

№ 8 (151)
Выпуск 26/1

НАУЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

Основан в 1995 г.

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

Учредитель:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ»)

Издатель:

НИУ «БелГУ»

Издательский дом «Белгород»

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охраны культурного наследия

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

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
ЖУРНАЛА**

Главный редактор

О.Н. Полухин,
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

Ответственные секретари:

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

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

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
СЕРИИ ЖУРНАЛА**

Главный редактор

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

Заместители главного редактора:

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

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

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

В.Н. Шилов,
доктор философских наук, профессор
(НИУ «БелГУ»)

Ответственный секретарь

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

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ

Белгородского государственного университета

История Политология Экономика
Информатика

**Belgorod State University
Scientific Bulletin**

**History Political science Economics
Information technologies**

СОДЕРЖАНИЕ

РЕГИОНАЛЬНАЯ И МУНИЦИПАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

Развитие теоретико-методологических аспектов оценки влияния параметров институциональной среды на социально-экономическую систему региона. **А. С. Зернаев 5**

Многофакторный анализ экономического развития макрорегионов Российской Федерации. **В. С. Бараков 12**

Регион в контексте общественного развития и эволюции экономической мысли. **О. А. Ломовцева 20**

Приграничное сотрудничество как составляющая экономической интеграции регионов СНГ. **В. И. Шкромада, А. О. Лебедев 28**

ОТРАСЛЕВЫЕ РЫНКИ И РЫНОЧНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

Социально-экономические аспекты управления производительностью труда на промышленных предприятиях. **И. В. Краснопецева 34**

Принципы, методы и технологии стратегического планирования и прогнозирования инфраструктурного обеспечения предпринимательства. **Л. В. Овешникова 43**

К вопросу об оценке предпринимательской активности в России и развитых зарубежных странах. **Ю. С. Пиньковецкая 48**

Формирование информации о расходах будущих периодов в финансовой отчетности предприятий промышленности. **Е. С. Агеева 55**

РЫНОК ТРУДА И ЭКОНОМИКА ОБРАЗОВАНИЯ

Проблемы коммерческого трансфера результатов интеллектуальной деятельности вуза. **А. Н. Алимов, С. Н. Прядко 61**

ИНВЕСТИЦИИ И ИННОВАЦИИ

Создание благоприятного инвестиционного климата в регионе: экономический и правовой аспекты (на примере Волгоградской области). **И. Е. Боброва 72**

Оценка эффективности реализации государственных программ (американская и российская практика). **А. Е. Лапин, Н. Н. Ломовцева, В. А. Илехменев 80**

Сравнительный анализ методик расчёта инвестиционного рейтинга региона. **Д. С. Безнос 87**

Члены редколлегии:

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

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

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

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

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

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

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

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

А.В. Коробков, доктор политологии (Университет штата Теннесси)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Статьи представлены в авторской редакции.

Подготовка к печати *Т.Г. Лагутиной*
Оригинал-макет *О.О. Петрова*
e-mail: vasilenko_v@bsu.edu.ru

Подписано в печать 28.06.2013
Формат 60×84/8
Гарнитура Georgia, Impact
Усл. п. л. 24,18
Тираж 1000 экз.
Заказ 306

Подписной индекс в каталоге агентства
«Роспечать» – 18078

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

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Применение метода экстремального обучения нейронной сети для классификации областей изображения. **Д. А. Юдин, В. З. Магерзут 95**

Метод обратных преобразований в обнаружении погрешностей при косвенных измерениях. **Н. И. Корсунов, А. А. Начетов 104**

Об эффективном подходе моделирования стационарных физических полей в неограниченном пространстве. **Е. А. Канунникова 108**

Обеспечение скрытности кодирования данных помехоустойчивыми кодами. **А. И. Титов, Н. И. Корсунов 112**

Синтез многомерных изображений в многопозиционной системе РЛС на основе обобщенного решения обратной задачи дифракции в приближении физической оптики. **А. Н. Зубарев, А. А. Лучин, А. К. Строев 117**

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ

Программная реализация метода деревьев решений для реализации задач классификации и прогнозирования. **Т. В. Зайцева, Н. В. Васина, О. П. Пусная, Н. Н. Смородина 121**

Анализ синтаксических диаграмм и синтез программ-распознавателей линейной сложности. **Ю. Д. Рязанов, М. Н. Севальнева 128**

О системно-объектном методе представления организационных знаний. **А. Г. Жихарев, С. И. Маторин, Е. М. Маматов, Н. Н. Смородина 137**

Сервис-ориентированная платформа для моделирования объектов возобновляемой энергетики. **А. Л. Чеглаков 147**

Построение формальной модели представления знаний для систем индивидуального электронного обучения. **В. В. Ломакин, Р. Г. Асадуллаев 151**

О возможностях автоматизированного формирования и верификации описания внутренней логики информационных процессов. **Н. Н. Куртов 161**

Разработка модифицированного аппарата сетей Петри для моделирования систем с переменными характеристиками используемых ресурсов. **Т. Ю. Савва 167**

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

О субполосных свойствах изображений. **Е. Г. Жиляков, А. А. Черноморец, А. С. Белов, Е. В. Болгова 175**

О предварительной обработке изображений в задаче их сжатия. **В. А. Голощапова 183**

О применении ПЛИС архитектуры FPGA в задачах субполосной обработки изображений. **С. М. Чудинов, А. Н. Заливин 188**

Модернизация процедуры цифровой коррекции возмущений в изображениях, формируемых панхроматической оптико-электронной съемочной аппаратурой космического аппарата «Монитор». **И. С. Константинов, Н. В. Щербинина, М. Ю. Жилнев, В. Н. Винтаев, Н. Н. Ушакова 194**

Сведения об авторах 200

Информация для авторов 204

**№ 8 (151)
Issue 26/1**

SCIENTIFIC PEER-REVIEWED JOURNAL

Founded in 1995

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

Founder

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

Publisher:

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

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

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

EDITORIAL BOARD OF JOURNAL

Editor-in-chief

O.N. Poluchin,

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

Deputy editor-in-chief

I.S. Konstantinov,

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

Assistant Editors:

V.M. Moskovkin,

Doctor of geographical sciences, Professor of world economy department

O.V. Shevchenko,

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

EDITORIAL BOARD OF JOURNAL SERIES

Editor-in-chief

V.A. Shapovalov,

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

Deputies of editor-in-chief:

E.G. Zhilyakov,

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

O.A. Lomovtseva,

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

I.T. Shatohin,

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

Belgorod State University

Scientific Bulletin

History Political science Economics

Information technologies

**НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ Белгородского
государственного университета**

**История Политология Экономика
Информатика**

CONTENTS

REGIONAL AND MUNICIPAL ECONOMY

Development of theoretical and methodological aspects of impact assessment parameters institutional environment for social and economic systems of the region. **A. S. Zernaev 5**

Multifactors analysis of the economic development of macroregions in Russian Federation. **V. S. Barakov 12**

Region in the context of social development and the evolution of economic thought. **O. A. Lomovceva 20**

Cross-border cooperation as a component of regional economic integration CIS. **V. I. Shkromada, A. O. Lebedev 28**

SECTORAL MARKETS AND MARKET INFRASTRUCTURE

Social and economic aspects of management labour productivity at the industrial enterprises. **I. V. Krasnopevtseva 34**

Principles, methods and technology strategic planning and strategic infrastructure security enterprise. **L. V. Oveshnikova 43**

On the question of estimation entrepreneurial activity in Russia and developed foreign countries. **J. S. Pinkovetskaya 48**

Formation of the information on prepaid expenses in the financial statements of enterprises of industry. **Y. S. Ageeva 55**

MARKET OF LABOUR AND EDUCATION

Problems of commercial transfer of results university of intellectual. **A. N. Alimov, S. N. Pryadko 61**

INVESTMENT AND INNOVATIONS

Creation of favorable investment climate in the region: economic and legal aspects (example of the Volgograd region). **I. E. Bobrova 72**

Evaluation of the state programs (american and russian practice). **A. E. Lapin, N. N. Lomovtseva, V. A. Ilekhnenev 80**

Comparative analysis of methods of calculation of the investment rating of the region. **D. S. Beznos 87**

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

Editorial assistant

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

Members of editorial board

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

The articles are given in authors' editing.

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

Passed for printing 28.06.2013
Format 60×84/8
Typeface Georgia, Impact
Printer's sheets 24,18
Circulation 1000 copies
Order 306

Subscription reference
in Rospechat' agency catalogue – 18078

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

COMPUTER SIMULATION HISTORY

Application of Extreme learning machines for classification of image
areas. **D. A. Yudin, V. Z. Magergut 95**

The inversion transformation in detecting compensating for errors at
indirect measurements. **N. I. Korsunov, A. A. Nachetov 104**

On effective approach to simulate stationary physical fields in an
infinite domain. **E. A. Kanunnikova 108**

Ensuring data secrecy coding noise-resistant codes.

A. I. Titov, N. I. Korsunov 112

Synthesis of multidimensional images in multiposition radar sys-
tems based on generalized solution of inverse diffraction problem in
physical optics approximation. **A. N. Zubarev, A. A. Luchin,
A. K. Stroev 117**

SYSTEM ANALYSIS AND PROCESSING OF KNOWLEDGE

Software implementation method of decision tree for a particular
purpose of classification and prediction. **T. V. Zaitseva,
N. V. Vasina, O. P. Pusnaya, N. N. Smorodina 121**

The analysis of syntax diagrams and automatic generation of
linear-time programs-recognizer. **Y. D. Ryazanov,
M. N. Seval'neva 128**

About system-object method presentation of organizational
knowledge. **A. G. Zhikharev, S. I. Matorin, E. M. Mamatov,
N. N. Smorodina 137**

Service-oriented platform for the simulation of renewable energy
facilities. **A. L. Cheglakov 147**

Development of knowledge representation formal model for individ-
ual E-Learning systems. **V. V. Lomakin, R. G. Asadullaev 151**

About the possibilities of automated formation and verification of
the description of internal logic of information processes.

N. N. Kurtov 161

Development of the modified apparatus of PETRI nets for modeling
of the systems which use resources with variable characteristics.

