокупности весомостей критериев и соответствующих им весомостей альтернатив сведены в таблицу 1.



Таблица 1
Table 1

Схема вычислений интегральных весомостей альтернатив
The scheme of calculation integral of suspended alternatives

	Весомости альтернативы $A_1 : v_{1k}$	Весомости альтернативы $A_2 : v_{2k}$	Весомости альтернативы $A_3 : v_{3k}$	Весомости альтернативы $A_N : v_{Nk}$
Весомость первого критерия: f_1	v_{11}	v_{21}	v_{31}	v_{N1}
Весомость второго критерия f_2	v_{12}	v_{22}	v_{32}	v_{N2}
Весомость последнего критерия: f_M	v_{1M}	v_{2M}	v_{3M}	v_{NM}
Интегральные весомости альтернатив	$w_1 = \sum_{k=1}^M f_k v_{1k}$	$w_2 = \sum_{k=1}^M f_k v_{2k}$	$w_3 = \sum_{k=1}^M f_k v_{3k}$	$w_N = \sum_{k=1}^M f_k v_{Nk}$

Отметим, что эта таблица имеет $N + 1$ столбцов и $M + 2$ строк. Уточним, что в клетках этой таблицы должны помещаться численные значения весомостей альтернатив с точки зрения соответствующих критериев, численные значения весомостей которых должны находиться в самом левом столбце.

В свою очередь последняя строчка таблицы содержит результаты вычислений интегральных весомостей на основе приведенных формул.

Отметим, далее, что общая формула для вычислений интегральных весомостей имеет вид

$$w_i = \sum_{k=1}^M f_k v_{ik}, i = 1, \dots, NN. \tag{4}$$

Если теперь просуммировать по индексу i , то получим

$$\sum_{i=1}^N w_i = \sum_{k=1}^M f_k \sum_{i=1}^N v_{ik} = 1 * \sum_{i=1}^N f_k = 1 * 1 = 1, \tag{5}$$

иными словами, условие (1) равенства суммы полученных весомостей единице будет выполняться. Отметим, что при выводе равенства (5) были последовательно использованы условия (3) и (2) соответственно.

Обратимся теперь к проблеме определения весомостей сравниваемых объектов с некоторой точки зрения (решаемой задачи для критериев или с точки зрения каждого из критериев для альтернатив).

Наиболее распространённым способом экспертного оценивания, как было отмечено выше, являются балльные оценки. При этом количество баллов выбирается исходя из некоторой заранее оговоренной шкалы, например, из максимального количества пять, десять или сто баллов. Важным аргументом в пользу такого подхода является то, что существует некоторый консенсус в интерпретации балльных оценок, основанный на многолетнем опыте их использования и невозможности однозначных выводов в пользу иных подходов.

Вместе с тем следует отметить, что с точки зрения методологии такое оценивание означает, что эксперт уподобляется некоторому измерительному прибору с абсолютной шкалой, то есть ему известно начало отсчёта «ноль», относительно которого и отсчитывается балльная оценка. Таким образом, результаты балльного оценивания, хотя и могут быть использованы для сравнений различных объектов, всё же предназначены скорее для оценки с позиций эксперта состояния одного из них, например, с целью улучшения в дальнейшем оцениваемого показателя.

Кроме того, отметим, что в силу указанной методологической особенности балльные оценки трудно комплексировать (находить интегральные весомости), когда критериев сравнений несколько.

Поэтому, несмотря на распространённость балльного оценивания, представляется целесообразным для решения задачи выбора из нескольких альтернативных вариантов наиболее с позиций эксперта приемлемого использовать более адекватные подходы отбора и обработки экспертной информации, которые изначально предназначены для проведения сравнительных исследований. Такими процедурами отбора и обработки экспертной информации, адекватно отражающими сущность принятия решений по выбору наиболее приемлемого с точки зрения эксперта варианта из некоторого их набора, являются парные сравнения.

Методология и реализация методов парных сравнений

Основным инструментом, используемым при методах парных сравнений, служат так называемые матрицы парных сравнений (МПС). Матрицами парных сравнений (МПС) принято называть квадратные таблицы следующего вида.

Таблица 2

Table 2

Пример МПС для альтернатив The example of MPS for alternatives

	Наименование альтернативы A_1	Наименование альтернативы A_2	Наименование альтернативы A_3	Наименование альтернативы A_N
Наименование альтернативы A_1				
Наименование альтернативы A_2				
Наименование альтернативы A_3				
Наименование альтернативы A_N				

Отметим, что имеется в виду наличие $NN+1$ строк и столбцов (по числу альтернатив плюс надписи). Клетки МПС предназначены для заполнения числами, которые служат оценками некоторых функций от искомых весомостей, то есть имеются в виду соответствия типа

$$c_{ij} \approx F_{ij}(v_{1k}, v_{2k}, \dots, v_{Nk}), i, j = 1, \dots, NN. \quad (6)$$

Здесь $c_{ij}, i, j = 1, \dots, NN$, означает клетку МПС на пересечении i -той строки и j -того столбца.

Многомерные функции $F_{ij}(v_{1k}, v_{2k}, \dots, v_{Nk}), i, j = 1, \dots, NN$ заранее определяются и сообщаются эксперту. Наиболее распространенными в настоящее время являются следующие из них:

1. Разностные функции

$$F_{ij}(v_{1k}, v_{2k}, \dots, v_{Nk}) = v_{ik} - v_{jk}, i, j = 1, \dots, NN. \quad (7)$$

2. Вероятностные функции

$$F_{ij}(v_{1k}, v_{2k}, \dots, v_{Nk}) = v_{ik} / (v_{ik} + v_{jk}), i, j = 1, \dots, NN. \quad (8)$$

3. Отношения весомостей

$$F_{ij}(v_{1k}, v_{2k}, \dots, v_{Nk}) = v_{ik} / v_{jk}, i, j = 1, \dots, NN. \quad (9)$$

Центральным моментом является то, что клетки МПС должны заполняться числами из некоторых наборов, которые заранее определяются в соответствии с типом оцениваемых функций. Эти наборы чисел принято называть шкалами.

Для придания процессу сравнений большей прозрачности принято эти числа считать количественными мерами превосходств или проигрышей сравниваемых альтернатив, которые выражаются качественными суждениями типа «сравнимо», «превосходит», «существенно превосходит» и т.п., причём шкалы количественных суждений также формируются заранее и сообщаются эксперту.

Отметим также, что функции вида (7)-(9) порождают вполне определённые соотношения между элементами МПС с симметричными индексами. Эти соотношения принято называть калибровками. Легко также понять, что диагональные клетки МПС соответствуют одинаковости сравниваемых объектов и поэтому должны заполняться числами, которые вычисляются на основе этих функций при равенстве аргументов. Указанные калибровки, очевидно, имеют следующий вид.

1. Разностная калибровка

$$\begin{aligned} c_{ij} &= -c_{ji}, \\ c_{ii} &= 0, \\ i, j &= 1, \dots, N \end{aligned} \quad (10)$$

2. Вероятностная калибровка

$$\begin{aligned} c_{ij} + c_{ji} &= 1, \\ c_{ii} &= 0,5, \\ i, j &= 1, \dots, N \end{aligned} \quad (11)$$

3. Степенная калибровка

$$\begin{aligned} c_{ij} &= 1/c_{ji}, \\ c_{ii} &= 1, \\ i, j &= 1, \dots, NN \end{aligned} \quad (12)$$

Ясно, что помещаемые в диагонали числа должны также использоваться для выражения эквивалентности сравниваемых альтернатив. Таким образом, они определяют точку начала отсчёта превосходств/проигрышей в шкале соответствующей калибровки, что также является преимуществами методов парных сравнений.

Очевидно, что рассмотренные выше калибровки вполне адекватно отражают сущность сравнительных исследований совокупности объектов на основе определения их весомостей. Вместе с тем, с позиций удовлетворения требованию положительности и равенства суммы иерархических интегральных оценок весомостей единице (условие (1)) из соотношения (5) следует необходимость выполнения аналогичных требований вида (2) и (3) для оценок весомостей критериев и альтернатив с точки зрения каждого из них.

Указанным требованиям удовлетворяет только степенная калибровка (12), соответствующая оцениванию отношения весомостей вида (9), так как отношение весов не зависит от коэффициента, на которые они оба могут быть умножены в соответствии с выбранной шкалой высказываний.

Таким образом, представляется целесообразным в задачах анализа фрагментов речи при выборе из альтернативных решений на основе экспертных оценок применять отбор и обработку экспертной информации по разработанному методу парных сравнений с использованием МПС со степенной калибровкой (с оценкой отношений искомых весомостей).

Исследования частично финансировались в рамках грантов РФФИ №15-07-01463 и №15-07-01570

**Список литературы
References**

1. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с. Saati, T. Prinjatje reshenii. Metod analiza ierarxii/T. Saati. – М.: Radio I svjazi, 1993.-320 s.
2. Путивцева, Н.П. Применение метода парных сравнений для анализа учебных планов с использованием модели профессиональных ИКТ-компетенций / С.В. Игрунова, С.Н. Девицына, Н.П. Путивцева // Научные ведомости БелГУ. Серия История. Политология. Экономика. Информатика. – 2009. - №9(64), вып. 11/1. – С. 186-190.
Putivseva, N.P. Primenenie metoda parnyx sravnenii dlja analiza yчебnyx planov s ispolizovaniem modeli professionalnyx IKT-kompetensii/S.V. Igrunova, S.N. Devisina, N.P. Putivseva//Naychye vedomosti BelGY, Serija Istorija. Politologija. Ekonomika/ Informatika. - 2009. - №9(64), vup. 11/1. – S. 186-190.
3. Петровский, А.Б. Теория принятия решений / А.Б. Петровский. – М.: Издательский центр «Академия», 2009.
Petrovskii, A.B. Teorja prinjatija reshenii/ A.B. Petrovskii. – М.: Izdateljskii sentr “Akademija”, 2009.
4. Дэвид, Г. Метод парных сравнений / Г. Дэвид. – М.: Статистика, 1978.
Devid, G. Metod parnyx sravnenii/ G. Devid.- М.: Statistika. 1978



УДК 004.891.2

ФОРМАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНЫМИ РИСКАМИ

FORMAL APPARATUS FOR SOCIAL RISK FORECASTING AND MANAGEMENT

Р.Г. Асадуллаев, В.В. Ломакин
R.G. Asadullaev, V.V. Lomakin

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, 85
Belgorod State National Research University, 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

asadullaev@bsu.edu.ru, lomakin@bsu.edu.ru

Аннотация. Статья посвящена разработке формальных средств и структурных решений для прогнозирования и управления социальными рисками. Разработанные формальные средства позволяют рассматривать процесс управления социальными рисками в условиях развития техногенных систем с точки зрения теории систем. Актуальность исследования обусловлена необходимостью прогнозирования и управления социальными рисками в условиях трансформации среды обитания человека. Проведена систематизация социальных рисков и факторов их формирования в техногенной среде. Разработана функциональная схема управления процессом развития социальных рисков с выделением семантически самостоятельных блоков и описанием информационных каналов, что позволит формировать сценарии управления социальными рисками в зависимости от факторов, оказывающих влияние на активацию социального риска. Обоснована целесообразность применения в процессе управления социальными рисками инструментария экспертных систем и систем поддержки принятия решений.

Resume. The article is devoted to the development of formal apparatus and structural solutions for social risks forecasting and management. The formal tools allow us to examine the process of social risk management in terms of man-made systems from the perspective of systems theory. The relevance of the study due to the need of forecasting and management of social risk in the transformation of the human environment. The systematization of social risks and their formation in the man-made environment was made. The functional diagram for the social risks process management was developed. The semantically independent blocks and the description of information channels were released. It will form the scenario of social risk management, depending on the factors that influence the activation of social risk. The expediency of using the expert systems and decision support systems tools during the process of social risk management was substantiated.

Ключевые слова: экспертная система, функциональная схема управления, социальные технологии, социальные риски.

Keywords: expert system, functional diagram of the control, social technology, social risks.

Задача прогнозирования и управления социальными рисками в зависимости от рассматриваемой среды обитания человека является многокритериальной и слабоструктурированной. Это проявляется как в множестве факторов, оказывающих влияние на процесс активации социального риска, так и в сложности формализации данной задачи с точки зрения построения системы. Последнее обуславливается крайне слабой степенью изучения связей между факторами, отсутствием формализованного описания процесса и других параметров, представляющих собой слабо формализованные данные, не имеющие четких связей между собой. Все это затрудняет построение адекватной модели прогнозирования и управления процессом

В связи с этим необходима систематизация информации для решения задачи прогнозирования и управления социальными рисками. На начальном этапе проведем декомпозицию существующих подходов к управлению социальными рисками с выделением семантически самостоятельных единиц и связей между ними, что в свою очередь послужит основой для моделирования процесса развития социальных рисков. При этом классифицируем социальные риски и факторы, оказывающие влияние на них. Декомпозицию проведем на основании теоретико-множественного аппарата, дающего наглядное представление о предметной области, а также удобную содержательную форму для дальнейших разработок соответствующего программного обеспечения [1]. На основании декомпозиции возможна разработка инструментальных средств (экспертные системы, системы поддержки принятия решений), позволяющих формировать рациональные решения в процессе управления социальными рисками.

Рассмотрим процесс прогнозирования и управления социальными рисками в общем виде на примере техногенной среды обитания человека [2]. В данном процессе можно выделить следующие категории объектов:

- социальные риски, представляющие собой объект управления и прогнозирования;
- факторы, оказывающие непосредственное влияние на ход развития социальных рисков;
- параметры, являющиеся активаторами факторов;
- сценарии управления социальными рисками.

Социальные риски, которые могут возникнуть в регионе в зависимости от сложившейся ситуации, представлены множеством СРР.

$$СРР = \{cpr_i\}, \quad i = \overline{1, k}$$

В данном исследовании выделены следующие категории социальных рисков ($k = 4$): снижение качества жизни, рост социальной напряженности, рост вынужденной миграции, рост социальной неопределенности в регионе. Количество элементов множества СРР может быть расширено в зависимости от специфики региона и выявления других категорий при дальнейших исследованиях. Следовательно, инструментальное средство, обеспечивающее поддержку процесса прогнозирования и управления социальными рисками должно иметь возможность расширения и гибкий механизм настройки на особенности регионов и сред обитания человека.