T. Yu. Savva 167

INFORMATION TECHNOLOGIES AND TELECOMMUNICATION

About image subband properties. **E. G. Zhilykov, A. A. Chernom-
morets, A. S. Belov, E. V. Bolgova 175**

About the image pre-processing in the problem of their compres-
sion. **V. A. Goloschapova 183**

Application of FPGA FPGA architecture in problems subband image
processing. **S. M. Chudinov, A. N. Zalivin 188**

Modernisation of procedure of digital correction of indignations
is in the images formed panchromatic electron optical by survey

apparatus space vehicle «Monitor». **I. S. Konstantinov,
N. V. Shcherbinina, M. U. Zhilenev, V.N. Vintaev,
N.N. Ushakova 194**

Information about Authors 200

Information for Authors 204

РЕГИОНАЛЬНАЯ И МУНИЦИПАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 33.303

РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ СРЕДЫ НА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ РЕГИОНА

А. С. ЗЕРНАЕВ*Белгородский
государственный
национальный
исследовательский
университет**e-mail: zernaev_a_s@mail.ru*

В условиях непрерывности процесса повышения эффективности функционирования социально-экономических систем исследование проблемы корректной оценки влияния институциональных факторов на развитие региона приобретает приоритетное значение. Представленная статья содержит теоретико-методологическое обоснование авторской модели количественной оценки влияния институциональной среды на социально-экономическое развитие региона. В рамках предложенной модели сегментирована совокупность социально-экономических показателей в разрезе основных секторов сферы социально-экономических отношений. Доказана необходимость разработки и представлена авторская шкала количественной оценки, отражающая качественное измерение параметров институциональной среды. Разработан методический подход к определению иерархии элементов, входящих в структуру модели количественной оценки институционального влияния на региональное социально-экономическое развитие.

Ключевые слова: институциональная среда, регион, социально-экономическое развитие, количественная оценка параметров институциональной среды.

В последнее десятилетие вопросы, связанные с оценкой неэкономических факторов развития социально-экономических систем, приобрели большое значение, что обусловлено процессом постоянной «гонки» за повышением уровня конкурентоспособности не только отдельных субъектов социально-экономических отношений, но территориальных систем как регионального, так и национального уровней. В этой связи вопрос формирования эффективной институциональной среды, а, следовательно, конкурентоспособной социально-экономической системы выходит на первый план. Проблема определения степени влияния институциональных параметров на развитие региона является непростой, т.к. институциональные условия зачастую измеряются не количественными, а качественными показателями. Сложность решения проблемы заключается в адекватности интерпретации качественного параметра посредством количественных измерителей.

Необходимым условием построения модели оценки параметров институциональной среды, по нашему мнению, является не отождествление квантификации и измере-

ний, а приписывание рассматриваемому признаку соответствующего числового значения. Используя принципы квантификации и представляя качественные параметры через их количественные признаки, мы можем оценить влияние институциональной среды на состояние социально-экономической системы региона.

По нашему мнению, в целях получения корректных результатов оценки влияния параметров институциональной среды на социально-экономическую систему, необходимо реализовать ряд мероприятий, которые можно условно разделить на две группы. Первая группа включает в себя мероприятия, направленные на определение параметров институциональной среды в виде переменных функции, описывающей состояние социально-экономической системы региона. В этой связи автором данной статьи предложен методический подход, который представлен в виде модели и предполагает, что параметры, входящие в структуру институциональной среды, являются элементами *первого порядка* и формируют рамочные условия развития. При этом стоит отметить, что оценка влияния параметров институциональной среды на социально-экономическое развитие региона осуществляется по всей совокупности параметров без выделения отдельных институтов.

Состояние и уровень социально-экономического развития региона, с нашей точки зрения, определяют показатели *второго порядка*:

- доходы населения и социально-экономическая дифференциация;
- экономическая активность населения;
- основные фонды региона;
- индексы производства по отдельным видам экономической деятельности;
- уровень инвестиционной активности;
- уровень развития внешнеторговых связей, как межрегиональных, так и международных;
- сальдированный финансовый результат по видам экономической деятельности;
- уровень развития торговых отношений в регионе;
- уровень образования и развития инновационной деятельности в регионе;
- уровень развития региональной инфраструктуры.

Согласно теории Суппеса-Зинеса, данные показатели наполняют множество, выраженное в виде социально-экономической системы региона, на которую действуют процессы трансформации институциональной среды, и предназначены для количественного определения элементов первого порядка [4].

Кроме того, условиями реализации модели оценки является выделение элементов *третьего порядка*, предназначенных для детализации и корректной интерпретации элементов второго порядка.

Второй уровень включает мероприятия, направленные на получение корректных результатов оценки влияния параметров институциональной среды и предполагает представление переменных функции в виде чисел, что возможно при условии решения проблемы «теории измерений» [2]. Иными словами, для каждой переменной величины определен класс допустимых преобразований, которые корректно применимы ко всем значениям этой величины. Для этого, в соответствии с теорией Суппеса-Зинеса, необходимо определить шкалу, в которой такое представление будет являться адекватным [4].

Интерпретируя результаты, отраженные в исследованиях Р.П. Раяцкаса, определим шкалу оценки качественных параметров как числовую систему с отношениями [3]:

$$\text{Ш} = \langle \Sigma \text{ч} \rangle, \quad (1)$$

где Ш – шкала оценки качественных параметров;

$\Sigma \text{ч}$ – полная числовая система с отношениями.

Кроме того, предложенное нами представление шкалы в полной числовой системе отношений можно описать как группу или диапазон возможных преобразований переменной.

Согласно исследований М.К. Плакунова, определение группы допустимых преобразований необходимо для решения проблемы адекватности, а именно, числовое утверждение является адекватным, если его истинность не изменяется при допустимом преобразовании числового представления переменной [3]. Следовательно, функция, описывающая изменение состояния социально-экономической системы региона, изменяется в строго заданном диапазоне. Если это условие не будет выполняться, то данная функция будет принимать значения, логически не обоснованные или не адекватные.

Одним из обязательных условий построения шкалы оценки влияния институциональных параметров на социально-экономическое развитие региона является формирование системы весов, описывающих весовые доли социально-экономических параметров. Кроме того, для описания системы весов необходимо определить интервал, в рамках которого будет колебаться совокупный индекс, характеризующий уровень социально-экономического развития.

Условиями исследования мы определили данный интервал в границах от -100 ед. до 100 ед. При этом значение индекса -100 описывает состояние социально-экономической среды как «крайне негативное», соответственно, 100 – как «крайне позитивное». Так мы описываем эксцессы шкалы социально-экономических показателей. В результате, изменения параметров институциональной среды будут находить отражение в изменениях совокупного социально-экономического показателя развития региона и, тем самым, выражать их количественное содержание.

Учитывая вышеизложенное, мы можем представить формализованную модель проведения оценки агрегированного социально-экономического показателя, характеризующего трансформационное влияние параметров институциональной среды в следующем виде (рис. 1).

1. Определение элементов модели оценки влияния параметров институциональной среды на социально-экономическое развитие региона:

1.1 определение параметров институциональной среды региона, воздействующих на социально-экономическую систему, которые являются элементами первого порядка. Данный этап определяется константой. Процедура определения элементов первого порядка выполняется один раз, справедлива для всех последующих этапов, реализуемых в рамках модели количественной оценки влияния институциональной среды на социально-экономическое развитие, и отражает трансформационные процессы институциональной среды в целом;

1.2 определение структуры элементов, входящих в состав совокупного социально-экономического показателя – элементов второго порядка;

1.3 детализация элементов второго порядка и выявление элементов третьего порядка. Описание социально-экономических показателей, характеризующих параметры институциональной среды путем системного анализа детализирующих показателей или элементов третьего порядка;

1.4 представление показателя второго порядка в виде множества, состоящего из n-элементов третьего порядка:

$$(dx_1, dx_2, dx_3... dx_n) \in D, \tag{2}$$

где D – множество, состоящее из n-элементов третьего порядка и характеризующее состояние социально-экономического показателя (элемент второго порядка);

dx_1 – значение, принимаемое элементом второго порядка x_1 ;

dx_2 – значение, принимаемое элементом второго порядка x_2 ;

dx_3 – значение, принимаемое элементом второго порядка x_3 ;

dx_n – значение, принимаемое элементом второго порядка x_n .

2. Определение диапазона распределения элементов множества D. Учитывая условие, при котором совокупный показатель, характеризующий состояние социально-экономической системы региона, принимает значения в диапазоне [-100;100], диапазон распределения значений множества, состоящего из n-элементов третьего порядка, задается автором в интервале [-10;10], где -10 – значение, описывающее негативное состояние социально-экономического сектора, 10 – позитивное состояние.

ЭЛЕМЕНТ ПЕРВОГО ПОРЯДКА	ИНСТИТУЦИОНАЛЬНАЯ СРЕДА	
	Характеристика элемента	
	Определение	Генеральное множество (K)
	Структура	Совокупность подмножеств: $K \in (D_1, D_2, D_3, D_4, D_n),$ $n=10$
Операция	<u>Определение диапазона принимаемых значений:</u> Множество K принимает значения в диапазоне [-100;100] <u>Числовое определение K:</u> $K = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_n$ <u>Оценка влияния институциональной среды на социально-экономическое развитие территории:</u> $\Delta I = \sum K_{i1} - \sum K_{i0},$ $\sum K_{i1}$ - посттрансформационный период, $\sum K_{i0}$ - базовый период	
ЭЛЕМЕНТ ВТОРОГО ПОРЯДКА	АГРЕГИРОВАННЫЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ	
	Характеристика элемента	
	Определение	Подмножество (D)
	Структура	Совокупность подмножеств: $D \in (dx_1, dx_2, dx_3, dx_n)$
Операция	<u>Определение диапазона принимаемых значений:</u> Подмножество принимает значения в диапазоне [-10;10] <u>Числовое определение D:</u> $kD = k_1 * dx_1 + k_2 * dx_2 + k_3 * dx_3 + \dots + k_n * dx_n,$ где k_n - приоритетность элемента множества dx_n	
ЭЛЕМЕНТ ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА	ДЕТАЛИЗАЦИЯ АГРЕГИРОВАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	
	Характеристика элемента	
	Определение	Элемент подмножества D (dx)
	Операция	<u>Определение экстремов принимаемых значений:</u> На основании статистических данных определяются min/max значения элементов dx <u>Определение шага (ST) изменения весового коэффициента в пределах диапазона [-10;10]</u> $ST = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}}$ <u>Числовое определение dx:</u> Значение dx определяется в соответствии со шкалой весовых коэффициентов, распределенных в диапазоне [-10;10]

Рис. 1. Структура авторской модели количественной оценки влияния институциональной среды на социально-экономическую систему региона

3. Определение возможных минимальных и максимальных значений, которые могут принимать анализируемые субпоказатели (элементы третьего порядка).

Исходя из условия, согласно которому элемент второго порядка представлен в виде множества элементов Dx_n , следует, что если элементы множества D: dx_1, dx_2, \dots, dx_n принимают минимальные значения, то и все множество принимает минимальное значение. Аналогичная связь прослеживается и в отношении максимальных значений элементов исследуемого множества:

$$(dx_1 \text{ min}, dx_2 \text{ min}, dx_3 \text{ min} \dots dx_n \text{ min}) \in D_{\text{min}} \quad (3)$$

Максимальные значения детализирующих показателей являются расчётными величинами и определяются в соответствии с размером шага между значениями весовых коэффициентов для каждого субпоказателя.

Для элементов множества D шаг определяется в соответствии с расчетной величиной среднеквадратического отклонения – рассеивания значений показателя относительно его математического ожидания. При этом данную методику определения шага между весовыми коэффициентами детализирующих показателей необходимо дополнить ограничением, которое предполагает логическое условие: если произведение величины среднеквадратического отклонения и количества шагов, заложенных в шкале определения весовых коэффициентов, отражающих изменение состояния детализирующих показателей (элементов третьего порядка), больше либо равно минимальному значению, принимаемому элементом третьего порядка в анализируемом периоде, то величина шага изменения весового коэффициента элемента третьего порядка определяется как отношение минимального значения элемента третьего порядка и количества шагов, определенных шкалой весовых коэффициентов. Подобное условие введено в целях исключения риска получения некорректных результатов оценки влияния институциональной среды на социально-экономическое развитие региона.

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} \times Q_{st} \geq dx_{\text{min}} \rightarrow V_{st} = \frac{dx_{\text{min}}}{Q_{st}}, \quad (4)$$

где Q_{st} – количество шагов изменения весового коэффициента детализирующего показателя;

dx_{min} – минимальное значение, принимаемое детализирующим показателем в анализируемом периоде;

V_{st} – величина одного шага изменения весового коэффициента детализирующего показателя.

С нашей точки зрения, преимущество предложенного подхода к определению максимальных/минимальных значений, которые принимают социально-экономические показатели (элементы третьего порядка), является динамический или гибкий характер формирования весовой шкалы, а именно:

– смещение значения весового коэффициента в соответствии с обновлением статистической информации в части исследуемого показателя. Иными словами, если элемент множества D (или любого другого множества) принимает значения, находящиеся вне диапазона, описанного весовыми коэффициентам, то шкала перестраивается с учетом новых эксцессов значений показателя;

– изменение шага между весовыми значениями субпоказателя зависит от изменения эксцессов значений данного показателя.

4. Определение приоритетности элементов третьего порядка, входящих в состав множества (элемент второго порядка).

Элементы множества D являются детализирующими субпоказателями укрупненного показателя, характеризующего социально-экономическое содержание элемента второго порядка.

Однако не исключена ситуация, когда значения элементов множества D показывают разнонаправленную динамику. В этой связи в модель оценки параметров институциональной среды нами было введено дополнительное условие, согласно которому для каждого показателя, входящего в состав одного из укрупненных показателей, вводится поправочный коэффициент, корректирующий значение анализируемого показателя. Это сделано для того, чтобы укрупненные показатели социально-экономического развития региона не принимали значения, находящегося за пределами установленного моделью диапазона [-10;10]. Распределение поправочных

коэффициентов происходит по принципу приоритетности извлекаемой информации, которая, в свою очередь, определяется на основании экспертной оценки.

5. Определение весового коэффициента сводного социально-экономического показателя (элемента второго порядка).

Итогом проведения анализа агрегированного показателя, состоящего из n -элементов третьего порядка, является описание данного показателя посредством формирования весовой шкалы. Весовой коэффициент элемента второго порядка выражается следующим образом:

$$kD = k_1 * dx_1 + k_2 * dx_2 + k_3 * dx_3 + \dots + k_n * dx_n, \quad (5)$$

где kD – количественное значение, принимаемое элементом второго порядка (показатель, входящий в состав совокупного социально-экономического показателя, описывающего влияния параметров институциональной среды);

k_n – коэффициент приоритетности содержания элементов третьего порядка.

6. Количественное определение значения совокупности социально-экономических показателей, описывающих институциональную среду региона.

Система социально-экономических показателей, представленных в начале статьи и описанных в виде множеств, в свою очередь, сама является элементом более крупного множества – генерального множества, т.е. выступает в виде подмножества. Агрегация численных характеристик данной системы подмножеств – это численное представление социально-экономической среды, сформированной в рамках региональной системы институтов. Любые трансформационные явления, происходящие в рамках институциональной среды, найдут отражение в изменении состояния сначала подмножеств, а затем генерального множества, ограниченного интервалом возможных значений от -100 до 100. Учитывая вышеизложенное, результат институциональной трансформации в регионе можно описать следующим уравнением:

$$\Delta I = \sum K_{i1} - \sum K_{i0}, \quad (6)$$

где $\sum K_{i1}$ – сумма численных значений совокупных социально-экономических коэффициентов, описывающих посттрансформационный период институциональной среды; $\sum K_{i0}$ – сумма численных значений совокупных социально-экономических коэффициентов, описывающих базовый (начальный) период институциональной среды.

Практическая реализация предложенной модели оценки институционального влияния институциональной среды при формировании среднесрочных и долгосрочных целевых программ регионального развития позволит учесть не только прямые, но и определить размер косвенных эффектов от институциональной трансформации. Совокупность реализации предложенных автором статьи мероприятий является одним из путей повышения эффективности функционирования институциональной среды региона и, как следствие, эффективности развития социально-экономической системы.

Литература

1. Ломовцева, О.А. Совершенствование институциональных основ регионального управления в Белгородской области / О.А. Ломовцева, В.П. Бабинцев // Научные ведомости БелГУ. 2009. № 2(57). Вып.7. – С. 80-88.
2. Нейман, Дж. Теория игр и экономическое поведение / Дж. Нейман, О. Моргенштерн; пер. с англ. Н.Н. Воробьева. – М.: Наука, 1970. – 708 с.
3. Раяцкас, Р.Л. Количественный анализ в экономике / Р.Л. Раяцкас, М.К. Плакунов. – М.: Наука, 1987. – 397 с.
4. Суппес, П. Основы теории измерений / П. Суппес, Дж. Зинес; пер. с англ. Д.Л. Мешалкина. – М.: Мир, 1967. – 196 с.

DEVELOPMENT OF THEORETICAL AND METHODOLOGICAL ASPECTS OF IMPACT ASSESSMENT PARAMETERS INSTITUTIONAL ENVIRONMENT FOR SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEMS OF THE REGION

A. S. ZERNAEV

*Belgorod
National Research University*

e-mail: zernaev_a_s@mail.ru

In a continuous process of improving the functioning of the socio-economic study on the systems correctly assess the impact of institutional factors in the development of the region is a priority. The presented paper contains theoretical and methodological basis of designer quantify the impact of the institutional environment for socio-economic development of the region. In the proposed model is segmented set of socio-economic indicators in the context of the main sectors of the areas of social and economic relations. The necessity of development and presents the author's scale quantitative evaluation, reflecting a qualitative measurement of the institutional environment. Developed a methodical approach to the definition of a hierarchy of elements within the structure of the model quantify the institutional impact on regional socio-economic development.

Keywords: institutional environment, region, socio-economic development, the quantitative estimation of the parameters of the institutional environment.



УДК 338 (470+571)

МНОГОФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ МАКРОРЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В. С. БАРАКОВ*Волгоградский
государственный
университет**e-mail:
vlbarakov@mail.ru*

В статье обоснована возможность применения методов многомерного статистического анализа данных для выявления латентных закономерностей экономического развития макрорегиональных хозяйственных систем и выработки на их основе практических управленческих рекомендаций. Показана возможность применения технологии моделирования на основе пространственно-временных индикаторов для выявления влияния экзо- и эндогенных факторов на экономическое развитие макрорегионов. Исследована сравнительная динамика влияния человеческого, инновационного, структурного, инвестиционного и институционального факторов на экономическое развитие макрорегионов.

Ключевые слова: многомерный статистический анализ, метод главных компонент, экономическое развитие макрорегионов.

Становление инновационной экономики в России, как и в других странах, выступает фактором сохранения экономической безопасности и условием выживания в глобальной конкурентной борьбе. В связи с этим актуализируется проблема создания моделей экономического развития, обеспечивающих интеграцию потенциала макрорегиональных хозяйственных систем с целью формирования и развития инновационной экономики в России. Экономическое развитие региональных хозяйственных систем России предопределено действием скрытых закономерностей, формируемых на основе большого многообразия эндо- и экзогенных факторов, в том числе и регионального характера.

В этой связи представляется целесообразным применение методов многомерного статистического анализа [8], который используется в отечественной экономической науке при исследовании влияния институциональных [2], экономических [3], организационных, информационных факторов [4] на экономический рост в российских регионах [6], выявлении закономерностей макроэкономического развития хозяйственных систем [7], установлении зависимостей макроэкономических показателей региона [5] и др. Теоретические основания применения рассматриваемого метода содержатся в ряде работ Айвазяна С.А., Мхитаряна В.С. и др. [1].

Общетеоретические принципы анализа эволюционного развития экономики стран и регионов, концептуальное формулирование системных приоритетов экономического развития на разных уровнях хозяйственных систем рассмотрены в трудах российских экономистов Л. Абалкина, В. Борисова, С. Глазьева, В. Дементьева, А. Илларионова, О. Иншакова, Г. Клейнера, Д. Львова, В. Маевского, В. Макарова, А. Некипелова, Р. Нуреева, А. Пороховского, А. Улюкаева, Ю. Яковца, Н. Яременко, Е. Ясина. Указанные аспекты экономического развития нашли отражение в работах и зарубежных ученых-экономистов – Л. Брю, М. Кастельса, Р. Коуза, Р. Макконелла, Д. Норта, С. Переса, И. Пригожина, И. Стенгерс, Дж. Стиглица, Х. Стьюарта, С. Фримена и др.