На каждый социальный риск оказывает влияние в определенной степени фактор, представляющий собой чрезвычайную техногенную ситуацию (множество ЧТС). Число факторов также может быть расширено с целью более детального учета специфики регионов.

$$ЧТС = \{чтс_i\}, \quad i = \overline{1, p}$$

Выделены наиболее вероятные чрезвычайные техногенные ситуации ($p = 11$): транспортные аварии, пожары и взрывы, аварии с выбросом (угрозой выброса) опасных химических веществ, аварии с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ, аварии с выбросом (угрозой выброса) патогенных для человека микроорганизмов, внезапное обрушение зданий, сооружений, пород, аварии на электроэнергетических системах, аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения, аварии на очистных сооружениях, гидродинамические аварии.

Выявив социальные риски и факторы, оказывающие на них влияние, необходимо структурировать параметры, воздействующие на факторы. К таким параметрам относится способ распространения информации, представленный множеством РИ.

$$РИ = \{ри_i\}, \quad i = \overline{1, l}$$

Выделено 4 способа распространения информации: через средства массовой информации, в виде слухов, локально, касаясь лишь непосредственных участников событий, лишь узким кругом специалистов. Данный параметр не оказывает существенного влияния на какой-либо фактор, но вносит значительный вклад в определенные социальные риски.

Элементы множества ОЭ представляют собой отрасли экономики, которые могут входить в отраслевую структуру региона. При этом на основании экспертного опроса каждому элементу ОЭ присвоено место в отраслевой структуре и уровень техногенного риска.

$$ОЭ = \{оэ_i\}, \quad i = \overline{1, f}$$

К элементам множества ОЭ относятся такие отрасли, как электроэнергетика, нефтедобывающая промышленность, нефтеперерабатывающая промышленность, газовая промышленность, угольная промышленность, черная металлургия, цветная металлургия, химическая и нефтехимическая промышленность, машиностроение и металлообработка, электроника, лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность, строительство, промышленность строительных материалов, легкая и пищевая промышленность, сельское хозяйство, рыболовство, железнодорожный транспорт, городской транспорт, автомобильный транспорт, магистральный трубопроводной транспорт, морской транспорт, внутренний водный транспорт, авиационный транспорт.

Выделим факторы, оказывающие влияние на возникновение чрезвычайной ситуации (множество Ф). При этом каждому элементу из множества Ф присваивается экспертом степень влияния на возможность (вероятность) возникновения чрезвычайных техногенных ситуаций в регионе.

$$Ф = \{ф_i\}, \quad i = \overline{1, d}$$

В число элементов множества Ф входят изменение со временем свойств объектов техносферы (старение, изношенность), появление новых, неизученных на момент внедрения, свойств объектов техносферы, недостаток информации о состоянии техносферы, человеческий фактор (ошибки в проектировании и в эксплуатации техники, нарушение технологий и техники



безопасности), недостаточное внимание собственника к обеспечению безопасности объектов техносферы, особенности региональной структуры экономики, состояние правовой и законодательной базы по техногенной безопасности, природные факторы, недостатки в управлении.

Эффективность принимаемых мер по снижению техногенных рисков (множество ЭМСТР), также оказывает значительное влияние на факторы, являющиеся инициаторами социального риска.

$$\text{ЭМСТР} = \{ \text{эмстр}_i \}, \quad i = \overline{1, s}$$

Выделены следующие элементы множества ЭМСТР: принятие новых законов, повышающих должностную ответственность за производственные нарушения; совершенствование правоприменительной практики в рамках существующего законодательства; усиление экономических санкций к предприятиям и их руководителям; усиление экономических санкций к непосредственным исполнителям; ужесточение административных санкций; усиление мер контроля на стадии проектирования; усиление мер контроля на всех стадиях производственного процесса; совершенствование методов управления рисками; укрепление кадрами служб технической безопасности и охраны труда; воспитание ответственного, добросовестного отношения к работе у персонала; внедрение рыночных механизмов; укрепление корпоративной солидарности, повышение коллективной ответственности; информирование населения об уровне техногенных рисков.

К параметрам, оказывающим влияние на факторы, относится и приемлемость существующего в регионе уровня техногенного риска (множество УТР) в зависимости от соотношения между допустимым уровнем техногенной безопасности и экономическими возможностями его достижения.

$$\text{УТР} = \{ \text{утр}_i \}, \quad i = \overline{1, h}$$

В множестве УТР выделены следующие элементы: полностью приемлемый; скорее приемлемый, чем не приемлемый; скорее не приемлемый, чем приемлемый; полностью не приемлемый.

В результате классифицированы при помощи теоретико-множественного аппарата социальные риски, факторы, оказывающие влияние на социальные риски и параметры воздействия на факторы. При этом мощность каждого множества может быть расширена в зависимости от специфики рассматриваемого региона и определенной среды обитания человека.

Таким образом, задача системы по управлению социальными рисками сводится к решению, представленному следующей последовательностью действий:

1. Выявление параметров, оказывающих существенное влияние на возникновение чрезвычайной техногенной ситуации (фактора), представленной в функциональной зависимости от элементов следующих множеств РИ, ОЭ, Ф, ЭМСТР, УТР.

2. Определение доминантного фактора (чрезвычайной техногенной ситуации) в регионе. Возможна более укрупненная детализация множества ЧТС, то есть некоторые элементы возможно объединить в категории, например, в связи с тем, что имеются регионы с большим набором подобных ситуаций.

3. Прогнозирование социального риска СРР в зависимости от выявленного элемента из множества ЧТС с учетом набора параметров, формирующих его.

4. В зависимости от прогноза, формирование управляющего сценария, представляющего собой комплекс мероприятий по ликвидации социального риска, либо минимизации его последствий.

С целью определения семантически самостоятельных единиц и взаимосвязей между ними, а также для построения эффективных адаптивных сценариев развития и управления социальными рисками, необходимо рассмотреть данный процесс на функциональном уровне. На рисунке 1 представлена функциональная схема процесса управления развитием социального риска [3].



Рис. 1. Функциональная схема процесса управления социальными рисками
Fig. 1. Functional diagram of the process of social risks management

В качестве объекта управления (ОУ) выступают социальные риски. Устройство управления (УУ) представляет собой совокупность функциональных блоков и формирует управляющее воздействие на исполнительный механизм (ИМ), который на основании полученной информации и результатов блока анализа текущего состояния социального риска формирует сценарий управления. Параллельно с каналом управления УУ проходит канал управления, в котором управляющие воздействия формирует эксперт.

Для обозначения протекающих информационных потоков, на функциональной схеме (рисунком 1) введены следующие обозначения информационных сигналов:

- $I_{ц}$ – цель управления социальным риском, задает приемлемый индивидуальный уровень каждому социальному риску.
- $I_{е}$ – ошибка рассогласования (отклонение цели управления от текущего уровня развития социального риска).
- $I_{пр}$ – информация принятия решения (представляет собой управляющий сигнал для формирования сценария). Формируется блоком управления на основании данных, полученных от модели параметр-фактор, модели фактор-социальный риск и модели управления социальным риском.
- $I_{у1}$ – управляющая информация (формируется ИМ и представляет собой вариант сценария управления социальным риском). Блок формирования сценария на основании $I_{пр}$ и блока анализа текущего состояния социального риска генерирует оптимальный сценарий управления социальным риском. При этом необходимо использование базы знаний.
- $I_{р}$ – развитие социального риска с учетом сформированного сценария.
- $I_{тс}$ – текущее состояние, определяемое уровнем социального риска.
- $I_{у2}$ – управляющая информация, формируемая экспертом. Эксперт может в ручном режиме сформировать сценарий, либо скорректировать сценарий, сформированной системой.
- $I_{оц1}$ – сведения, полученные от модели параметр-фактор.
- $I_{оц2}$ – сведения о процессе управления ОУ, формируемые экспертом.
- $I_{оц3}$ – осведомляющая информация, полученная от модели фактор-социальный риск.
- $I_{оц4}$ – осведомляющая информация (сведения, полученные от модели управления социальным риском).
- $I_{оц5}$ – осведомляющая информация (сведения, полученные от блока анализа текущего состояния социального риска).
- $I_{оц6}$ – осведомляющая информация (результаты оценки уровня социального риска с учетом применения к ОУ сформированного сценария).

Обратная связь обеспечивается устройством оценки результатов управляющего воздействия, которое оценивает степень изменения уровня социального риска. Модель параметр-фактор описывает зависимости между факторами и параметрами, формирующими их. Модель фактор-социальный риск формирует зависимость между социальными рисками и факторами, являющимися их инициаторами. Применение этих двух моделей позволит не только отслеживать



факторы, оказывающие влияние на развитие социального риска, но и выявлять причины их формирования. Это позволит формировать сценарии с учетом первопричин возникновения социального риска.

Из функциональной схемы видно, что применение в процессе управления социальными рисками подходов классической теории автоматического управления невозможно. Это обусловлено большой инерционностью протекающих процессов и изменениями внутри них.

Для управления социальными рисками оправданным является применение экспертных систем и систем поддержки принятия решений [4]. Применение экспертной системы, основанной на знаниях эксперта и содержащей правила логического вывода, позволит формировать рациональные сценарии для принятия управленческого решения при возникновении социального риска в зависимости от факторов инициаторов. Для прогнозирования и управления социальными рисками экспертная система является рациональным решением, что обусловлено следующими показателями:

1. Отсутствие четко определенных закономерностей и корреляций в области прогнозирования и управления социальными рисками.

2. Имеются эксперты, способные определенным способом формализовать свои знания и опыт, перевод которых в формат экспертной системы позволит принимать рациональные управленческие решения.

3. Построение адекватной математической модели затруднительно, так как имеются параметры, оказывающие влияние на управляемый процесс, оценка которых производится качественно, а не количественно.

При моделировании процесса управления социальными рисками необходим прогноз в зависимости от активности факторов. Если в процессе управления социальными рисками мы можем ориентироваться на экспертные данные, то для построения средства прогнозирования необходимы динамические наблюдения. Для получения динамических данных необходимо неоднократное проведение анкетирования экспертов с определенным временным шагом, что позволит оценить зависимости между параметрами во времени, тем самым подобная статистика позволит построить модель прогнозирования. Для реализации системы управления социальными рисками необходимо построение корреляционных зависимостей или алгоритмов, определяющих степень зависимости между элементами полученных множеств. Механизм разработки подобной системы предполагает использование подходов, основанных на инструментарии метода анализа иерархий, нечеткой логики или нейронных сетей.

Таким образом, проведена декомпозиция процесса прогнозирования и управления социальными рисками. В процессе декомпозиции определены семантически самостоятельные множества элементов, оказывающих непосредственное влияние на возникновение и развитие социальных рисков. Определены основные социальные риски, возникающие в техногенной среде. Разработана функциональная схема управления развитием социальных рисков, на основании которой определены основные элементы, входящие в контур управления. Обоснована целесообразность и возможность использования в контуре управления экспертных знаний, что связано с высокой степенью инерционности процесса прогнозирования.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда, проект №14-38-00047«Прогнозирование и управление социальными рисками развития техногенных человекомерных систем в динамике процессов трансформации среды обитания человека» при участии НИУ «БелГУ», ИСПИ РАН, ЮЗГУ.

Список литературы References

1. Ломакин, В.В. Организация интеллектуального управления индивидуальными образовательными траекториями / В.В. Ломакин, Р.Г. Асадуллаев // Научные ведомости БелГУ. Серия История. Политология. Экономика. Информатика. - 2013. - №22(165) вып. 28/1. - С. 167–174.

Lomakin, V.V. Organizacija intelektual'nogo upravljenija individual'nymi obrazovatel'nymi traektorijami / V.V. Lomakin, R.G. Asadullaev // Nauchnye vedomosti BelGU. Serija Istorija. Politologija. Jekonomika. Informatika. - 2013. - №22(165) vup. 28/1. - S. 167–174.

2. Землянова, М.А. Техногенная среда обитания человека [Текст] / М.А. Землянова, О.Ю. Устинова, Р.Р. Махмудов, И.А. Пермьяков, Ю.В. Кольдибекова // учебное пособие. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2013. – 126 с.

Zemljanova, M.A. Tehnogennaja sreda obitanija cheloveka [Tekst] / M.A. Zemljanova, O.Ju. Ustinova, R.R. Mahmudov, I.A. Permjakov, Ju.V. Kol'dibekova // uchebnoe posobie. Perm. gos. nac. issled. un-t. – Perm', 2013. – 126 s.

3. Ломакин, В.В. Интерактивная динамическая модель обучения на основе интеллектуальной системы поддержки принятия решений и многомерных баз знаний [Текст] / В.В. Ломакин, С.С. Трухачев, М.А. Косоногова, Р.Г. Асадуллаев // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова: научно-теоретический журнал. – Белгород: БГТУ им. В.Г.Шухова - 2013. - №1. – С. 177–179.

Lomakin, V.V. Interaktivnaja dinamičeskaja model' obuchenija na osnove intellektual'noj si-stemy podderzhki prinjatija reshenij i mnogomernyh baz znanij [Tekst] / V.V. Lomakin, S.S. Truhachev, M.A. Kosonogova, R.G. Asadullaev // Vestnik BGTU im. V.G. Shuhova: nauchno-teoreticheskiy zhurnal. – Belgo-rod: BGTU im. V.G.Shuhova - 2013. - №1. – S. 177–179.

4. Ломакин, В.В. Комплекс критериев и алгоритмическое обеспечение процесса принятия решений при создании систем управления наружным освещением [Текст] / В.В. Ломакин, М.В. Лифиренко, Р.Г. Асадуллаев // Фундаментальные исследования: научный журнал. – Москва: Российская академия естествознания - 2014. - №11(11). – С. 2370-2374.

Lomakin, V.V. Kompleks kriteriev i algoritmičeskoe obespečenie processa prinjatija reshenij pri sozdanii sistem upravlenija naruzhnym osveshheniem [Tekst] / V.V. Lomakin, M.V. Lifirenko, R.G. Asadullaev // Fundamental'nye issledovanija: nauchnyj zhurnal. – Moskva: Rossijskaja akademija estestvoznanija - 2014. - №11(11). – S. 2370-2374.

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 621.396.9

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В МОБИЛЬНОЙ РАДИОСЕТИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

SIMULATION MODEL OF INFORMATION FLOWS TRANSMISSION IN MOBILE AD-HOC NETWORK FOR SPECIAL PURPOSE

И.С. Константинов, К.А. Польщиков, С.А. Лазарев
I.S. Konstantinov, K.A. Polshchikov, S.A. Lazarev

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, 85
Belgorod State National Research University, 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

e-mail: polshchikov@bsu.edu.ru

Аннотация. В статье предложена имитационная модель передачи информационных потоков в мобильной радиосети специального назначения – беспроводной самоорганизующейся сети, способной к функционированию в условиях динамичной топологии и деструктивных внешних воздействий. Подобная сеть в перспективе может быть применена для обеспечения информационного обмена при решении специфических задач, связанных с ликвидацией чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Модель создана в программной среде MatLab & Simulink и учитывает основные особенности передачи потоков данных и реального времени по каналам анализируемой сети. Применение имитационной модели позволяет оценить значения основных параметров, характеризующих эффективность передачи данных в мобильной радиосети специального назначения.

Resume. The article offers a simulation model of the information flows transmission in a mobile ad-hoc network for special purpose – ad-hoc wireless network capable of functioning in a dynamic topology and destructive external influences. Such a network could eventually be used for exchange of information in solving specific problems related to the liquidation of emergency situations of natural and man-made. The model is created in the software environment MatLab & Simulink and takes into account the basic features of the transmission data streams and real-time channels analyzed network. The use of the simulation model to evaluate the values of basic parameters characterizing the efficiency of data transmission in a mobile ad-hoc network for special purposes.

Ключевые слова: мобильная радиосеть специального назначения, имитационная модель, передача информационных потоков, пакеты данных.

Keywords: mobile ad-hoc network for special purpose, simulation model, information flows transmission, data packets.

Введение

Мобильная радиосеть специального назначения (МРСН) относится к классу беспроводных самоорганизующихся сетей (Mobile Ad-Hoc Networks) и в перспективе может применяться для обеспечения информационного обмена при решении специфических задач, связанных с ликвидацией чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [1; 2]. Функциональность МРСН позволяет передавать информацию в условиях случайного перемещения абонентов, деструктивных внешних воздействий, обеспечивает высокую живучесть и быстрое развертывание сети [3–6].

Динамичность топологии МРСН является причиной высокой нестационарности ее трафика, частого возникновения сетевых перегрузок. МРСН характеризуется кратковременностью существования соединений, значительной вероятностью искажения информации, большими потерями пакетов, высокой нестабильностью доступной пропускной

способности. В таких условиях существенно снижается эффективность доставки информации абонентам [7-10].

Создание имитационных моделей позволяет проводить корректные исследования в различных предметных областях [11-13]. В связи с этим моделирование циркулирующих в МРСН информационных потоков представляется актуальной научно-технической задачей, результаты решения которой требуются для создания новых технологий, позволяющих повысить эффективность доставки данных в исследуемой сети.

Основные понятия и определения

Передаваемые в МРСН информационные потоки можно условно разделить на два основных вида: трафик реального времени (речь, видео) и потоки данных (управляющие сигналы, текстовые сообщения, топографические изображения, другая графическая и табличная информация). Каждый вид трафика характеризуется специфическими параметрами и различными требованиями относительно качества передачи [14].

Рассмотрим передачу от узла-отправителя к узлу-получателю конкретного потока данных с заданными параметрами. Этот поток назовем управляемым потоком (controlled flow, CF). Для передачи пакетов управляемого потока (CF-пакетов) заранее выбран маршрут, представляющий собой последовательность каналов, соединяющую узел-отправитель с узлом-получателем. Для передачи подтверждений успешной доставки CF-пакетов узлу-получателю, т. е. CF-квитанций, определен другой маршрут, являющийся последовательностью каналов, проходящих от узла-получателя к узлу-отправителю. Совокупность двух указанных выше маршрутов, используемых для передачи CF-пакетов и CF-квитанций, будем именовать CF-контуром (рис. 1).

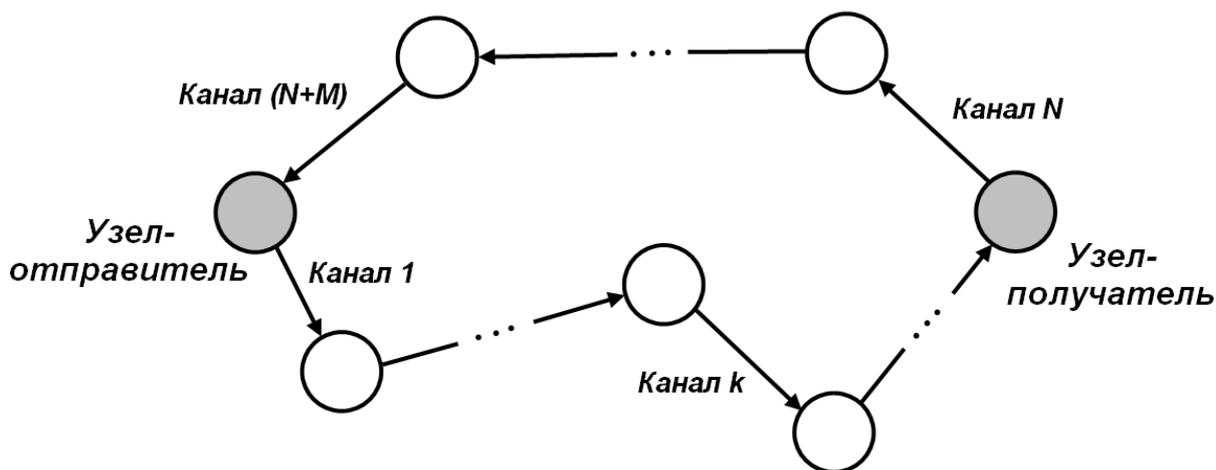


Рис. 1. Узлы и каналы CF-контура
Fig. 1. Units and channels of CF-circuit

Кроме передачи управляемого потока, каналы CF-контура могут быть использованы для передачи других (конкурирующих) потоков реального времени и потоков данных. Потоки данных и реального времени, которые передавались бы по тем или иным каналам CF-контура, если бы сеть имела фиксированную топологию, назовем основными потоками.

Влияние динамичности топологии МРСН проявляется также в том, что, кроме основных потоков, по каналам CF-контура могут передаваться дополнительные потоки данных и реального времени. Возможность передачи этих дополнительных потоков по каналам CF-контура в условиях фиксированной топологии была бы исключена.

Структурная схема модели

На основе использования программной среды MatLab & Simulink [15] разработана имитационная модель передачи информационных потоков в МРСН, структурная схема которой представлена на рис. 2. В рассматриваемом примере моделируемый CF-контур включает 7 каналов.

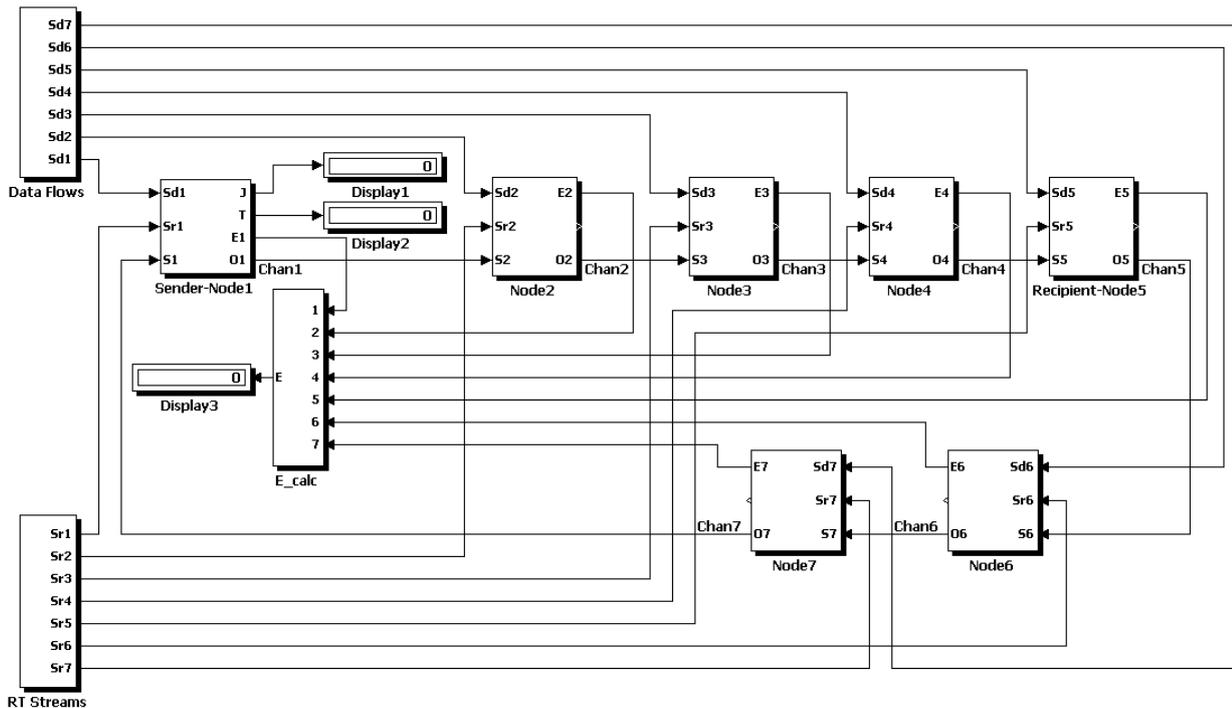


Рис. 2. Структурная схема имитационной модели
Fig. 2. Block diagram of the simulation model

Элементы структурной схемы моделируют следующие процессы:

Data Flows – генерирование пакетов основных и дополнительных потоков данных;

RT Streams – генерирование пакетов основных и дополнительных потоков реального времени;

Sender-Node 1 – формирование CF-пакетов в узле-отправителе, поступление CF-пакетов для передачи по каналу 1, поступление пакетов основных и дополнительных потоков данных и реального времени для передачи по каналу 1, прием CF-квитанций узлом-отправителем, буферизацию и отбрасывание пакетов в узле-отправителе;

Node 2 – Node 4 – прием CF-пакетов соответствующим узлом, поступление CF-пакетов для передачи по соответствующему каналу, поступление пакетов основных и дополнительных потоков данных и реального времени для передачи по соответствующему каналу, буферизацию и отбрасывание пакетов в соответствующем узле;

Recipient-Node 5 – прием CF-пакетов узлом-получателем, формирование CF-квитанций в узле-получателе, поступление CF-квитанций для передачи по каналу 5, поступление пакетов основных и дополнительных потоков данных и реального времени для передачи по каналу 5, буферизацию и отбрасывание пакетов в узле-получателе;

Node 6 и Node 7 – прием CF-квитанций соответствующим узлом, поступление CF-квитанций для передачи по соответствующему каналу, поступление пакетов основных и дополнительных потоков данных и реального времени для передачи по соответствующему каналу, буферизацию и отбрасывание пакетов и CF-квитанций в соответствующем узле;

Chan 1 – Chan 4 – передачу CF-пакетов по соответствующему каналу CF-контура;

Chan 5 – Chan 7 – передачу CF-квитанций по соответствующему каналу CF-контура;

E_calc – вычисление средней доступной пропускной способности CF-контура;

Display 1 – отображение значения количества повторных передач, выполненных в процессе моделирования;

Display 2 – отображение значения длительности передачи управляемого потока;

Display 3 – отображение значения средней доступной пропускной способности CF-контура.

В процессе формирования основных и дополнительных потоков данных и реального времени в блоках *Data Flows* и *RT Streams* используются значения следующих заданных параметров:

1) средней длительности передачи основных и дополнительных потоков данных и реального времени по каналам CF-контура;

- 2) среднего промежутка времени между началами поступления основных и дополнительных потоков данных и реального времени для передачи по каналам CF-контура;
- 3) интенсивностей поступления пакетов основных и дополнительных потоков данных и реального времени для передачи по каналам CF-контура;
- 4) элементов матриц, предписывающих передачу того или иного основного или дополнительного потока данных или реального времени по тому или иному каналу CF-контура;
- 5) вероятности передачи основных потоков данных и реального времени по каналам CF-контура в условиях динамичной топологии;
- 6) среднего времени между началом и преждевременным прекращением передачи потоков данных и реального времени по каналам CF-контура;
- 7) битовой длины пакетов данных и реального времени.

На рис. 3 представлена структурная схема блока *Sender-Node 1*.

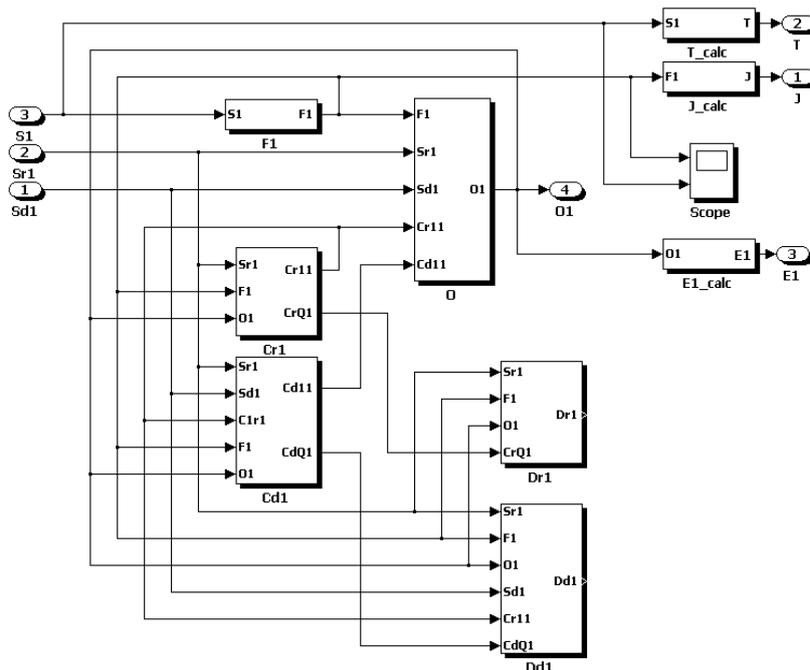


Рис. 3. Структурная схема блока *Sender-Node 1*
Fig. 3. Block diagram of the block *Sender-Node 1*

Элементы блока *Sender-Node 1* моделируют следующие процессы:

F1 – формирование CF-пакетов для передачи по каналу 1;

Cr1 – буферизацию пакетов реального времени, претендующих на передачу по каналу 1;

Cd1 – буферизацию пакетов данных, претендующих на передачу по каналу 1;

O – принятие решения о передаче пакетов по каналу 1;

Dr1 – отбрасывание пакетов реального времени, претендовавших на передачу по каналу 1;

Dd1 – отбрасывание пакетов данных, претендовавших на передачу по каналу 1;

T_calc – вычисление длительности передачи управляемого потока;

J_calc – вычисление количества повторных передач, выполненных в процессе моделирования;

E1_calc – вычисление текущей доступной пропускной способности канала 1.