Методологический анализ трансформационных и трансакционных факторов экономического развития региональной экономики, оценка масштабов, факторов и условий ее государственного регулирования и прогнозирования, представлены в трудах А. Аганбегяна, М. Бандмана, А. Быкова, А. Гранберга, М. Гузева, В. Захарова, А. Кузнецова, В. Лексина, О. Ломовцевой, П. Минакира, А. Рубинштейна, А. Татаркина, А. Швецова, К. Яновского и др.

Предметом исследования данной статьи выступает совокупность экономических связей и отношений, противоречий и интересов, тенденций и механизмов, реализуемых в процессе экономического развития макрорегиональных хозяйственных систем РФ.

Методы факторного анализа на основе фактически существующих связей признаков позволяют выявлять скрытые характеристики развития изучаемых явлений и процессов. Отбор показателей, выступающих в качестве признаков, произведен по макрорегионам на основе главных компонент экономического развития. Количество используемых для анализа показателей основывается на общедоступном объеме статистических данных. База данных сформирована в соответствии с пространственно-временной выборкой: значения показателей рассчитывались по каждому макрорегиону за семь лет наблюдений (2004 – 2010 гг.). Выбраны следующие показатели экономического развития макроокругов РФ: объем валового регионального продукта на душу населения (Y), руб. на чел.; доля технологических затрат на 1 руб. инновационной продукции (x_1), %; доля затрат на технологические инновации в объеме отгруженной продукции инновационно-активных организаций (x_2), %; доля продукции, подвергшейся значительным технологическим изменениям или вновь внедренная в общем объеме инновационной продукции (x_3), %; доля персонала, занятого исследованиями и разработками в общей численности занятого в экономике макрорегиона населения (x_4), %; доля инновационной продукции в объеме промышленной продукции (x_5), %; темп (индекс) роста промышленного производства (x_6), %; инвестиции в основной капитал на душу населения (x_7), руб. на чел.; инвестиции в основной капитал на 1 руб. промышленной продукции (x_8), %; индекс физического объема инвестиций в основной капитал (x_9), %; доля организаций, выполнявших исследования и разработки, в общей численности организаций и предприятий (x_{10}), %; доля убыточных организаций в общей их численности (x_{11}), %; доля городского населения в общей численности (x_{12}), %; объем инновационной продукции на одного занятого в экономике макрорегиона (x_{13}), руб. на чел.

По исходным 14-ти показателям и 49-ти наблюдениям произведен расчет корреляционной матрицы. Анализ коэффициентов корреляции показывает, что отобранные показатели в целом находятся в тесной связи. По некоторым показателям связь оказалась относительно слабой, однако они были оставлены для проведения компонентного анализа. Значимость корреляционной матрицы проверена применением критерия Уилкса. Значимость корреляционной матрицы подтверждается при $\chi_H^2 > \chi_{\alpha, \nu}^2$, где χ_H^2 – наблюдаемое значение критерия Уилкса – χ^2 , а $\chi_{\alpha, \nu}^2$ – табличное значение χ^2 -распределения при заданном уровне вероятности ошибки α и числе степеней свободы ν . В нашем случае получается, что $\nu = 91$, а вероятность ошибки на уровне $\alpha = 0,05$. Табличное значение критерия Уилкса составляет $\chi_{0,05,91}^2 = 114,268$, расчетное значение составило – $\chi_H^2 = 566,892$. Следовательно, корреляционная матрица значима, и результаты факторного анализа методом главных компонент отличаются надежностью.

В результате компьютерной обработки исходных данных методом главных компонент реализован переход от 14-ти базовых показателей к 5-ти обобщающим (главным компонентам), объясняющим более 83% вариации исходной информации. Оставшиеся 9 главных компонент не получили аналитическое применение в виду того, что их вклад в суммарную вариацию исходной информации оказался менее 17 %, т.е. в среднем каждая из главных компонент объясняет менее 2 % общей вариации.

Первоначально полученная факторная матрица не позволила провести содержательной интерпретации выделенных компонент, в связи с чем было произведено вращение факторной матрицы. Факторные матрицы со значениями вкладов главных компонент в общую дисперсию до и после вращения приведены в табл. 1.



В результате вращения получена более четкая структура факторной матрицы, так как произошло перераспределение вклада главных компонент. За счет снижения вклада первой главной компоненты вклад оставшихся пяти компонент в отдельности распределился равномерно.

Таблица 1

Матрица факторных нагрузок

Показатели	Факторы до вращения					Факторы после вращения				
	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5
Y	0,604	0,358	-0,653	0,119	0,095	0,910	0,134	0,071	0,298	0,051
x_1	0,663	0,306	0,431	0,218	-0,301	0,156	0,853	0,259	-0,178	0,077
x_2	0,604	0,318	0,678	0,409	-0,073	-0,236	0,309	0,01	-0,784	0,065
x_3	0,412	-0,353	-0,326	-0,342	-0,308	0,027	0,211	0,006	0,738	-0,15
x_4	0,602	0,026	0,649	0,202	0,239	-0,044	0,488	0,746	-0,288	0,059
x_5	0,751	-0,056	0,307	-0,165	-0,286	-0,036	0,730	0,370	0,309	0,062
x_6	0,09	0,660	0,234	-0,576	-0,016	-0,01	0,233	-0,078	0,017	0,878
x_7	0,246	0,634	-0,575	0,362	0,119	0,937	0,017	-0,165	-0,146	0,103
x_8	- 0,600	0,545	0,096	0,287	-0,039	0,049	-0,152	-0,488	-0,669	0,198
x_9	- 0,102	0,598	0,044	-0,371	0,514	0,187	-0,295	0,117	-0,170	0,780
x_{10}	0,580	-0,546	0,381	-0,100	0,342	-0,241	0,149	0,860	0,247	-0,161
x_{11}	0,05	-0,781	-0,279	0,301	0,041	-0,056	-0,238	0,187	0,278	-0,782
x_{12}	0,797	0,016	-0,156	0,145	0,497	0,589	0,113	0,734	0,168	-0,014
x_{13}	0,684	0,483	-0,217	0,042	-0,393	0,592	0,690	-0,085	0,207	0,166
Вклад компонент	3,817	3,086	2,385	1,221	1,14	2,588	2,39	2,372	2,166	2,135
Σ дисперсия, %	27,3	49,3	66,4	75,0	83,2	18,5	35,6	52,5	67,9	83,2

Принципиальное значение имеет оценка взаимосвязей выделенных базовых показателей с выделенными главными компонентами, которая позволяет определить экономическое содержание полученных главных компонент (табл. 2).

Опираясь на приведенные в табл. 2 данные, участвующие в формировании первой главной компоненты показатели на 92,9% определяют величину дисперсии исходных показателей. При этом вклад F_1 в суммарной вариации исходных показателей, определяющих экономическое развитие РФ и ее макрокругов, составил 18,5%. Поскольку в формировании первой главной компоненты преобладают среднечеловеческие показатели инвестиций в основной капитал и промышленной продукции, а также ре-



зультат инновационной деятельности на одного занятого, последняя определена как фактор человеческого капитала (в промышленном развитии).

Таблица 2

**Формирование главных компонент
и их экономическая интерпретация**

Компонента	Формирующие главную компоненту показатели	\sum дисперсия, %	Экономическая интерпретация
F_1	Инвестиции на душу населения (x_7 , 0,937), объем промышленной продукции на душу населения (Y , 0,91), объем инновационной продукции на одного занятого в экономике МР (x_{13} , 0,592), удельный вес городского населения в общей численности (x_{12} , 0,589)	92,9	Человеческий фактор
F_2	Доля технологических затрат на 1 руб. инновационной продукции (x_1 , 0,859), доля инновационной продукции в расчете на 1 руб. промышленной продукции (x_5 , 0,73), объем инновационной продукции на одного занятого в экономике МР (x_{13} , 0,69), доля персонала, занятого исследованиями и разработками (x_4 , 0,488)	83,1	Инновационный фактор
F_3	Доля организаций, выполнявших исследования и разработки в общей их численности (x_{10} , 0,86), доля персонала, занятого исследованиями и разработками в общей численности занятого населения (x_4 , 0,746), удельный вес городского населения (x_{12} , 0,734), инвестиции в основной капитал в расчете на 1 руб. промышленной продукции (x_8 , -0,488)	87,4	Структурный фактор
F_4	Доля затрат на технологические инновации в объеме отгруженной продукции инновационно-активных организаций (x_2 , -0,784), доля вновь внедренной продукции в общем объеме инновационной продукции (x_3 , 0,738), инвестиции в основной капитал в расчете на 1 руб. промышленной продукции (x_8 , -0,669), доля инновационной продукции в расчете на 1 руб. промышленной продукции (x_5 , 0,309)	83,7	Инвестиционный фактор
F_5	Темп роста промышленного производства (x_6 , 0,878), доля убыточных организаций в общей их численности (x_{11} , -0,782), индекс физического объема инвестиций в основной капитал (x_9 , 0,78)	82,1	Институциональный фактор

Показатели, участвующие в формировании второй главной компоненты, полностью отражают инновационную деятельность регионов и на 83,1% определяют суммарную дисперсию исходной системы показателей, объясняемую F_2 (на 17,1%). Исходя из этого, вторая главная компонента определена как инновационный фактор экономического развития.

В третью главную компоненту (F_3) с высокими факторными нагрузками входят показатели, характеризующие структурное распределение организаций макрорегионов в общей их численности, персонала, занятого исследованиями и разработками, в общей численности занятого в экономике макрорегиона населения. Выделенные пока-



затели на 87,4% определяют суммарную дисперсию исходных показателей, объясняемую главной компонентой F_3 (на которую приходится 16,9% общей дисперсии). Исходя из содержания комбинации показателей, формирующих главную компоненту F_3 , последняя получила определение структурного фактора экономического развития.

Показатели, формирующие четвертую главную компоненту (F_4), отражают их обусловленность инвестиционными источниками финансирования. В частности, динамика затрат на технологические инновации и изменение удельного веса новых видов продукции в существенной мере зависят от масштабной инвестиционной поддержки. Эти показатели вместе с показателями инвестиций в основной капитал на 1 руб. промышленной продукции и объема инновационной продукции, приходящейся на суммарную величину промышленной продукции, на 83,7% определяют суммарную дисперсию, объясняемую четвертой главной компонентой (на 15,4%). Исходя из этого, F_4 получает экономическое объяснение инвестиционного фактора экономического развития.