Виртуальный регистратор *Scope* предназначен для визуального наблюдения за процессами формирования CF-пакетов для передачи по каналу 1 и приема CF-квитанций узлом-отправителем.

Применение модели

На основе применения разработанной модели проведен ряд имитационных экспериментов. Значения основных параметров, использованные в процессе моделирования, представлены в табл. 1.

На рис. 4 и рис. 5 представлены фрагменты осциллограмм двухканального виртуального регистратора *Scope*, полученные в ходе одного из экспериментов. CF-пакеты и CF-квитанции наблюдаются в виде прямоугольных импульсов заданной длины. Значения амплитуды этих импульсов соответствуют номерам моделируемых CF-пакетов и CF-квитанций в рамках управляемого потока.

Таблица 1

Table 1

Исходные данные для проведения имитационных экспериментов
Initial data for simulations

Наименование параметра	Значение
Количество CF-пакетов в управляемом потоке	200
Битовая длина пакета	10 Кбит
Пропускная способность CF-контура	1 Мбит/с

В анализируемом эксперименте интервал времени между формированием CF-пакетов (межпакетный интервал) задан в виде постоянной величины равной 20 мс (рис. 4). Однако наблюдаемые на рис. 5 значения интервала времени между принятыми CF-квитанциями являются различными вследствие образования пакетных очередей в каналах CF-контура.

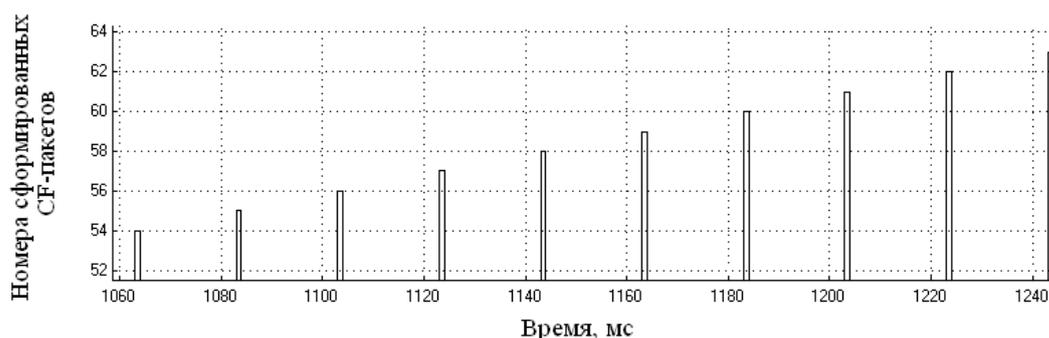


Рис. 4. Фрагмент осциллограммы первого канала виртуального регистратора Scope
Fig. 4. The waveform detail of the first channel of the virtual registrar Scope

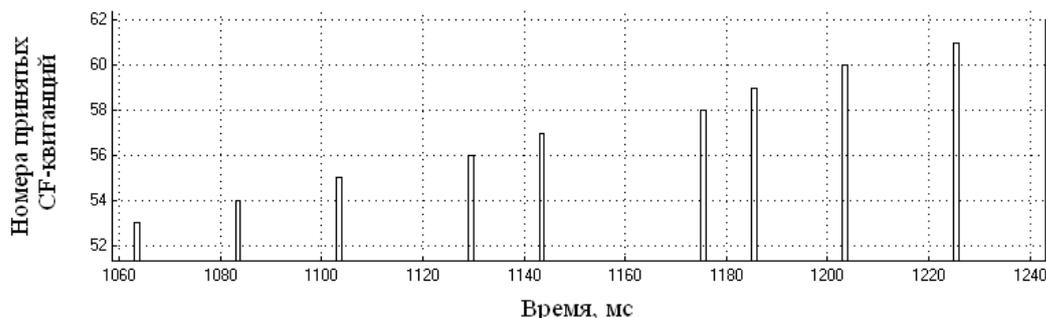


Рис. 5. Фрагмент осциллограммы второго канала виртуального регистратора Scope
Fig. 5. The waveform detail of the second channel of the virtual registrar Scope

Важным параметром, используемым для управления интенсивностью потоков данных в телекоммуникационных сетях, является время ожидания квитанций [16]. Увеличение текущих значений этой величины свидетельствует о росте загруженности сети и необходимости снижения интенсивности передаваемых потоков. Разработанная имитационная модель позволяет контролировать значение этого параметра как разности между моментом времени приема CF-квитанции узлом-отправителем и моментом времени формирования в этом узле соответствующего CF-пакета.

В табл. 2 представлены текущие значения времени ожидания CF-квитанций, полученные на основе анализа осциллограмм, изображенных на рис. 4 и рис. 5. Данные указанной таблицы свидетельствуют о том, что даже при формировании равномерного потока отправляемых пакетов текущие значения времени ожидания квитанций в МРСН изменяются в значительном диапазоне.

Для обоснования адекватности модели использован режим, предусматривающий формирование в блоке *Sender-Node 1* простейшего потока CF-пакетов. Это позволило применить известные выражения теории телетрафика для расчета среднего времени ожидания квитанции [17]. При этом установлено, что расхождение результатов аналитического и имитационного моделирования не превышает 1,5%, что свидетельствует об адекватности разработанной модели.

Имитационная модель была использована для оценки эффективности применения двух методов управления интенсивностью потоков данных в МРСН. Сущность указанных методов сводится к принятию решения о выборе таких текущих значений межпакетного интервала, при которых сокращается длительность передачи управляемого потока и уменьшается число повторных передач. Первый метод в процессе выбора межсегментного интервала предполагает применение нечеткой нейронной сети, для моделирования которой в элемент *F1* (рис. 3) встроен блок, реализующий функции нейро-нечеткого контроллера [18]. Второй метод основан на применении классической системы нечеткого вывода [19], функционирование которой моделируется путем использования соответствующего блока в схеме элемента *F1* (рис. 3).

Таблица 2
Table 2

Наблюдаемые значения длительности ожидания квитанций
The value of the waiting time confirmation

Номера принятых CF-квитанций	Моменты времени приема CF-квитанций, мс	Значения длительности ожидания квитанций, мс
55	1104	20
56	1130	26
57	1144	20
58	1176	32
59	1186	22
60	1204	20
61	1226	22

Результаты имитационных экспериментов представлены на графиках, отражающих зависимость длительности передачи управляемого потока и процентной доли повторных передач от средней доступной пропускной способности CF-контура (рис. 6 и рис. 7 соответственно).

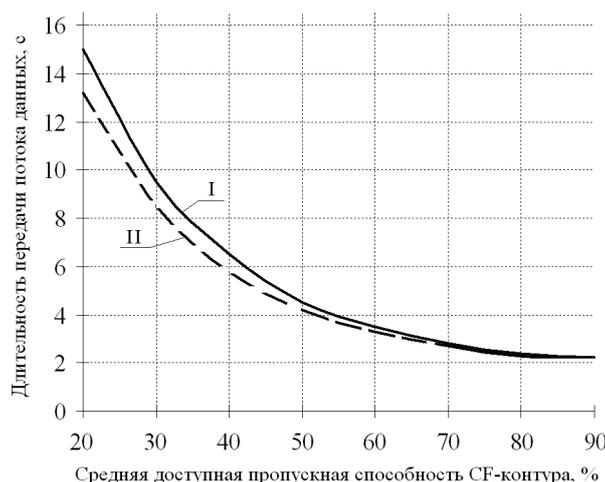


Рис. 6. Зависимость длительности передачи управляемого потока от средней доступной пропускной способности CF-контура

Fig. 6. The dependence of the the control flow transmission duration of the CF-circuit average available capacity

На указанных графиках сплошными кривыми (I) показаны характеристики, полученные с использованием нейро-нечеткого выбора межпакетного интервала, а пунктирными кривыми (II) – результаты управления межпакетным интервалом на основе применения системы нечеткого вывода.

Анализ представленных зависимостей показывает, что при передаче управляемого потока по каналам CF-контура, доступная пропускная способность которого не превышает 50%, применение нейро-нечеткой системы для выбора межпакетного интервала обеспечивает уменьшение числа повторных передач на 5,4%–11,7% и сокращение среднего времени передачи потоков данных на 7,2%–12,6%.

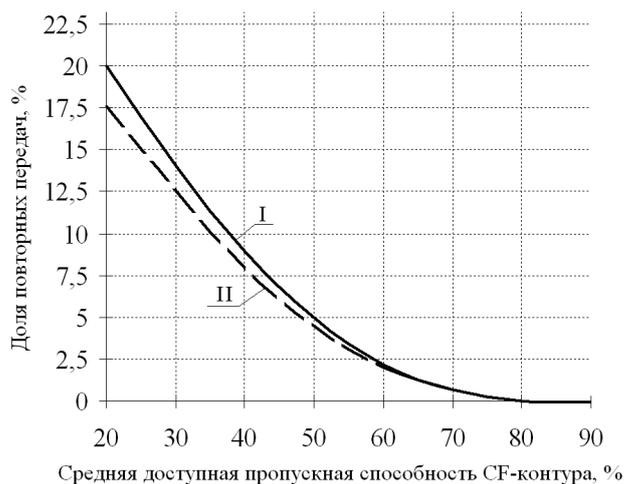


Рис. 7. Зависимость процентной доли повторных передач от средней доступной пропускной способности CF-контура

Fig. 7. The dependence of the retransmissions percentage of the CF-circuit average available capacity

Заключение

Таким образом, в статье представлено решение актуальной научно-технической задачи, состоящей в разработке имитационной модели передачи информационных потоков в МРСН. Модель создана в программной среде MatLab & Simulink и учитывает основные особенности передачи потоков данных и реального времени по каналам беспроводной самоорганизующейся сети, функционирующей в условиях динамичной топологии и деструктивных внешних воздействий. Адекватность модели подтверждается достаточной сходимостью результатов имитационного и аналитического моделирования. Применение имитационной модели позволяет оценить эффективность управления интенсивностью потоков данных в МРСН в различных условиях функционирования сети.

Список литературы

References

1. Бунин С. Г., Войтер А. П., Ильченко М. Е., Романюк В. А. Самоорганизующиеся сети со сверхширокополосными сигналами. – К.: Наукова думка, 2012. – 444 с.
Bunin S.G., Vojter A.P., Il'chenko M.E., Romanjuk V.A. Samoorganizujushiesja seti so sverhshirokopolosnymi signalami. – K.: Naukova dumka, 2012. – 444 s.
2. Романюк В. А. Мобильные радиосети – перспективы беспроводных технологий // Сети и телекоммуникации. – 2001. – № 12. – С. 62–68.
Romanjuk V.A. Mobil'nye radioseti – perspektivy besprovodnyh tehnologij // Seti i telekommunikacii. – 2001. – № 12. – S. 62–68.
3. Польщикова, К.А. Анализ применимости методов обеспечения QoS для повышения производительности мобильной радиосети специального назначения / К.А. Польщикова // Научные ведомости БелГУ. Серия История. Политология. Экономика. Информатика. - 2015. – № 1 (198). – Вып. 33(1). – С. 148–157.
Pol'shnikov, K.A. Analiz primenimosti metodov obespechenija QoS dlja povyshenija proizvoditel'nosti mobil'noj radioseti special'nogo naznachenija / K.A. Pol'shnikov // Nauchnye vedomosti BelGU. Serija Istorija. Politologija. Jekonomika. Informatika. - 2015. – № 1 (198). – Vyp. 33(1). – S. 148–157.
4. Осипов Е. А. Проблема реализации надежной передачи данных в самоорганизующихся и сенсорных сетях // Электросвязь. – 2006. – № 6. – С. 29–33.
Osipov E. A. Problema realizacii nadezhnoj peredachi dannyh v samoorganizujushihhsja i sensoryh setjah // Jelektrosvjaz'. – 2006. – № 6. – S. 29–33.
5. Польщикова, К.А. Об управлении интенсивностью потоков данных в мобильной радиосети специального назначения / К.А. Польщикова // Научные ведомости БелГУ. Серия История. Политология. Экономика. Информатика. - 2014. – № 21 (192). – Вып. 32(1). – С. 196–201.
Pol'shnikov, K.A. Ob upravlenii intensivnost'ju potokov dannyh v mobil'noj radioseti special'nogo naznachenija / K.A. Pol'shnikov // Nauchnye vedomosti BelGU. Serija Istorija. Politologija. Jekonomika. Informatika. - 2014. – № 21 (192). – Vyp. 32(1). – S. 196–201.
6. Polishchikov K. O. Synthesis of neuro-fuzzy systems of data flows intensity control in mobile ad-hoc network // Microwave and Telecommunication Technology (CriMiCo), 23rd International Crimean Conference. – Sevastopol, 2013. – Pages 517–518.

Polshchykov K. O. Synthesis of neuro-fuzzy systems of data flows intensity control in mobile ad-hoc network // Microwave and Telecommunication Technology (CriMiCo), 23rd International Crimean Conference. – Sevastopol, 2013. – Pages 517–518.

7. Польщикова К. А. Функциональная модель управления интенсивностью потоков данных в мобильной радиосети специального назначения // Научный вестник ДГМА. – 2012. – №1 (9Е). – С. 127–135.

Pol'shhikov K. A. Funkcional'naja model' upravlenija intensivnost'ju potokov dannyh v mobil'noj radioseti special'nogo naznachenija // Nauchnyj vestnik DGMA. – 2012. – №1 (9Е). – С. 127–135.