Совокупность показателей, определяющая экономическое содержание пятой главной компоненты (F_5), образует фактор, характеризующий институциональное обеспечение экономического развития. Такие показатели, как динамика промышленного производства, инвестиции в основной капитал и доля убыточных организаций в общей их численности, и их изменение определяются эффективностью действия регламентирующих правил и законодательных нормативов стимулирования промышленного роста и привлечения дополнительных инвестиций в производство. Кроме того, важную роль играют государственные институты, содействующие успешной реорганизации и реструктуризации убыточных производственных предприятий с целью их вывода из кризисного состояния (банкротства) и обеспечивающие условия для дальнейшей деятельности. Комбинация перечисленных показателей на 82,1% определяет суммарную дисперсию, объясняемую пятой главной компонентой (на 15,3%). Последняя интерпретируется как институциональный фактор экономического развития.

Предлагаемая методическая посылка многомерного факторного анализа экономического развития РФ с позиции ее крупных макрорегиональных субъектов не ограничивается вычислением факторной матрицы и ее интерпретацией. Целесообразно представить количественное выражение выявленных латентных факторов экономического развития. В соответствии с результатами факторного анализа получены значения пяти главных компонент. По своему составу главные компоненты содержат 49 элементов, отражающих их в пространственно-временном аспекте. Элементами главных компонент являются факторные веса, характеризующие степень проявления закономерности экономического развития определенного макрорегиона в конкретном году ретроспективного периода.

Опираясь на полученные значения факторных весов, можно провести группировку макрорегионов по степени проявления в них выявленных закономерностей. Возможна следующая группировка макрорегионов по каждой главной компоненте: макрорегионы, характеризующиеся отрицательными значениями элементов главных компонент в данном году (худшие); макрорегионы, характеризующиеся средними значениями факторных весов за данный год (средние); макрорегионы, характеризующиеся высокими положительными значениями элементов главных компонент (лучшие). В данном исследовании анализ позволил выявить влияние отдельных факторов на рост среднедушевого показателя макрорегионального продукта.

Данные рис. 1 показывают, что использование человеческого фактора в Южном и в меньшей степени Сибирском макрорегионах отрицательно сказывалось на росте среднедушевого показателя валового макрорегионального продукта, т.е. данный фактор использовался неэффективно. К макрорегионам со среднепозитивным влиянием человеческого фактора относились Северо-Западный, Дальневосточный, Центральный и Приволжский федеральные округа. Уральский макрорегион оказался лучшим с точки зрения использования человеческого фактора, что проявилось в его существенном влиянии на рост валового макрорегионального продукта на душу населения. Последнее обстоятельство можно объяснить преобладанием отраслей промышленности по

добыче и переработке нефтегазовых ресурсов и занятостью населения Уральского макрорегиона в данном секторе экономики и инфраструктурных отраслях.

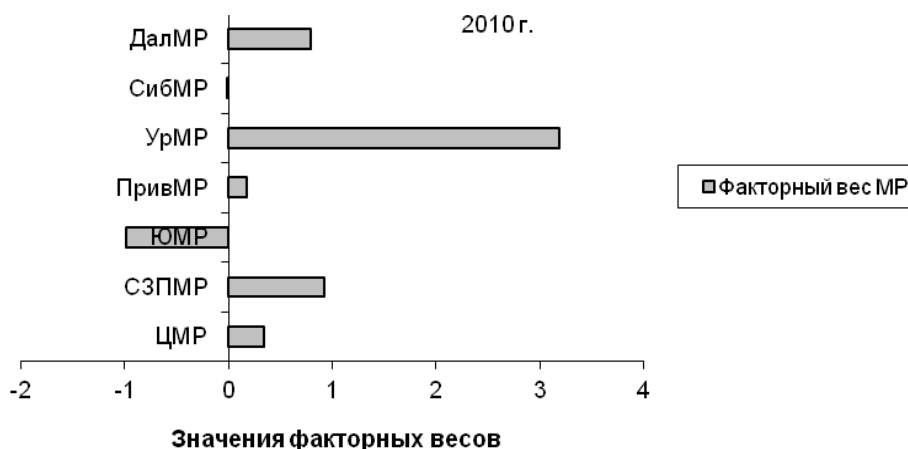


Рис. 1. Распределение макрорегионов по степени влияния фактора человеческого капитала на среднедушевой показатель валового макрорегионального продукта в 2010 г.

Распределение макрорегионов по степени влияния инновационного фактора в экономическом развитии представлено на рис. 2.

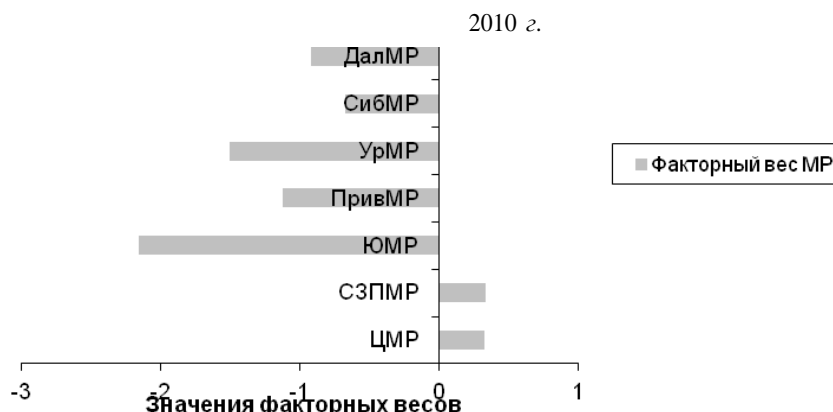


Рис. 2. Распределение макрорегионов по степени влияния инновационного фактора на среднедушевой показатель валового макрорегионального продукта в 2010 г.

Как видно из анализа представленных на рис. 2 данных, инновационный фактор во всех макрорегионах, кроме Центрального и Северо-Западного, не обеспечивал увеличение валового макрорегионального продукта на душу населения, более того, влияние данного фактора в большинстве макрорегионов оказалось отрицательным. Это объясняется их низкой инновационной активностью. Положительное влияние указанного фактора наблюдается в Центральном и Северо-Западном федеральных округах.

Аналогичным образом в проведенном исследовании выявлено влияние остальных компонент на рост среднедушевого показателя макрорегионального продукта (структурного, инвестиционного и институционального факторов). Так, среднепозитивным влиянием структурного фактора характеризуются Центральный, Южный и Северо-Западный федеральные округа (максимальное влияние данного фактора – в Приволжском и Уральском федеральных округах). Особой инертностью структурных преобразований характеризуются Дальневосточный и Сибирский макрорегионы, что возможно объяснить преимущественно моноструктурным характером экономического



развития (добыча и промышленная переработка цветных металлов). Влияние этого фактора характеризуется как отрицательное.

Инвестиционный фактор в Центральном и Южном макрорегионах отрицательный, что возможно объяснить высокой долей инвестиций в основной капитал в г. Москва в инфраструктурных отраслях и сравнительно низким удельным весом инвестиций в промышленности. В большей части регионов Южного федерального округа источником финансирования инвестиций являются бюджетные средства, которые недостаточны для обеспечения высоких темпов экономического роста. Наибольшее влияние инвестиционного фактора зарегистрировано по результатам расчетов в Сибирском макрорегионе. Умеренно положительное влияние данного фактора отмечается в Приволжском, Уральском, Дальневосточном и Северо-Западном макрорегионах.

Институциональные условия в Северо-Западном, Сибирском и Центральном макроокругах способствовали росту валового макрорегионального продукта. Отрицательное влияние по данным расчетов регистрируется в Южном и Дальневосточном, а также Уральском и Приволжском макроокругах.

Таким образом, для выявления влияния латентных факторов на экономическое развитие макрорегионов и разработки на этой основе адекватных мер государственного регулирования целесообразно применение методов многомерного анализа, что позволяет выявить пространственно-динамические закономерности, установить степень влияния факторов на валовой макрорегиональный продукт, определить угрозы и различия, тенденции и потенциалы экономического развития макроокругов.

Литература

1. Айвазян, С.А. Прикладная статистика и основы эконометрики / С.А. Айвазян, В.С. Мхитарян. – М.: Юнити, 1998. – 656 с.
2. Буянова, М.Э. Риски развития макрорегионального хозяйства: выявление и регулирование / М.Э. Буянова. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2008. – 539 с.
3. Буянова, М.Э. Выявление и идентификация рисков развития макрорегионов (на примере регионов ЮФО) / М.Э. Буянова // Управление риском. 2007. № 2 (42). – С. 11-18.
4. Буянова, М.Э. Этноэкономические риски развития Юга России / М.Э. Буянова, О.В. Иншаков, О.А. Ломовцева // Региональная экономика: теория и практика. 2007. № 10 (49). – С. 3-12.
5. Калинина, А.Э. Антикризисное регулирование экономики региона: мониторинг и политика мобилизации / А.Э. Калинина, О.В. Иншаков, В.О. Мосейко. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2010. – 328с.
6. Калинина, А.Э. Развитие информационного пространства региональной хозяйственной системы / А.Э. Калинина. – Волгоград: Изд-во Волгу, 2005. – 360с.
7. Калинина, А.Э. Информационный механизм развития региональных хозяйственных систем / А.Э. Калинина, Е.А. Петрова // Региональная экономика: теория и практика. 2008. № 11 (68). – С. 57-64.
8. Кузнецова, В.Е. Исследование зависимостей макроэкономических показателей региона / В.Е. Кузнецова, В.А. Сивелькин, В.С. Мхитарян // Вопросы статистики. 2001. №9. – С. 16-20.
9. Лоули, Д. Факторный анализ как статистический метод / Д. Лоули, А. Максвелл. – М.: Мир, 1967. – 144 с.
10. Мау, В. Политические и правовые факторы экономического роста в Российских регионах / В. Мау, К. Яновский // Вопросы экономики. 2001, №11. – С. 23-28.
11. Ульянов, И.С. Текущие экономические показатели: некоторые результаты факторного анализа / И.С. Ульянов // Вопросы статистики. 2000. № 2. – С.26-30.
12. Факторы экономического роста в регионах РФ / С. Дробышевский. – М.: ИЭПП, 2005. – 277с.
13. Харман, Г. Современный факторный анализ / Г. Харман. – М.: Статистика, 1972. – 486 с.
14. Хохлова, О.А. Прогнозирование основных индикаторов экономического развития региона / О.А. Хохлова // Вопросы статистики. 2007. N 2. С.50-57.