8. Польщикова К. А. Обобщенные модели нейро-нечетких систем управления интенсивностью потоков данных в мобильной радиосети // Science and Education a New Dimension. – Budapest, 2013. – Vol. 8. – P. 133–137.

Pol'shhikov K. A. Obobshhennye modeli nejro-nechetkih sistem upravlenija intensivnost'ju potokov dannyh v mobil'noj radioseti // Science and Education a New Dimension. – Budapest, 2013. – Vol. 8. – P. 133–137.

9. Poleschikov K., Olexiy S., Rvachova N. The Methodology of Modeling Available for Data Traffic Bandwidth Telecommunications Network // Proceedings of the X International Conference “Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science – TCSET’2010”. – Lviv – Slavske, 2010. – Page 158.

Pol'schikov K., Olexiy S., Rvachova N. The Methodology of Modeling Available for Data Traffic Bandwidth Telecommunications Network // Proceedings of the X International Conference “Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science – TCSET’2010”. – Lviv – Slavske, 2010. – Page 158.

10. Польщикова К. А. Оценка вероятностно-временных характеристик доставки данных в беспроводной самоорганизующейся сети / К.А. Польщикова // Научные ведомости БелГУ. Серия Экономика. Информатика. – 2014. – № 7 (204). – Вып. 34(1). – С. 183–187.

Pol'shhikov K. A. Ocenka veroyatnostno-vremennyh harakteristik dostavki dannyh v besprovodnoj samoorganizujushhejsja seti / K.A. Pol'shhikov // Nauchnye vedomosti BelGU. Serija Jekonomika. Informatika. – 2014. – № 7 (204). – Вып. 34(1). – С. 183–187.

11. Konstantinov I.S., Lazarev S.A., Chashchin Y.G. Simulation of the Software-Defined Network for a High-Performance Computing Cluster // Research Journal of Applied Sciences. – 2014. – Vol. 9. – Pages 704–706.

Konstantinov I.S., Lazarev S.A., Chashchin Y.G. Simulation of the Software-Defined Network for a High-Performance Computing Cluster // Research Journal of Applied Sciences. – 2014. – Vol. 9. – Pages 704–706.

12. Konstantinov I.S., Lazarev S.A., Ivashchuk O.A., Fedorov V.I. Research in the Field of Automated Environmental Safety Control for Industrial and Regional Clusters // International Journal of Applied Engineering Research. – 2014. – Vol. 9. – Pages 16813–16820.

Konstantinov I.S., Lazarev S.A., Ivashchuk O.A., Fedorov V.I. Research in the Field of Automated Environmental Safety Control for Industrial and Regional Clusters // International Journal of Applied Engineering Research. – 2014. – Vol. 9. – Pages 16813–16820.

13. Konstantinov I.S., Lazarev S.A., Ivashchuk O.A., Rubtsov K.A. Multifactor Model of Technological Hazards Prediction // International Journal of Applied Engineering Research. – 2014. – Vol. 4. – Pages 16795–16801.

Konstantinov I.S., Lazarev S.A., Ivashchuk O.A., Rubtsov K.A. Multifactor Model of Technological Hazards Prediction // International Journal of Applied Engineering Research. – 2014. – Vol. 4. – Pages 16795–16801.

14. Кучерявый Е. А. Управление трафиком и качество обслуживания в сети Интернет. СПб.: Наука и техника, 2004. – 336 с.

Kucherjavij E. A. Upravlenie trafikom i kachestvo obsluzhivaniya v seti Internet. SPb.: Nauka i tehnika, 2004. – 336 s.

15. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб: БХВ-Петербург, 2003. – 736 с.

Leonenkov A.V. Nечetkoe modelirovanie v srede MATLAB i fuzzyTECH. – SPb: BHV-Peterburg, 2003. – 736 s.

16. Польщикова К. А. Метод нейро-нечеткого управления интенсивностью повторных передач в телекоммуникационной сети // Информационные технологии и телекоммуникации. – СПб, 2013. – Вып. 2. – С. 32–41.

Pol'shhikov K.A. Metod nejro-nechetkogo upravlenija intensivnost'ju povtornyh peredach v telekommunikacionnoj seti // Informacionnye tehnologii i telekommunikacii. – SPb, 2013. – Вып. 2. – С. 32–41.

17. Рвачева Н.В. Метод выбора межсегментного интервала в транспортном протоколе телекоммуникационной сети на основе системы нечеткого вывода. – Дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук. – ХНУРЭ, Харьков, 2011. – 147 с.

Rvacheva N.V. Metod vybora mezhsegmentnogo intervala v transportnom protokole telekommunikacionnoj seti na osnove sistemy nechetkogo vyvoda. – Diss. na soiskanie uch. stepeni kand. tehn. nauk. – HNURJe, Har'kov, 2011. – 147 s.

18. Польщикова К.А. Метод нейро-нечеткого управления интенсивностью отправки данных узлами-источниками в мобильной радиосети специального назначения // Наука и техника ВС ВСУ. – 2012. – № 3 (9). – С. 118–122.

Pol'shhikov K.A. Metod nejro-nechetkogo upravlenija intensivnost'ju otpravki dannyh uzlami-istochnikami v mobil'noj radioseti special'nogo naznachenija // Nauka i tehnika VS VSU. – 2012. – № 3 (9). – С. 118–122.

19. Рвачева Н.В., Польщикова К.А., Волошко С.В. Метод выбора межсегментного интервала в транспортном протоколе телекоммуникационной сети // Проблемы телекоммуникаций. – 2011. – Вып. 2(4). – С. 72–82.

Rvacheva N.V., Pol'shhikov K.A., Voloshko S.V. Metod vybora mezhsegmentnogo intervala v transportnom protokole telekommunikacionnoj seti // Problemy telekommunikacij. – 2011. – Вып. 2(4). – С. 72–82.



УДК 621.397

МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ЧАСТОТНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ THE PREDICTION METHOD ON THE BASIS OF FREQUENCY REPRESENTATION

А.А. Черногорец, Е.В. Болгова, Д.А. Черногорец, А.Н. Коваленко
A.A. Chernomorets, E.V. Bolgova, D.A. Chernomorets, A.N. Kovalenko

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, 85
Belgorod State National Research University, 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

e-mail: Chernomorets@bsu.edu.ru

Аннотация. В данной работе описан метод прогнозирования на основе косинусного преобразования. Приведены результаты вычислительных экспериментов, которые демонстрируют высокую работоспособность разработанного метода.

Resume. The prediction method basing on the cosine transformation is described in this article. The results of computing experiments are given. They demonstrate high serviceability of developed method.

Ключевые слова: прогнозирование, косинусное преобразование, информационная частотная компонента, доли энергии, линейное предсказание.

Keywords: prediction, cosine transformation, information frequency component, energy parts, linear prediction.

В настоящее время решение многих актуальных научно-технических, экономических, социальных, экологических и других задач связано с применением методов прогнозирования [1], которые на основе зарегистрированных параметров отдельного реального процесса позволяют сделать оценки показателей исследуемого процесса в будущий период. Например, методы прогнозирования используются в интеллектуальных системах автоматического управления инерционными объектами, широко известна классическая задача упреждающего прицеливания зенитного орудия на маневрирующий самолет. Важное значение имеет правильное построение прогнозов при управлении процессом мониторинга и оповещения, например, о загрязненности малых рек и др. Исключительно широкое распространение получил алгоритм линейного предсказания [2], используемый в вокодерах современных систем цифровой связи, в системах сжатия аудио- и видеосигналов.

В данной работе для решения задачи прогнозирования предлагается использовать преобразование исходных зарегистрированных данных на основе частотных представлений (косинусное преобразование). Использование частотных представлений для задач прогнозирования основано на том, что они характеризуют отрезок зарегистрированных данных как в целом, так и в каждом его отсчете, при этом результаты преобразования содержат информацию о закономерностях динамики изменения данных на доступном наблюдению отрезке. Кроме того, в течение определенного промежутка времени существует относительная устойчивость выделенных закономерностей.

В работе процедура преобразования зарегистрированных данных на основе частотных представлений осуществляется с помощью косинусного преобразования Фурье (БПФ), обеспечивающего высокую концентрацию энергии исследуемого отрезка данных в узкой частотной подобласти [3].

В работе [4] предложен новый метод нахождения значений долей энергии двумерных зарегистрированных данных, соответствующих заданным частотным подобластям. Поскольку двумерное косинусное преобразование является разделимым, то в дальнейшем при изложении положений разработанного метода прогнозирования будем рассматривать случай одномерных зарегистрированных данных.

Представим одномерные зарегистрированные данные в виде вектора \vec{x} , содержащего N значений,

$$\vec{x} = (x_1, \dots, x_N)^T. \quad (1)$$

Косинусное преобразование Фурье значений элементов вектора \vec{x} представляется в следующем виде [3]

$$X(u) = \sum_{i=1}^N x_k \cos u(i - \frac{1}{2}). \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad u \in [0, \pi[. \quad (2)$$

При этом в качестве области определения преобразования естественно рассматривать область нормированных частот $0 \leq u < \pi$.

Доля энергии вектора, соответствующая отдельной частотной подобласти $V \in [0, \pi]$, на основании равенства Парсеваля [5] определяется

$$P_V(\vec{x}) = \frac{1}{\pi} \int_{u \in V} |X(u)|^2 du. \tag{3}$$

При условии выбора в качестве V частотной подобласти вида (рисунок 1)

$$V = [u_1, u_2], \tag{4}$$

где

$$0 \leq u_2, u_1 < \pi,$$

и при подстановке в правую часть соотношения (3) определения (2), в результате преобразований можно получить соотношение для нахождения величины доли энергии $P_V(\vec{x})$ вектора \vec{x} в частотной подобласти V в базисе косинусного преобразования [4],

$$P_V(\vec{x}) = P_V = \frac{\vec{x}^T G_V \vec{x}}{\|\vec{x}\|^2} = \frac{\vec{x}^T G_V \vec{x}}{\sum_{i=1}^N x_i^2}, \tag{5}$$

где $G_V = (g_{i_i_2})$, $i_1, i_2 = 1, 2, \dots, N$, – симметрическая квадратная квазисубполосная матрица, элементы которой определяются следующими соотношениями:

$$g_{i_i_2} = a_{i_i_2} + h_{i_i_2}, \tag{6}$$

$$a_{i_i_2} = \begin{cases} \frac{\sin(u_2(i_1 - i_2)) - \sin(u_1(i_1 - i_2))}{\pi(i_1 - i_2)}, & i_1 - i_2 \neq 0, \\ \frac{u_2 - u_1}{\pi}, & i_1 - i_2 = 0, \end{cases} \tag{7}$$

$$h_{i_i_2} = \frac{\sin(u_2(i_1 + i_2 - 1)) - \sin(u_1(i_1 + i_2 - 1))}{\pi(i_1 + i_2 - 1)}. \tag{8}$$

Схематичное изображение частотной подобласти V вида (4) приведено на рисунке 1.

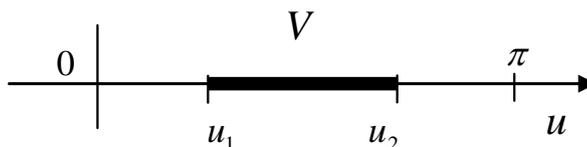


Рис. 1. Частотная подобласть V
Fig. 1. Frequency subdomain V

В ходе вычислительных экспериментов с реальными зарегистрированными данными было исследовано важное свойство реальных процессов – энергетические характеристики в последовательных отрезках зарегистрированных данных сохраняются в течение определенного периода времени.

На основании данного свойства, был предложен метод прогнозирования, позволяющий определить для некоторого зарегистрированного отрезка данных $\vec{x} = (x_1, \dots, x_N)^T$ значение x_{N+1} из будущего периода, при котором сохраняются значения долей энергии в выбранной частотной подобласти для отрезка $(x_1, x_2, x_3, \dots, x_N, x_{N+1})$.

Основные положения метода прогнозирования на основе частотных представлений заключаются в следующем.

Пусть в течение некоторого периода регистрации были зарегистрированы N значений, представленных в виде вектора $\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_{N-1}, x_N)^T$. Предположим, что определена частотная подобласть V , соответствующая наиболее значимой частотной компоненте данного вектора, то есть такой компоненте, которая соответствует заданной доле m энергии исходного вектора (в дальнейшем, будем называть ее информационной частотной компонентой [6]).



Для частотной подобласти V , вычислим квазисубполосную матрицу $G_V^N = (g_{i_1 i_2}^N)$, $i_1, i_2 = 1, 2, \dots, N$, размерности $N \times N$, в соответствии с (6), а также значение соответствующей доли энергии P_V вектора \vec{x} на основании соотношения (5).

Тогда, при условии совпадения долей энергии векторов $(x_1, x_2, \dots, x_{N-1}, x_N)^T$ и $(x_1, x_2, \dots, x_N, x_{N+1})^T$ в частотной подобласти V , имеем

$$P_V = \frac{1}{\sum_{i=1}^N x_i^2} (x_1, x_2, \dots, x_N) G_V^N \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_N \end{pmatrix}, \tag{9}$$

$$P_V = \frac{1}{\sum_{i=1}^{N+1} x_i^2} (x_1, x_2, \dots, x_N, x_{N+1}) G_V^{N+1} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_N \\ x_{N+1} \end{pmatrix}, \tag{10}$$

где G_V^{N+1} – квазисубполосная матрица $G_V^{N+1} = (g_{i_1 i_2}^{N+1})$, $i_1, i_2 = 1, 2, \dots, N+1$, размерности $(N+1) \times (N+1)$, соответствующая частотной подобласти V .

Значения x_{N+1} вычислим следующим образом. Для этого соотношение (10) запишем в виде:

$$\begin{pmatrix} \vec{x} \\ x_{N+1} \end{pmatrix}^T \begin{pmatrix} B_V^{N+1} & \vec{g}_N \\ \vec{g}_N^T & g_{N+1, N+1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \vec{x} \\ x_{N+1} \end{pmatrix} = P_V \sum_{i=1}^{N+1} x_i^2, \tag{11}$$

где $\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_N)$ – исходный вектор, содержащий N элементов, $B_V^N = (g_{i_1 i_2}^N)$, $i_1, i_2 = 1, 2, \dots, N$, – матрица размерности $N \times N$, являющаяся угловой подматрицей матрицы G_V^{N+1} , и используемая для следующего представления симметрической матрицы G_V^{N+1} ,

$$G_V^{N+1} = \begin{pmatrix} B_V^{N+1} & \vec{g}_N \\ \vec{g}_N^T & g_{N+1, N+1} \end{pmatrix},$$

\vec{g}_N – вектор-столбец, элементы которого совпадают с элементами $\{g_{N+1,1}; g_{N+1,2}; \dots; g_{N+1,N}\}$ матрицы G_V^{N+1} ,

x_{N+1} – искомое значение очередного элемента отрезка зарегистрированных данных.