MULTIFACTORS ANALISYS OF THE ECONOMIC DEVELOPMENT OF MACROREGIONS IN RUSSION FEDERATION

V. S. BARAKOV

Volgograd State University

e-mail:
vlbarakov@mail.ru

In the article the possibility of application of multivariate statistical analysis is substantiated to identify latent patterns macro-regional economic development and the development of practical management recommendations on these basis. The possibility of using simulation technology is shown on the basis of spatial-temporal indicators to determine the effect of exogenous and endogenous genetic factors on the economic development macro-regions. This article examines the relative influence of human dynamics, innovation, structural, investment and institutional factors on the economic development of the macro-regions.

Keywords: statistical analysis, principal component analysis, the economic development of macro-regions.



РЕГИОН В КОНТЕКСТЕ ОБЩЕСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ И ЭВОЛЮЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ МЫСЛИ

О. А. ЛОМОВЦЕВА

*Белгородский
государственный
национальный
исследовательский
университет*

e-mail:

lomovceva@bsu.edu.ru

В статье рассмотрены концептуальные вопросы формирования и развития регионалистики как объективного процесса. С одной стороны, изменяются приоритеты экономической активности по регионам мира, что требует выявления закономерностей и определения факторов специализации. С другой стороны, действуют интеграционные механизмы страновых (национальных) экономик, призванные обеспечивать целостность и гарантии сближения уровней развития отдельных территорий. Автор использует концепции экономических циклов для подтверждения трансформационных процессов в региональных экономиках, а также рассматривает ряд современных представлений о регионе, позволяющих синтезировать представление о нем как о социоприродохозяйственной системе.

Ключевые слова: регион, экономическая активность, теории региональной экономики, региональный рынок, воспроизводственный подход, региональная социоприродохозяйственная система.

Современная рыночная экономика, в рамках которой функционируют хозяйства многих стран мира и на которую ориентирована российская модель развития, впитала в себя механизмы самоорганизации, основанные на свободном предпринимательстве, а также механизмы направляемого развития и ограничения меры допустимой активности. При этом экономическая целесообразность традиционно учитывала природно-ресурсный фактор, который на протяжении многих веков являлся безусловным императивом хозяйственной деятельности. Подчиняясь ему, очаги экономической активности, в большей или меньшей степени воздействовавшие на развитие различных районов земного шара, сменяли друг друга на протяжении всей мировой истории. Французский экономист Жак Пирен, например, объяснял это на ранних стадиях ролью моря в зарождении и развитии различных цивилизаций [2]. Так, в Древнем мире (начиная с 3-го тысячелетия до н.э.) центры экономической активности формировались вокруг Средиземного моря: вначале египтяне – Карфаген, затем Венеция, контролировавшая путь в Балтику. Португальцы привели в упадок Венецианскую республику, открыв путь из Индии через Красное море в Лиссабон, удешевив перевозимые пряности в пять раз, после чего центр мировой торговли (читай – экономики) переместился со Средиземного моря на европейское побережье Атлантики, в Западную Европу, что обусловило бурное развитие городов, торгового капитала (Антверпенская, Лионская ярмарки, биржи XVI века). После Португалии, открывшей в XV веке Америку, центрами становились Голландия, в XVII веке – Великобритания. Конец XVIII – начало XIX вв., ознаменованные промышленной революцией, выдвинули вперед Германию, применявшую передовые технологии в химии, электричество.

С начала XX века доминирующим центром мировой экономической активности стали США. Однако в американской экономике этого периода стала явно проследиваться цикличность. В 1932 г. промышленное производство США сократилось почти на 50 %, что потребовало серьезных государственных вмешательств в действие чисто рыночных механизмов. С приходом к власти президента Ф.Т. Рузвельта начались глубокие экономические реформы, усилившие регулируемую функцию государства.

После второй мировой войны начался бурный экономический рост в странах Дальнего Востока и Юго-Восточной Азии и экономическая активность переместилась с берегов Атлантики на берега Тихого Океана. В частности, национальная экономика Японии после поражения во второй мировой войне находилась в состоянии хаоса. Инфляция к 1952 г. достигала 1500 % от послевоенного уровня. Реформы, начавшиеся



в 1946 году, позволили осуществить выкуп помещичьих земель государством и продажу ее арендаторам – крестьянам. Была прекращена поддержка военных заводов, убыточных предприятий. В сочетании с введением гибкой системы налогообложения и кредитных льгот это уже в 1990 году дало прирост валового национального продукта на душу населения в размере 5-6 % против 0,9 % в США. Тем не менее после этих преобразований государственная политика смягчилась и перешла к системе «дерегулирования».

Другой феномен – Китай – в 80-90-е годы начал проводить экономическую политику развития рыночных отношений с одновременным сильным государственным контролем. Частный капитал был допущен в сферу торговли и обслуживания, созданы свободные экономические зоны, для притока иностранного капитала были открыты 14 морских портов. При этом государственный сектор остался доминирующим. Результаты этой политики хорошо известны, широко обсуждаемы, спорны, однако очевидным является прорыв социально-экономической системы Китая в мировые лидеры по темпам роста ВВП, объемам НИОКР, росту доходов населения и другим параметрам. Схожая ситуация наблюдается в последнее десятилетие в Южной Корее, Индии которые постепенно завоевывают лидирующие позиции на рынках высокотехнологичных товаров.

Изучение эволюции мировых центров экономической активности позволяет выявить главные факторы и условия, необходимые для развития. Оно помогает уяснить причины неудач и отставания слаборазвитых стран.

Прежде всего необходимо отметить, что конкретные проявления развития регионов мира и их социумов, помимо влияния современных условий, содержат еще признаки стадийности (цикличности) эволюции глобальной общественной системы. В основе гипотезы лежит естественно-исторический подход, включающий в себя типологические и эволюционные принципы общественного развития, признание сходства отдельных регионов в строении производительных сил. Речь идет о подобии пространственных социально-экономических явлений и процессов. Общественные механизмы столь универсальны, что если и приводят к разным результатам на разных этапах развития под влиянием какого-либо субъективного фактора, все же способны осуществлять общую тенденцию. Подобный подход использовался при изучении закономерностей пространственной организации производительных сил (территориальной концентрации и диффузии) в так называемой концепции «центр-периферии» (Дж. Фридман и К. Уивер) и в теории поляризованного развития (Ф. Перру, У. Аюрдаль) [8].

Движущей силой, обеспечивающей постоянное общественное развитие и воспроизводство, по мнению Фридмана, является генерирование в некоем пространственном ядре (центре НИОКР) новшеств (новаций), а затем их диффузии на периферию. Под воздействием НТП концентрируются новые наукоемкие отрасли и производства, идет перманентная структурная перестройка экономической базы и связанной с ней социальной; отрасли, не соответствующие требованиям НТП, вытесняются на периферию, идет диффузия устаревших нововведений, что играет, в свою очередь, роль импульсов роста в передаче их от центра к периферии, способствуя развитию последней.

Если использовать известные зависимости между стадиями развития экономики и характером регионального развития, такие как большие циклы Кондратьева, стадии Фридмана и фазы расселения Джиббса, то можно дать наглядное представление смены и чередования тенденций в экономико-территориальном развитии и объяснить асинхронность развития отдельных регионов (см. табл. 1).

Вначале происходит зарождение и диффузия инноваций № 1 (индустриализация и ее экономическая эффективность), затем зарождение и расширение инноваций № 2 (НТП и «тертиаризация» хозяйства с его социально-экономическими последствиями).

Как уже отмечалось выше, мировой процесс развития имел характер экспансии на территории мира крайне неравномерно, по мере подготовки стартовых условий. Например, при мануфактурном типе производства города имели, в основном, административно-торговые функции с первоначальным накоплением капитала. Происходило нарастание территориальных контрастов в расселении и производстве, что соответствует 1 стадии Фридмана, «нулевому» кондратьевскому циклу и переходу от I ко II фазе расселения по Джиббсу.



Таблица

Сравнительная характеристика циклов Кондратьева, фаз Джиббса, стадий Фридмана [сост с исп. 3]

Характеристики	Доиндустриальная эпоха		Индустриальная эпоха			Постиндустриальная эпоха	
	0-й цикл	1-й цикл	2-й цикл цикл	3-й цикл	4-й цикл	5-й цикл	6-й цикл
Волны Кондратьева (I, II, III)	Генерирование инноваций		№ 1 (индустриализация)			Диффузия инноваций № 1 Генерирование инноваций № 2	Диффузия инноваций № 2
Фазы расселения по Джиббсу	I (первая)	II (вторая)	III (третья)			IV (четвертая)	V (пятая)
Стадии Фридмана	1 (первая)	2 (вторая)	3 (третья) 1 стадия Ф"			4 (четвертая) 2 стадия Ф"	3 стадия Ф"

Далее историко-эволюционный процесс шел по пути экспансии промышленности, что происходило за счет выкачивания (оттока) трудовых и материальных ресурсов из периферии. Доминирующими стали центробежные тенденции, росла концентрация экономической деятельности и на уровне отдельных географических районов, и на межрайонном уровне. Увеличивалось число и разнообразие промышленных районов, узлов, центров, региональное развитие шло по пути межрайонной поляризации, что соответствует стадии 2 Фридмана, 1, 2, 3-го циклов Кондратьева, II и III фазам Джиббса. В Западной Европе, например, этот процесс продолжался полтора столетия, в течение которых сформировались основные мегаядра с высоким уровнем экономического потенциала, инфраструктурой, населением [8].

Новая фаза связана с развитием НТР и продолжением промышленного освоения территорий, в процессе которого ведущие городские центры генерируют инновации для всего региона. Инновации выталкиваются на созревшую для них периферию. Одновременно действуют две тенденции: центростремительная, стягивающая население региона в урбанизированные районы, и центробежная, т.е. его рассредоточение в пределах агломераций. Это характеризует IV фазу расселения, 4-й кондратьевский цикл, для которых свойственна активная «тертиаризация» экономической структуры городов, а затем и субурбанизация. Таким образом, ускоряется индустриализация внешней периферии, осуществляется ее отход от отраслей первичного сектора (сырьедобывающего).