Преобразуем левую часть выражения (11) следующим образом:

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} \vec{x} \\ x_{N+1} \end{pmatrix}^T \begin{pmatrix} B_V^{N+1} & \vec{g}_N \\ \vec{g}_N^T & g_{N+1, N+1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \vec{x} \\ x_{N+1} \end{pmatrix} &= (\vec{x}^T B_V^{N+1} + x_{N+1} \vec{g}_N^T; \vec{x}^T \vec{g}_N + x_{N+1} g_{N+1, N+1}) \begin{pmatrix} \vec{x} \\ x_{N+1} \end{pmatrix} = \\ &= \vec{x}^T B_V^{N+1} \vec{x} + x_{N+1} \vec{g}_N^T \vec{x} + \vec{x}^T \vec{g}_N x_{N+1} + x_{N+1} g_{N+1, N+1} x_{N+1}. \end{aligned}$$

Следовательно,

$$\vec{x}^T B_V^{N+1} \vec{x} + x_{N+1} \vec{g}_N^T \vec{x} + \vec{x}^T \vec{g}_N x_{N+1} + x_{N+1}^2 g_{N+1, N+1} = P_V \sum_{i=1}^{N+1} x_i^2. \tag{12}$$

На основании выражения (12) можно получить квадратное уравнение относительно величины x_{N+1} :

$$x_{N+1}^2 (g_{N+1, N+1} - P_V) + x_{N+1} (\vec{g}_N^T \vec{x} + \vec{x}^T \vec{g}_N) + \vec{x}^T B_V^{N+1} \vec{x} - P_V \sum_{i=1}^N x_i^2 = 0. \tag{13}$$

Используя очевидное равенство

$$\vec{g}_N^T \vec{x} = \vec{x}^T \vec{g}_N,$$

уравнение (13) преобразуем к следующему виду:

$$x_{N+1}^2 (g_{N+1, N+1} - P_V) + 2x_{N+1} \vec{g}_N^T \vec{x} + (\vec{x}^T B_V^{N+1} \vec{x} - P_V \sum_{i=1}^N x_i^2) = 0. \tag{14}$$

Корни x_{N+1} уравнения (14) определяется соотношением:

$$x_{N+1} = \frac{-\bar{g}_N^T \bar{x} \pm \sqrt{(\bar{g}_N^T \bar{x})^2 - (g_{N+1,N+1} - P_V)(\bar{x}^T B_V^{N+1} \bar{x} - P_V \sum_{i=1}^N x_i^2)}}{g_{N+1,N+1} - P_V}. \tag{15}$$

В качестве искомого значения x_{N+1} выбирается значение (15), отличное от нуля.

Аналогично, при условии сохранения части энергии, соответствующей подобласти V , например,

$$P_V = \frac{1}{\sum_{i=1}^{N+2} x_i^2} (x_1, x_2, \dots, x_{N+1}, x_{N+2}) G_V^{N+2} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{N+1} \\ x_{N+2} \end{pmatrix}, \tag{16}$$

могут быть получены последующие прогнозируемые значения, например, x_{N+2} и т.д.

Для проверки работоспособности разработанного метода были использованы модельные значения зарегистрированных данных, представленные в виде значений вектора \bar{x} ,

$$\bar{x} = \sin(i), \quad i = 1, 2, \dots, 32,$$

и отображенные в виде графика на рисунке 2а. На рисунке 2б в виде диаграммы отображены значения долей энергии данного вектора в базисе косинусного преобразования при разбиении частотной области на 32 подобласти. На рисунке 2б также отмечена информационная частотная подобласть V , содержащая не менее 80% энергии рассматриваемого вектора ($m = 0.8$).

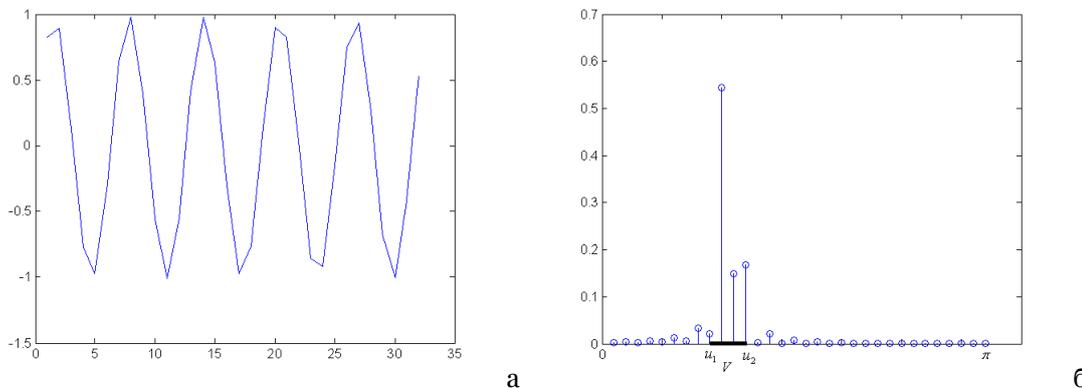


Рис. 2. Исходные данные:

а – вектор модельных данных; б – доли энергии вектора \bar{x} в отдельных частотных подобластях

$$(u_1 = \frac{5}{16} \pi, u_2 = \frac{3}{8} \pi)$$

Fig. 2. The initial data:

a – vector of model data; b – energy fractions of the vector \bar{x} in separate frequency sub-areas

$$(u_1 = \frac{5}{16} \pi, u_2 = \frac{3}{8} \pi)$$

На рисунке 3 приведена информационная частотная компонента вектора \bar{x} , соответствующая заданной частотной подобласти V , и ее доли энергии в базисе косинусного преобразования в частотной области.

Диаграмма значений долей энергии, представленная на рисунке 3б, также демонстрирует, что выделенная частотная компонента не содержит энергии за пределами заданной подобласти V .

Диаграмма значений долей энергии, представленная на рисунке 3б, также демонстрирует, что выделенная частотная компонента не содержит энергии за пределами заданной подобласти V .

Для вектора \bar{x} и информационной частотной компоненты, приведенных на рисунке 2 и рисунке 3, результаты прогнозирования 10 значений на основе разработанного метода отображены на рисунке 4а.

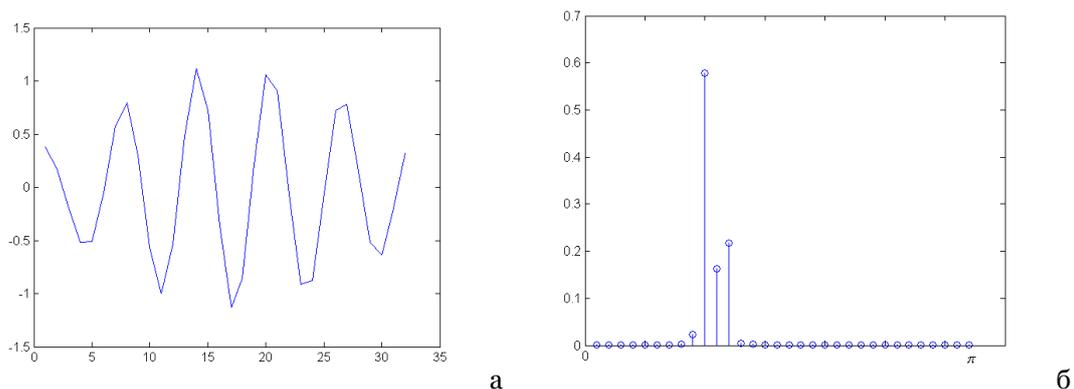


Рис. 3. Информационная частотная компонента вектора \bar{x} :
 а – информационная частотная компонента; б – доли энергии
 Fig. 3. The information frequency component of the vector \bar{x} :
 а – information frequency component; б – energy fractions

Также на рисунке 4 и в таблице 1 приведены результаты вычислительных экспериментов по сравнению результатов прогнозирования на основе разработанного метода и метода линейного предсказания [2] (коэффициенты линейного предсказания для определения очередного значения рассчитывались в среде Matlab на основе всего множества предшествующих значений).

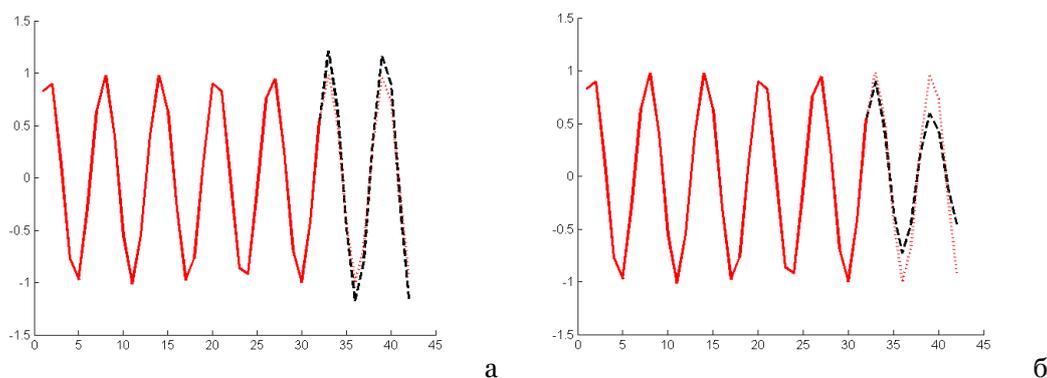


Рис. 4. Результаты прогнозирования: а – разработанный метод, б – метод линейного предсказания
 (..... – реальные значения модельного сигнала, — — — исходные данные для прогнозирования,
 — — — прогнозируемые значения)

Fig. 4. The prediction results: а – developed method, б – linear prediction
 (..... – the real values of the model signal, — — — the original data for prediction,
 — — — the predicted values)

В таблице приведены 10 последовательно вычисленных значений прогнозируемых величин и их относительные погрешности вычисления.

Таблица
Table

Результаты прогнозирования
The prediction results

№ точки прогнозирования	Модельные значения	Результат прогнозирования (разработанный метод)	Относительная погрешность (разработанный метод)	Результат прогнозирования (метод линейного предсказания)	Относительная погрешность (метод линейного предсказания)
1	0.987	1.210	0.227	0.899	0.088
2	0.516	0.653	0.266	0.447	0.133
3	-0.442	-0.485	0.099	-0.336	0.239
4	-1.005	-1.186	0.180	-0.729	0.275



5	-0.657	-0.785	0.195	-0.440	0.331
6	0.283	0.344	0.216	0.202	0.287
7	0.950	1.167	0.228	0.594	0.375
8	0.732	0.893	0.220	0.430	0.413
9	-0.172	-0.228	0.323	-0.084	0.509
10	-0.930	-1.152	0.239	-0.456	0.509
7	0.987	1.210	0.227	0.899	0.088
8	0.516	0.653	0.266	0.447	0.133
9	-0.442	-0.485	0.099	-0.336	0.239
10	-1.005	-1.186	0.180	-0.729	0.275

Результаты, приведенные на рисунке 4 и в таблице демонстрируют преимущество разработанного метода по сравнению с широко используемым методом линейного предсказания.

На основе данных, приведенных в таблице, средняя относительная погрешность прогнозирования на основе разработанного метода равна 0.22, на основе метод линейного предсказания – 0.32, что также указывает на преимущество разработанного метода.

Аналогичные сравнительные вычислительные эксперименты по прогнозированию на основании предлагаемого метода при использовании различных зарегистрированных данных также показали его высокую эффективность.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-47-08052

Список литературы References

1. Шурыгин А. Математические методы прогнозирования. – М.: Горячая линия -Телеком, 2009. – 180 с. Shurygin A. Matematicheskie metody prognozirovaniya. – М.: Gorjachaja liniya -Telekom, 2009. – 180 s.
2. Солонина А.И. Основы цифровой обработки сигналов. – М.: Книга по требованию, 2005. – 766 с. Solonina A.I. Osnovy cifrovoj obrabotki signalov. – М.: Kniga po trebovaniyu, 2005. – 766 s.
3. Черноморец, А.А.. Об анализе данных на основе косинусного преобразования / А.А.Черноморец, Е.В. Болгова // Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2015. – № 1 (198). – Вып. 33/1. – С. 68-73.
Chernomorec, A.A.. Ob analize dannyh na osnove kosinusnogo preobrazovanija / A.A.Chernomorec, E.V. Bolgova // Nauchnye vedomosti BelGU. Ser. Istorija. Politologija. Jekonomika. Informatika. – 2015. – № 1 (198). – Vyp. 33/1. – S. 68-73.
4. Черноморец А.А., Болгова Е.В. Об интегральных оценках косинусного преобразования Фурье / Общество, наука и инновации: сборник статей Международной научно-практической конференция (04 апреля 2015 г., г. Стерлитамак). – Стерлитамак: РИЦ АМИ, 2015. – С. 45-48.
Chernomorec A.A., Bolgova E.V. Ob integral'nyh ocenках kosinusnogo preobrazovanija Fur'e / Obshhestvo, nauka i innovacii: sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencija (04 aprelja 2015 g., g. Sterlitamak). – Sterlitamak: RIC AMI, 2015. – S. 45-48.
5. Черноморец, А.А. Обобщенный субполосный анализ на основе унитарных преобразований / А.А.Черноморец, Е.В. Болгова, Д.А. Черноморец // Научные ведомости БелГУ. Сер. Экономика. Информатика. – 2015. – № 7 (204). – Вып. 34/1. – С. 146-151.
Chernomorec, A.A. Obobshhennyj subpolosnyj analiz na osnove unitarnyh preobrazovanij / A.A. Chernomorec, E.V. Bolgova, D.A. Chernomorec // Nauchnye vedomosti BelGU. Ser. Jekonomika. Informatika. – 2015. – № 7 (204). – Vyp. 34/1. – S. 146-151.
6. Черноморец, А.А. О частотной концентрации энергии изображений / А.А. Черноморец, В.А. Голощапова, И.В. Лысенко, Е.В. Болгова // Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2011. – № 1 (96). – Вып. 17/1. – С. 146-151.
Chernomorec, A.A. O chastotnoj koncentracii jenergii izobrazhenij / A.A. Chernomorec, V.A. Goloshhapova, I.V. Lysenko, E.V. Bolgova // Nauchnye vedomosti BelGU. Ser. Istorija. Politologija. Jekonomika. Infor-matika. – 2011. – № 1 (96). – Vyp. 17/1. – S. 146-151.