Следующий этап связан с тенденцией 5-го большого цикла: по мере наращивания потенциала НТП наукоемкие отрасли распространяются вширь, образуя новые рычаги. Промышленные функции продолжают вытесняться из центральных районов, вызывая расползание центров (эффект «плесени апельсина»). Это усиливает центробежные тенденции, поскольку отмечается опережающий рост экономической активности на перифериях о сравнению с центром, в сельской местности по сравнению с городской, в малых и средних городах о сравнению с крупными. Это получило название контрурбанизации и стало новым этапом в расселении, вызывая изменение в занятости (V фаза Джиббса). Новые процессы повторяют стадии 1и 2, а в будущем стадию 3 Фридмана (Ф"), что ведет к сплошному развитию внутри региона.

Характер регионального развития в настоящий период определяется, с одной стороны, территориальной концентрацией новых «элитарных» отраслей и, с другой – выравниванием различий по большинству территориальных показателей. Начало новой постиндустриальной эпохи воспроизводит на новом уровне всю систему отношений между центром и периферией, с законченной сменой стадий, первоначально выделенных Дж. Фридманом для индустриальной эпохи: субурбанизация крупнейших



городских районов, которая спустя некоторое время распространяется и на межрайонный уровень.

Происшедшая в период 3-го цикла смена парадигмы общественного развития представляет собой ни что иное, как «восхождение от экономического районирования к общественному, от территориальной организации производительных сил с их ресурсами до общественной» [5]. Это соответствует переходному к 4-му большому циклу Кондратьева, ведущему далее к социо-культурным, социо-информационным трансформациям, типу постиндустриального размещения производительных сил и формирования региональных социоприродохозяйственных систем на макро- и микроуровнях. В переходный период не исключаются «пульсация» структур разных уровней иерархии, кризис и ренессанс старых центров, рост влияния транснациональных корпораций на региональное развитие. Это выдвигает в качестве приоритетной способность региона к самообновлению и адаптации, генерированию НТП. Степень прогрессивности развития региона измеряется не просто долей старого и нового, а соотношением креативных и адаптивных, творческих и исполнительских функций [3].

Смена эпох общественного развития, фаз эволюции расселения, динамика индустриальных циклов сопровождается появлением новых очагов роста, ускоренной структурной перестройкой, упадком старых районов, центров. Наиболее устойчивыми являются независимые от конъюнктуры районы, имеющие диверсифицированную структуру экономики. В свою очередь, смена типов регионального развития сопровождается изменением его функций [4]. Прежде всего, эти функции направлены на избежание деградации и сохранение возможности для дальнейшего развития. Для этого любой регион должен обладать рядом общих свойств. *Первое свойство* – способность обеспечить раскрытие личностей людей, живущих в нем, их талантов, интеллектуальных возможностей, воли. Это нужно для создания новых технологий, выработки нового взаимоотношения с природой, новой социальной организации. Теперь уже не количество произведенной продукции и даже не ее качество является мерилем развития региона и его международного рейтинга. При современном уровне обмена информацией почти все ноу-хау быстро становятся известными всем. А вот воспроизводить, тиражировать эти достижения техники оказывается значительно труднее. Это зависит от общей культуры, образованности народов, порождающих и необходимую дисциплину труда, от способности социумов раскрывать потенциальные творческие способности граждан [5].

Второе свойство: государство должно обеспечивать высокий уровень социальной защищенности личности, поскольку раскрытие творческого созидательного потенциала нации требует определенной социальной стабильности и общественных компромиссов, смягчающих противостояния, рождаемые социальным неравенством. С одной стороны, общественные институты обеспечивают свободу раскрытия личности, с другой стороны, различия людей порождают неравенство.

Сочетание этих свойств затруднено сложностью связей, объемом информации, неопределенностью последствий, поэтому необходимо новое понимание управленческого воздействия, обеспечивающего скорее не управляемое, а направляемое развитие социоприродохозяйственных систем. Воздействия необходимы лишь для того, чтобы поддержать желаемые тенденции или избежать тех или иных нежелательных событий (катастроф), способных увести развитие в сторону. Иными словами, не жесткое управление с точно поставленными целями, а направление естественных процессов самоорганизации в желаемое русло развития, которое обеспечивает стабильность общественной жизни. Используя образное сравнение, можно сказать об использовании «принципа кормчего», описанного Н.Н. Моисеевым, нашего замечательного современника, активного деятеля международного экологического движения, ученого, известного как разработчика математических моделей последствий ядерной войны. Согласно этому принципу, кормчий, стремясь достичь своей гавани, не должен рассчитывать только на свои силы, а и на силы природы тоже – течений, ветра, чтобы достичь желаемой цели. И уж во всяком случае не направлять свой корабль наперекор потоку [4].



Таким образом, мы подошли к осознанию роли «кормчего» – человека – в развитии общества [5]. В зарубежной и отечественной литературе встречается большое количество публикаций, освещающих эту проблему. В первую очередь, интересными в этой связи являются труды, в которых ведется дискуссия о роли человеческого капитала в моделях роста, общественного развития [1]. В них представлены различные подходы: от институциональных концепций становления рыночной экономики и моделей Г. Мюрдаля до новых моделей роста Р. Солоу, Р. Лукаса и других [6]. Постепенная эволюция взглядов показывает, что развитие – это многомерный процесс, включающий изменения в технической, экономической, социальной и других сферах. Из них следует, что любой регион мира в современном понимании складывается как социоприродохозяйственная система, принципиальной особенностью которой является доминирование человека, социально активного элемента, что отличает его поведение от функционирования других, например, технических систем. Основное в этом поведении: объединение людей с одновременным сохранением особенностей; способность к переменам, переустройству; стремление к стабильности, равновесию; дополняемость подсистем и изменение статуса и пр. [3]. Такое понимание региона актуализирует исследования в направлении выявления единства и многообразия в способах и векторах развития отдельных регионов мира. Н.Н. Моисеев назвал это проявлением закона дивергенции, рождающего множественность культур и чрезвычайное разнообразие ценностных шкал [4]. Несмотря на то, что техносфера кажется единой – европейцы, китайцы, американцы или индусы используют одни и те же машины – у них сложились совершенно разные представления о содержании жизни, разные устремления, разные традиции, разные шкалы ценностей. Образ мышления, стандарты жизни, нормы поведения, характер искусства у народов, даже живущих в одних и тех же географических условиях, никогда не бывают совершенно идентичными. Классический пример тому – республики Закавказья. Несмотря на однотипность природных условий, в которых живут азербайджанцы, армяне, грузины и другие кавказские народы, несмотря на близость, в которой они находятся не одно тысячелетие, культура каждого из этих народов продолжает сохранять свою самобытность [1]. И, несмотря на то, что возникли разнообразные формы коммуникаций, транспорта и связи, несмотря на растущую миграцию людей, несмотря на печать, телевидение и радио, – это разнообразие не сокращается.

В то же время существует и обратная тенденция: в современных условиях происходит определенная унификация, может быть не столько культур, сколько поведений. Возникают и некоторые стандарты общения.

Поэтому плюрализм духовных миров, культур и цивилизаций – явление многофакторное. Это – и традиции, и индивидуальные особенности, и, наконец, общие законы развития природы (как, например, уже упомянутый нами закон дивергенции) [3, 7].

Унифицировать развитие различных стран, регионов, локальных территорий мира, также как и культивировать различия, невозможно. Однако у общества есть некоторые правила поведения, которые всегда являются компромиссом двух противоположных начал – свободы и регламентации, иллюстрируемые сопоставлением структур организации общественной жизни термита и человека, почерпнутым нами из работ Н.Н. Моисеева [4]. По его определению, термитник представляет собой такую систему, где индивидуальное начало подавлено полностью. Всю его жизнь определяет только кооперативное начало – действия особи полностью подчинены реализации программы благополучия популяции, т.е. термитника. «Программы» благополучия отдельного насекомого не предусмотрено. Такое полное подчинение каждого термита раз и навсегда заданному способу действий оказалось чрезвычайно устойчивой формой разрешения противоречий «целое – часть». Совершенно иная ситуация в человеческом сообществе. Непрерывное усложнение трудовой деятельности ведет к разнообразию стереотипов поведения людей, основой устойчивости является разнообразие, диверсификация. Кооперативное начало проявляется в подчинении множества поведений общей цели или системе целей. Следовательно, общество способно влиять на отдельные свои подсистемы, их поведение и ограничивать крайние их проявления. Но верно и обрат-



ное – совокупность поведений подсистем формирует характер общества [5]. От того, насколько отдельные регионы способны будут преодолеть свой эгоизм, свою агрессию, будет зависеть облик и будущее государства и человеческого сообщества в целом.

Подобного рода размышления и развития экономической теории привели к формированию и выделению в отдельное направление исследований теории региональной экономики. Теория региональной экономики, основанная на междисциплинарном подходе, начала развиваться на Западе в 50-х годах XX века. Одним из первых апологетов этого синтетического научного направления стал известный американский ученый У. Изард, рассматривавший регион как целостную систему, обладающую и признаками относительно обособленного территориального образования, и признаками субъекта экономической деятельности (отношений), и признаками социальной общности людей, живущих на определенной территории [10]. Уже в тот период, по Изарду, регион стали понимать в науке как носителя особых социально-экономических интересов и, соответственно, формировать инструментарий исследований. Это направление получило бурное развитие и долгое время испытывало влияние смежных наук – экономической географии, размещения производительных сил, институциональная теория и др. – однако постепенно обретало контуры регионалистического характера. Так, в 60-х годах в нашей стране применение этих взглядов нашло в работах представителя новосибирской экономической школы, д.э.н., профессора Р.И. Шнипера, обосновавшего теорию регионального воспроизводственного процесса, в котором взаимодействуют рынки факторов производства [11]. Однако в условиях административно-командной экономики речь шла не столько о рынках как таковых, сколько об изучении тех или иных преимуществ территориального разделения труда и их использовании в системе отношений «государство-регион» и «регион-регион».