УДК 621.31

**МУЛЬТИСЕРВИСНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ВУЗА – ЦЕЛИ,
ЗАДАЧИ И ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ**
**MULTISERVICE UNIVERSITY INFORMATION SYSTEM – GOALS, OBJECTIVES
AND ISSUES OF IMPLEMENTATION**

А.В.Ермаков
A.V.Ermakov

*Северо-восточный федеральный университет имени М.К. Амосова, Россия, 677000, Республика Саха/Якутия, Якутск,
ул. Белинского, 58
North-Eastern Federal University named M.K.Amosova, 58 Belinski St, Yakutsk, 677000, Republika Sakha/Yakutia, Russia
e-mail: ermakov-it@yandex.ru*

Аннотация. Статья посвящена вопросам проектирования и внедрения информационных технологий в практику работы высшего учебного заведения. Сформулированы цели задачи комплексной информатизации учебного процесса и системы управления вузом. Даны практические рекомендации по формированию технического задания на разработку информационной системы.

Resume. The article is devoted to the design and implementation of information technology in the practice of higher education. The aims of the complex problem of informatization of educational process and university management system. Practical recommendations on the formation of the technical project for the development of the information system.

Ключевые слова: информационная система, мультисервисная сеть, управление вузом, дистанционное обучение.

Keywords: information system, multi-service network, university management, distance learning.

Введение

Компьютеризация образования – это процесс, который развивается во всем мире параллельно с развитием информационных технологий. Указанные технологии являются мощным инструментом реформирования и развития такой относительно консервативной системы, какой является образование в целом и высшее образование, в частности.

Среди задач, которые должны быть решены в высшей школе в ближайшие годы, можно выделить:

- совершенствование содержания и технологий образования через развитие новых форм обучения: дистанционное обучение, видеоконференции, интерактивное общение студентов и преподавателей, индивидуализация процесса обучения, демонстрация объектов и процессов, недоступных для студентов при традиционной форме обучения, оперативный доступ студентов и преподавателей к электронным библиотекам и другим хранилищам информации,
 - внедрение в образовательный процесс электронных учебно-методических комплексов,
 - создание баз данных и баз знаний для учебного процесса,
 - создание электронных библиотек,
 - создание систем дистанционного обучения для вечерней и заочной форм, а также для людей с ограниченными возможностями,
 - широкое использование в учебном процессе открытых образовательных ресурсов (ООР), предоставляемых ведущими мировыми университетами,
 - совершенствование системы управления учебным процессом и работой вуза в целом за счет организации учебного, организационного и финансового документооборота в электронной форме.

В конце 2006 года в МГТУ прошла научно-практическая конференция «Задачи и проблемы информатизации образовательных учреждений», посвященная проблемам информатизации этой отрасли. Проведенный анализ текущего состояния и перспектив информатизации в вузах выявил достаточно интересную картину самооценки уровня применения информационных технологий в вузах. На конференции были рассмотрены вопросы внедрения систем дистанционного обучения, финансовых систем, создания межвузовских хостинговых центров.

Участники конференции представляли различные по направленности и географическому положению вузы: московские (70%), региональные (23%), стран СНГ (7%). Среди участников



конференции 27% – высшее руководство вузов (ректорат), 73% – среднее звено управления, из них руководителей ИТ-подразделений – 68%. В качестве основных компонентов, определяющих уровень информатизации вузов, были выбраны: ИТ-стратегия; электронный портал; электронные библиотеки; системы дистанционного обучения (СДО); системы электронного документооборота (СЭДО); системы управления кадрами; системы управления финансами и бухгалтерии; аналитические системы управления деятельностью вуза. В таблице представлены оценки текущего состояния информатизации вузов по этим основным направлениям (из 100% опрошенных участников конференции часть ответили «Да», а другие – «Нет»).

Таблица
Table

**Уровень информатизации вузов по основным направлениям [3]
The level of informatization of universities in key areas [3]**

Направление информатизации	Да	Нет
ИТ-стратегия	60	40
Электронный портал	60	40
Электронная библиотека	60	40
Система дистанционного обучения	65	35
Система электронного документооборота	35	65
Система учета кадров	70	30
Система управления финансами и бухгалтер	90	10
Аналитические системы управления деятельностью вуза	20	80

Интересным представляется факт наличия у большинства вузов ИТ-стратегии, что говорит о переходе вузов от компьютеризации по отдельным направлениям и факультетам к комплексной информатизации. Отсутствие у многих вузов систем электронного документооборота неудивительно, т.к. это следствие все той же фрагментарной компьютеризации вузов. Та же причина, по-видимому, повлияла и на незначительное количество аналитических систем в вузах – ведь для построения аналитической системы поддержки принятия решений необходимо получать обобщенную информацию о различных аспектах деятельности вуза.

Зачастую образовательное учреждение владеет значительным числом информационных систем и баз данных, созданных в разное время различными разработчиками на разнородных технологических платформах. Уровень интеграции этих систем не высок, информация, хранящаяся по частям в различных системах, в них частично дублируется или, наоборот, бывает неполной. Для выполнения своих задач вузу уже недостаточно лишь получать какие-либо сведения из различных ИС – требуется обобщенное представление информации, позволяющее по одному запросу получать консолидированные данные из нескольких источников и выполнять их комплексный анализ.

Еще одна проблема в вузах – низкая степень автоматизации собственно учебного процесса. Информатизация в первую очередь затронула обеспечивающие подразделения вуза (бухгалтерия, кадры и т.д.), а основная деятельность до сих пор не поддерживается (или поддерживается недостаточно). Причины этого явления вполне понятны – ИТ-бизнес создавал решения, которые применимы к различным отраслям, уделяя основное внимание универсальным программным компонентам, которые потом подстраивались под конкретную отрасль.

Так, например, произошло с ERP-системами, которые создавались для автоматизации деятельности коммерческих предприятий, а затем были адаптированы и предложены вузам. Если вуз приобретал такой продукт, то внедрение начиналось, как правило, с обеспечивающих подразделений (обычно с бухгалтерии). Зачастую этим внедрение и ограничивалось, и причина не только в высокой стоимости таких решений, которые «съедали» весь бюджет вуза на информатизацию, но и в изначальной ориентированности решений на управленческий учет, а не на поддержку образовательной деятельности.

Вторая серьезная проблема, связанная с ERP-системами, – их жесткость. Получалось, что не система адаптируется под деятельность вуза, а вуз вынужден перестраивать устоявшиеся процессы под новую систему. Третий, очень болезненный для вуза момент – вытеснение тех решений, которые уже применяются в вузе, новой ERP-системой, поскольку она является комплексной. Таким образом, вложенные ранее в разработки интеллектуальные и финансовые ресурсы вуза оказывались выброшенными.

Очевидно, что такую информатизацию трудно назвать эффективной в образовательной сфере. А это означает, что пришло время отраслевых решений, не просто адаптированных для образовательной среды, а специально созданных для нее с учетом всех особенностей отрасли.

Выводы цитируемой конференции 2006 года во многом справедливы и сегодня. Особую



значимость и актуальность в условиях финансового кризиса приобретает выбор оптимальной стратегии внедрения ИТ-технологий в вузовское образование. В условиях ограниченного финансирования следует отдать предпочтение комплексным решениям поставленных задач. Как показала практика телекоммуникационной отрасли, весьма экономичным и эффективным технологическим решением, на основе которого можно строить образовательные системы любой сложности, является мультисервисная сеть (МСС), предназначенная для обмена информацией в системе поддержки учебного процесса и в организационной структуре вуза в целом.

1. Задачи проектирования мультисервисной информационной системы и новые возможности для управления вузом

На основе проведенных исследований и опыта проектирования можно предложить следующую последовательность действий для построения МСИС вуза [1].

• Разработка предстоящих изменений в организационной структуре управления вузом. Формулировка управленческих требований со стороны всех структурных подразделений вуза к МСИС.

• Корректировка учебных планов и рабочих программ с учетом предстоящего внедрения информационных технологий в учебный процесс. Формулировка требований к МСИС как инструменту поддержки учебного процесса.

• Выбор генерального подрядчика и проектной организации.

• Разработка технического задания на проектирование совместно с генеральным подрядчиком и проектной организацией.

• Разработка вариантов (сценариев) проекта МСИС с определением их технологических показателей.

• Разработка бизнес-плана создания МСИС, определение основных технико-экономических показателей вариантов и оценка степени их рискованности.

• Выбор оптимального сценария на основе многокритериального подхода и экспертных оценок.

• Мониторинг хода работ на этапе реализации проекта.

• Переподготовка профессорско-преподавательского состава и управленческого персонала вуза для работы в будущей информационной среде.

• Создание банка учебно-методических материалов, баз данных о сотрудниках и студентах, создание или модернизация электронной библиотеки вуза.

2. Структура мультисервисной информационной системы

Выбор структуры МСИС, которая создается для целей обучения, не может быть выполнен теми способами, которые разработаны для сетей общего пользования. Дело в том, что количество основных компонентов – локальных вычислительных сетей (ЛВС) будет периодически меняться. Также не остаются стабильными основные характеристики этих ЛВС (в первую очередь – пропускная способность). На рис. 2 показана модель структуры МСИС, которая включает три основных элемента. Ими являются: устройство управления, мультисервисная сеть (МСС), состоящая в общем случае из L локальных вычислительных сетей (ЛВС), совокупность из M баз данных (БД).

Устройство управления обеспечивает основные процессы работы МСИС, используя для этой цели все доступные ресурсы. Собственно МСС состоит из ряда ЛВС, число которых может увеличиваться и уменьшаться со временем, что, как правило, обусловлено организационными изменениями в образовательном центре. Каждая ЛВС может взаимодействовать с одной или более БД, как показано на рисунке. Подобный принцип организации МСИС имеет ряд важных положительных свойств, среди которых следует выделить три:

• возможность поэтапного развития МСИС, что важно с учетом обычно возникающих финансовых ограничений;

• возможность независимого развития каждой ЛВС в подразделении (на факультете или кафедре);

• возможность введения новых БД и их коллективного использования и обновления.

Предлагаемое решение допускает как интенсивное, так и экстенсивное развитие МСИС.

Внедрение МСИС открывает новые возможности управления всеми процессами в вузе. Прежде всего, возможность постоянного контроля усвоения учебного материала, а так же самостоятельной проверки знаний студентами повысит эффективность преподавания.

Предлагаемая МСИС позволяет при полном покрытии территории вауза Wi-Fi выделять

локальные группы для выполнения конкретных задач. Сеть поддерживает множество мобильных и стационарных портов, из которых выделяются мобильные и/или стационарные группы для работы во временных локальных сетях (для автономной работы в поточных и групповых аудиториях). В дальнейшем масштабируемость системы позволит подключать «удаленных» пользователей, находящихся вне зданий вуза, к ресурсам МСИС в режиме реального времени на любое занятие в аудиториях, оборудованных мультимедийным оборудованием.

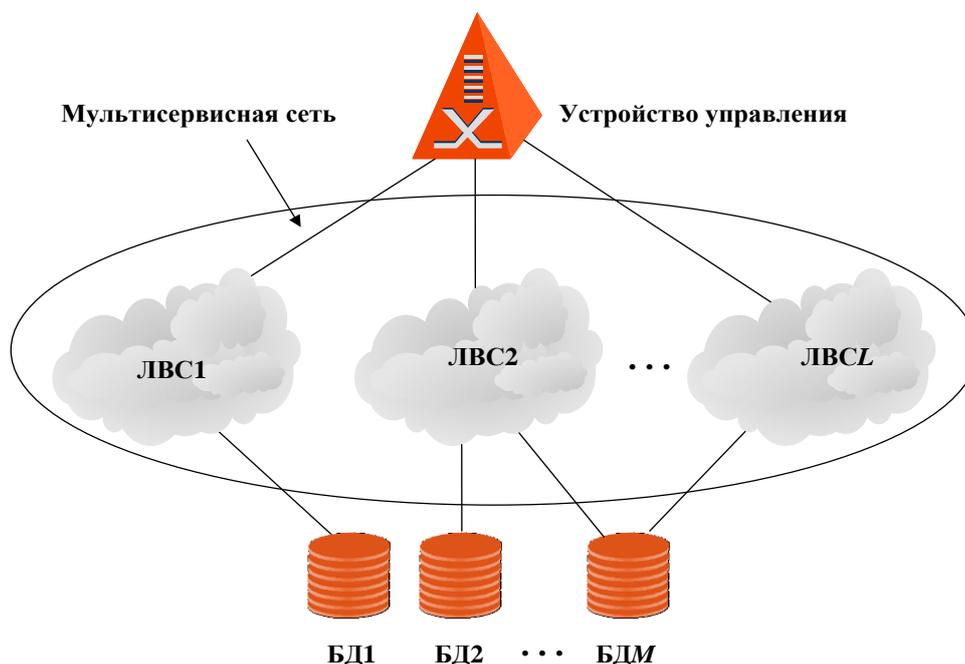


Рис. 1. Модель структуры мультисервисной информационной системы [2]
 Fig. 1. Model structure of a multi-information system. [2]

Во всех помещениях вуза доступ с мобильных компьютеров студентов и сотрудников осуществляется независимо от установленных на них операционных системах, и регламентируется только системой приоритетов доступа к ресурсам. Вне вуза доступ к ресурсам МСС разрешается по идентификации логина и пароля через соответствующий вузовский портал.

Данная система помимо поддержки учебно-методических и научных задач может управлять охраной, следить за освещенностью помещений, кондиционированием, отоплением, вентиляцией, по системе «умный дом».

Функции МСИС позволяют расширить ассортимент образовательных услуг, предоставляемых на коммерческой основе, (развитие дистанционного образования, курсов повышения квалификации, обучения людей с ограниченными возможностями и др.). Новое качество образования в вузе с МСИС станет существенным конкурентным преимуществом на рынке образовательных услуг, что позволит увеличить количество и качество принимаемых студентов и слушателей.

Появляется возможность организовывать в коммерческих целях конференц-залы оборудованные системой синхронного перевода и мультимедийной техникой для проведения видеоконференций.

При внедрении данной системы можно уменьшить расходы на охрану за счет установки камер видеонаблюдения в здании и по его периметру.

Возможно сокращение расходов на приобретение лицензионных программных продуктов, т.к. с внедрением МСИС резко сократится необходимость в покупке тысяч персональных версий для студентов и сотрудников.

Использование в вузе собственной IP-телефонной станции интегрированной в МСИС позволяет сократить расходы на содержании прямых телефонных номеров, междугородней и международной связи. При использовании местной связи и мобильных телефонных аппаратов Wi-Fi можно сократить расходы на мобильную связь.

Возможно сокращение затрат на Интернет за счет оптимизации потоков от провайдеров, а так же за счет наличия собственных ресурсов на ЦОД, с дальнейшим их распределением по другим



зданиям вуза.

Широкое привлечение студентов, аспирантов, научных сотрудников и преподавателей к созданию учебно-методических комплексов, баз данных и баз знаний позволит сократить расходы на их приобретение или разработку сторонними организациями.

3. Требования к вузовским информационным системам на современном этапе

Информатизация высших учебных заведений в нашей стране сегодня выходит на новый этап, который характеризуется переходом от компьютерных технологий в обучении к информационным технологиям комплексной поддержки учебного процесса, включающего и управление самостоятельной работой студентов. В настоящее время во многих вузах период насыщения компьютерной техникой практически завершен, настал период перехода количества в качество, т.е. перехода на стадию широкого внедрения информационных технологий не только в научную и учебную работу вуза, но и в систему управления: учебным процессом, самостоятельной работой студентов и вузом в целом. Информационное пространство современного вуза может включать в себя [4]:

- систему поддержки учебного процесса в поточных и групповых аудиториях,
- базы учебно-методического материала, создаваемые на кафедрах и используемые в процессе занятий со студентами,
- электронные библиотеки с возможностью удаленного доступа к ним,
- доступ в сеть Интернет (по кабелю и/или с помощью сети Wi-Fi),
- систему доступа к учебно-методическим материалам для самостоятельной работы студентов внутри вуза,
- систему доступа к учебно-методическим материалам для студентов, живущих в общежитиях,
- систему поддержки консультационной работы преподавателей, включая дистанционное консультирование,
- систему дистанционного обучения,
- систему связи с филиалами вуза в других городах,
- информационную систему управления всем учебным процессом,
- систему электронного документооборота вуза,
- систему управления инфраструктурой вуза.

Создание подобных информационных систем требует весьма существенных капитальных вложений, переподготовки не только профессорско-преподавательского состава, но и работников всей системы управления. Естественно возникает вопрос об эффективности этих вложений. Одним из главных результатов внедрения информационных технологий, как показывает мировая практика, является существенное повышение качества обучения, которое должно быть адекватно процессам глобальной информатизации всего общества. Кроме того, вуз может получить экономическую отдачу от внедрения подобных систем.

Заключение

Рассмотренные вопросы проектирования и внедрения информационных систем, как показала практика, типичными для вузов. Особо следует обратить внимание на подготовку технического задания разрабатываемой МСИС. Важно, чтобы в этой работе принимали участие представители всех структурных подразделений вуза. Это позволит на этапе проектирования учесть все многообразие требований к системе и тем самым сократить расходы на последующую доработку уже готовой МСИС.

Второй важный аспект внедрения – это организация обучения будущих пользователей системы (административно-управленческий персонал, профессорско-преподавательский состав, учебно-вспомогательный персонал и студенты). Чем эффективнее пройдет этот процесс, тем меньше будет период адаптации сотрудников к условиям работы в системе.

В 2001 г., после того как Массачусетский технологический институт (MIT) открыл свободный доступ к материалам своих учебных курсов (OpenCourseWare) на портале <http://ocw.mit.edu/>, об открытых образовательных ресурсах заговорили как об одном из наиболее перспективных направлений модернизации образования. Термин «открытые образовательные ресурсы» был сформулирован во время Конференции ЮНЕСКО «Влияние открытых образовательных курсов на высшее образование в развивающихся странах» (1-3 июля 2002 г.). Сегодня ООР определяется как: «образовательные или научные ресурсы, размещенные в свободном доступе либо обеспеченные лицензией, разрешающей свободное использование или

переработку. Открытые образовательные ресурсы включают в себя полные курсы, учебные материалы, модули, учебники, видео, тесты, программное обеспечение, а также любые другие средства, материалы или технологии, использованные для предоставления доступа к знаниям» [5, 6].

Использование ООР в учебном процессе совместно с собственными образовательными ресурсами вуза повысит эффективность обучения, сделает его более открытым и современным. Информационная система вуза может стать своеобразным интегратором собственных и открытых образовательных ресурсов, что выведет процесс обучения на новый международный уровень.

Список литературы References

1. Ермаков А.В. Информационно-телекоммуникационная система современного университета для управления инновациями. – СПб.: Техника связи, 2015, 234 с.
Ermakov A.V. Informacionno-telekommunikacionnaya sistema sovremennogo universiteta dlya upravleniya innovacijami - SPb Tekhnika svyazi. 2015-234-s
2. Ермаков А.В. Особенности мультисервисной сети для системы обеспечения учебного процесса // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика, телекоммуникации, управление. – 2008, № 6(69).
Ermakov A.V. Osobennosti multiservisnoj seti dlya sistemy obespecheniya uchebnogo processa. Nauchno-Tekhnicheskie Vedomosti – SPbGPU. Informatika, Telekommunikacii, Upravlenie -2008-6 (69)
3. Васильев В.Н. Системное управление вузом на основе информационных технологий. // Информационно-коммуникационные технологии в управлении вузом: материалы всероссийской. научно-практической конференции, 25 – 28 февраля 2003 года. Петрозаводск: ПетрГУ, 2003.
Vasilev V.N. Sistemnoe upravlenie vuzom na osnove informacionnyh tekhnologij. // Informacionno-kommunikacionnye tekhnologii v upravlenii vuzom: materialy vsersijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, 25-28fevralya 2003 goda. Petrozavodsk, PetrGU, 2003
4. Требования к отраслевой информационной системе сферы образования Российской Федерации [Электронный ресурс] - Режим доступа: www.informika.ru.
Trebovaniya k otraslevoj informacionnoj sisteme sfery obrazovaniya Rossijskoj Federacii (ehlektronnyj resurs) – Rezhim dostupa: www.informika-ru
5. Информационные и коммуникационные технологии в образовании: монография / Под редакцией: Бадарча Дендева – М.: ИИТО ЮНЕСКО, 2013. – 320 стр.
Informacionnye i kommunikacionnye tekhnologii v obrazovanii: monografiya pod redakciej Badarcha Dendeva – M. IITO YUNESKO, 2013 - 320-str
6. Продвижение использования информационных и коммуникационных технологий в техническом и профессиональном образовании и обучении в странах СНГ: Аналитический отчет. М.: Институт ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании, 2012
Prodvizhenie ispolzovaniya informacionnyh i kommunikacionnyh tekhnologij v tekhnicheskomi professionalnom obrazovanii i obuchenii v stranah SNG: Analiticheskij otchet. M.: institute YUNESKO po informacionnym tekhnologiyam v obrazovanii, 2012

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

- Асадуллаев Р.Г.** – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационных технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Белов С.П.** – доктор технических наук, профессор кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Белова О.В.** – аспирант кафедры русского языка и межкультурной коммуникации Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Бирюлин В.И.** – кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник кафедры программной инженерии Юго-Западного государственного университета. г. Курск
- Болгова Е.В.** – аспирант кафедры прикладной информатики и информационных технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Брусенская И.Н.** – магистр прикладной информатики, специалист по интернет-маркетингу ООО «Фабрика информационных технологий». г. Белгород
- Буханцева Н.В.** – кандидат педагогических наук, доцент кафедры экономической информатики и управления Волгоградского государственного университета. г. Волгоград
- Винтаев В.Н.** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных систем и технологий Белгородского университета кооперации, экономики и права. г. Белгород
- Герасименко О.А.** – кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента организации Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Голодова А.А.** – кандидат экономических наук, доцент кафедры маркетинга Волгоградского государственного университета. г. Волгоград
- Дудина И.А.** – кандидат экономических наук, доцент кафедры профессиональной иноязычной коммуникации Волгоградского государственного университета; руководитель Экзаменационного центра Лондонской Торгово-промышленной палаты. г. Волгоград

-
- Ермаков А.В.** – кандидат экономических наук, проректор по техническому направлению Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова. г. Якутск
- Жиленев М.Ю.** – ведущий конструктор конструкторского бюро «Салют» Государственного Космического Научно Производственного Центра имени М.В. Хруничева г. Москва
- Жиляков Е.Г.** – доктор технических наук, профессор, почётный работник высшего профессионального образования РФ, заведующий кафедрой информационно-телекоммуникационных систем и технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета, руководитель УНИК «Информационно-коммуникационные системы и технологии» Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Жилякова Е.Т.** – доктор фармацевтических наук, профессор, заведующая кафедрой фармацевтической технологии Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Игумнов О.А.** – кандидат педагогических наук, доцент кафедры экономической теории и менеджмента Московского педагогического государственного университета г. Москва
- Кабанов В.Н.** – доктор экономических наук, профессор Старооскольского филиала Воронежского экономико-правового института. г. Старый Оскол
- Калугин В.А.** – доктор экономических наук, профессор кафедры экономики Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Коваленко А.Н.** – аспирант кафедры прикладной информатики и информационных технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Константинов И. С.** – доктор технических наук, профессор, проректор по научной и инновационной деятельности, директор института инженерных технологий и естественных наук Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Королькова Д.И.** – ассистент кафедры экономики Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Корсунов Н.И.** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры математического и программного обеспечения информационных систем Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород



-
- Куделина Д.В.** – преподаватель кафедры электроснабжения Юго-Западного государственного университета.
г. Курск
- Кузьмина Л.Р.** – старший преподаватель кафедры менеджмента Волжского института экономики, педагогики и права.
г. Волжский
- Лазарев С.А.** – кандидат экономических наук, заместитель директора института инженерных технологий и естественных наук Белгородского государственного национального исследовательского университета.
г. Белгород
- Ломазов В.А.** – доктор физико-математических наук, профессор кафедры информатики и информационных технологий Белгородского государственного аграрного университет им. В. Я. Горина.
г. Белгород
- Ломакин В.В.** – кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры прикладной информатики и информационных технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета.
г. Белгород
- Ломовцева О.А.** – доктор экономических наук, профессор кафедры менеджмента организации Белгородского государственного национального исследовательского университета.
г. Белгород
- Лысых К.В.** – аспирант кафедры математического и программного обеспечения информационных систем Белгородского государственного национального исследовательского университета.
г. Белгород
- Ляхов П.А.** – кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры прикладной математики и математического моделирования Северо-Кавказского федерального университета
г. Ставрополь
- Маматов Е.М.** – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационных технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета.
г. Белгород
- Михелев В.М.** – кандидат технических наук, доцент кафедры математического и программного обеспечения информационных систем Белгородского государственного национального исследовательского университета
г. Белгород
- Нехотина В.С.** – кандидат экономических наук, доцент кафедры информационных систем и технологий Белгородского университета кооперации, экономики и права.
г. Белгород
- Никулина Е.В.** – кандидат экономических наук, заведующая кафедрой экономики Белгородского государственного национального исследовательского университета
г. Белгород



-
- Овчинникова О.П.** – доктор экономических наук, профессор кафедры экономики Белгородского государственного национального исследовательского университета г. Белгород
- Орехова Е.А.** – доктор экономических наук, заведующая кафедрой экономической теории Волжского института экономики, педагогики и права. г. Волжский
- Петриченко В.Г.** – магистр, преподаватель кафедры общеобразовательных дисциплин Северо-Кавказского филиала Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет правосудия» г. Краснодар
- Петриченко Г.С.** – кандидат технических наук, профессор, профессор кафедры маркетинга и управления предприятием Кубанского государственного технологического университета г. Краснодар
- Петров Д.В.** – ассистент кафедры математического и программного обеспечения информационных систем Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Пигнастый О.М.** – кандидат технических наук, доцент кафедры компьютерного мониторинга и логистики Национального Технического Университета "ХПИ". Украина, г. Харьков
- Плякин А.В.** – доктор экономических наук, заведующий кафедрой природопользования Волжского гуманитарного института. г. Волжский
- Погорельый М.Ю.** – кандидат экономических наук, доцент кафедры информационного менеджмента Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Польщиков К.А.** – кандидат технических наук, доцент, помощник проректора по научной и инновационной деятельности Белгородского государственного национального исследовательского университета г. Белгород
- Растопчина Ю.Л.** кандидат экономических наук, доцент кафедры мировой экономики Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Сахарова О.С.** – аспирант Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Семенова Н.Ф.** – кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры высшей алгебры и геометрии Северо-Кавказского федерального университета. г. Ставрополь
- Смоленцева Т.Е.** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информатики Липецкого государственного технического университета. г. Липецк



-
- Сумин В.И.** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры управления и информационно-технического обеспечения Федерального казенного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Воронежский институт ФСИН России»
г. Воронеж
- Торопчин Д.А.** – аспирант кафедры прикладной информатики и информационных технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета.
г. Белгород
- Ушакова Н.Н.** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных систем и технологий Белгородского университета кооперации, экономики и права.
г. Белгород
- Червяков Н.И.** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной математики и математического моделирования Северо-Кавказского федерального университета.
г. Ставрополь
- Черноморец А.А.** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры прикладной информатики и информационных технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета.
г. Белгород
- Черноморец Д.А.** – студент кафедры математического и программного обеспечения информационных систем Белгородского государственного национального исследовательского университета.
г. Белгород
- Шульженко К.С.** – студент кафедры прикладной математики и математического моделирования Северо-Кавказского федерального университета.
г. Ставрополь