Современный период характеризуется как в мировой экономической мысли, так и в российской усилением феномена «регионализм общего рынка» [11, с.10]. Суть вышеназванного феномена состоит в том, что глобальная экономика понимается как система взаимодействий между региональными экономиками. Каждый из регионов связан не с абстрактной мировой экономикой, а с конкретными регионами мира либо прямыми, либо опосредованными экономическими связями. Прямые – через договоры о сотрудничестве, экспорт-импорт и пр., опосредованные – через транснациональный капитал, финансовые институты и пр. При этом, конечно, обозначаются государственные границы стран и регионов, формируется пространство общего национального рынка, однако административные границы в реальной жизни не совпадают с экономическими границами, поскольку последние обусловлены территориальной организацией рыночных процессов и межрегиональными экономическими связями. Именно это и называют *регионализмом общего рынка*.

В числе парадигм и концепций последних лет есть понимание региона как квазигосударства, как квазикорпорации, как социума, как рынка [12, с. 83-84].

Регион как *квазигосударство* представляет собой относительно обособленную подсистему государства и национальной экономики, одной из главных функций которого является регулирование экономики региона посредством взаимодействия федеральных и региональных властей, а также разных форм межрегиональных экономических отношений. Этот контекст в понимании сущности региона традиционно присутствовал в экономико-географическом направлении региональной науки.

Регион как *квазикорпорация* представляет собой крупный субъект хозяйствования, обладающий значительным ресурсным потенциалом, используя который регион конкурирует на рынках товаров, услуг, капитала. В условиях плановой экономики это направление практически не развивалось в отсутствие хозяйственной самостоятельности территориальных образований, но стало популярным в отечественной литературе 90-годов.

Регион как *социум* характеризуется общностью людей, живущих на определенной территории, которая обладает системой расселения, этно-культурными, социальными, экономическими, демографическими и другими параметрами, образующими



страты, социальные группы, их особые функции и интересы. Синтезу этих аспектов региональная наука изначально, с начала 50-х гг. уделяла большое внимание.

В последние годы в литературе стали заметными публикации, в которых регион рассматривается не только как субъект социальных, экономических, политических отношений, но и рыночных. Регион как *рынок* обладает уникальным предпринимательским климатом, в условиях которого функционируют рынки товаров, капитала, труда, природных ресурсов, информации, имеющие определенные границы (ареал).

Действительно, что есть современный регион как не система взаимодействующих, полиморфичных рынков, посредством которых только и возможно непрерывно воспроизводить производительные силы и производственные отношения на относительно самостоятельной и обособленной территории? Концептуально этот подход опирается на теорию рыночных потенциалов, приверженцами которой были немецкий ученый А. Шеффле, американские ученые У. Рейли, Д. Рэй и многие другие, а также открытия эффекта пространственного рыночного взаимодействия [9, с. 36-38.]. Это – своего рода «гравитационный» эффект, возникающий при взаимодействии масс различных потенциалов территории. Региональный рынок или регион в целом представляется в виде массы, а рыночные связи рассматриваются как взаимодействия масс. Отдельные элементы (частицы) массы подчиняются определенным законам, формируемым рынком в целом. Например, притяжение двух городских рынков прямо пропорционально численности населения этих городов и обратно пропорционально квадрату расстояния между ними. В целом же размер рыночного потенциала территории зависит от расстояния до региональных рынков, транспортных издержек, от размеров финансового потенциала регионов, с которыми имеется рыночное взаимодействие.

По сути, современный регион представляет собой обособленную часть народного хозяйства страны, в которой осуществляется полный цикл общественного воспроизводства по фазам (производство, распределение, обмен, потребление), по главным факторам производства (труд, земля, капитал), по результатам (региональный валовой продукт, национальный доход, рабочая сила, производственные отношения) [13, с. 6-7]. Вместе с тем он включает и воспроизводство рыночных отношений между субъектами региональных рынков различного типа и элементов производительных сил под влиянием региональных условий и факторов.

Региональный рынок автор определяет как территориальную организацию сферы обращения различных элементов ресурсного потенциала, где происходит согласование интересов производителей и потребителей. Поэтому региональная экономика предстает как система рынков, на которых обращаются совокупные ресурсы территории (природные, трудовые, материальные, финансовые, информационные). При этом региональные рынки выполняют не только функции обслуживания коммерческих сделок, но и становятся самостоятельной сферой, выполняющей районобразующую функцию. Такое расширительное понимание региона позволяет использовать свойства региона как системы, рассмотренные выше, сочетать самоорганизацию с регулирующими воздействиями для увеличения объемов валового регионального продукта, налоговых поступлений в региональные бюджеты, обеспечивать высокий уровень занятости населения и как результат – повышать уровень и качество жизни населения и эффективность экономики региона [9, с. 424]. А почему, собственно, не пойти в исследовании процессов регионального воспроизводства дальше, основываясь не только на одном из аспектов функционирования экономики региона – взаимодействии системы рынков, а раскрыть основу воспроизводства в регионе – наличие тех или иных природных и человеческих ресурсов. Возможно, это позволит установить взаимообусловленность развития всех сфер жизнедеятельности региона, рассмотреть динамику рынков, определить «коридорные» параметры их функционирования в увязке с элементами воспроизводственной основы региона, избежать перекосов и сбалансировать нагрузку на территорию (например, порождения таких субрегионов-монстров, как Москва и др.). Рыночная зрелость –



не абсолютный критерий развитости региона, стремление к самодостаточности должно сопровождаться ограничением активности (в т.ч. и экзогенным, со стороны государства) в интересах как самого региона, так и таксономической системы более высокого порядка, включая общество в целом. Возможно, тогда от «регионов России» можно будет перейти к «России регионов», сильной и многообразной в едином пространстве национальной экономики.

Литература

1. Иншаков, О.В. Социоприродохозяйственные контуры регионального человеческого развития / О.В. Иншаков, М.М. Гузев, О.А. Ломовцева, Р.А. Попов. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2001. – 68 с.
2. История мировой экономики. Хозяйственные реформы 1920-1990 гг. /А.Н. Макарова и др. – М.: Наука, 1995. – 356 с.
3. Ломовцева, О.А. Планирование и прогнозирование региональной социоприродохозяйственной системы / О.А. Ломовцева. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 1998. – 342 с.
4. Моисеев, Н.Н. Расставание с простотой / Н.Н. Моисеев. – М.: Аграф, 1998. – 480 с.
5. Моисеев, Н.Н. Универсум. Информация. Общество / Н.Н. Моисеев. – М.: Устойчивый мир, 2001. – 200 с.
6. Нуреев, Р.М. Экономика развития: модели становления рыночной экономики / Р.М. Нуреев. – М.: ИНФРП-М, 2001. – 239 с.
7. Реймерс, Н.Ф. Экология: теории, законы, правила, принципы и гипотезы / Н.Ф. Реймерс. – М.: Россия Молодая, 1994. – 367 с.
8. Грицай, А.В. Центр и периферия в региональном развитии / А.В. Грицай, Т.В. Иоффе, А.И. Трейвиш. – М.: Наука, 1991. – 168 с.
9. Новоселов, А.С. Теория региональных рынков / А.С. Новоселов. – Ростов-на-Дону; Новосибирск, 2002. – 448 с.
10. Изард, У. Методы регионального анализа: введение в науку о регионах / У. Изард. М., 1966. – 660 с.
11. Шнипер, Р.И. Регион: экономические методы управления / Р.И. Шнипер. – Новосибирск, 1991. – 308 с.
12. Гранберг, А.Г. Основы региональной экономики / А.Г. Гранберг. М., 2000. – 584 с.
13. Шабунина, И.М. Теория и практика региональной экономики / И.М. Шабунина, О.А. Ломовцева, М.Ю. Трубин. Волгоград, 1996. – 180 с.

REGION IN THE CONTEXT OF SOCIAL DEVELOPMENT AND THE EVOLUTION OF ECONOMIC THOUGHT

O. A. LOMOVCEVA

*Belgorod National
Research University*

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

The article considers the conceptual questions of formation and development of regional studies as an objective process. On the one hand, the priorities of economic activity change across regions of the world that requires identification of patterns and factors of specialization. On the other hand, operate integration mechanisms of country (national) economies that are designed to ensure the integrity and guarantees convergence of levels of development of individual territories.

The author uses the concept of economic cycles for confirmation of transformation processes in the regional economies and also considers a number of modern ideas about the region, to synthesize the representation about it as about socio-environmental-economic system.

Keywords: region, economic activity, theories of regional economy, regional market, reproduction approach, regional socio-environmental-economic system.



ПРИГРАНИЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИНТЕГРАЦИИ РЕГИОНОВ СНГ

В. И. ШКРОМАДА
А. О. ЛЕБЕДЕВ

*Белгородский
государственный
национальный
исследовательский
университет*

e-mail: shkromada@bsu.edu.ru

e-mail: aleh@alen.su

В статье определяется сущность приграничного сотрудничества как составляющей экономической интеграции регионов СНГ. Разработана таблица соотношений количественных характеристик приграничных регионов России и стран-соседей. Выявляются перспективы интенсификации приграничного сотрудничества Белгородской области с соседними регионами Украины.

Ключевые слова: экономическая интеграция, приграничное сотрудничество, межрегиональное взаимодействие.

Межгосударственная экономическая интеграция продуктивно развивается при действии ряда необходимых предпосылок и прохождении определенного рода этапов развития. Кроме объективных причин, побуждающих страны интегрироваться в конкурентной рыночной среде, таких как глобализация, международное разделение труда, транснационализация бизнеса, всеобщий научно-технический прогресс, мировые финансово-экономические кризисы и пр., к факторам, усиливающим интеграционные процессы между странами, на наш взгляд, также относятся:

- устойчивые, исторически сложившиеся социо-культурные и экономические связи;
- сопоставимый уровень экономического развития;
- схожие системы хозяйствования и уклады;
- географическая близость интегрирующихся стран (близкое расположение и наличие общей сухопутной или морской границы);
- общность экономических интересов соседних стран и возможность более эффективного совместного решения конкурентных проблем.

Взаимопроникновение хозяйственно-экономической деятельности наиболее интенсивно идет на межрегиональном уровне, так как в рыночной экономике, при наличии правовой возможности, значительное количество фирм имеет контакты с фирмами соседних стран. И эти контакты тем теснее и шире, чем развитее вышеизложенные предпосылки. Наибольшая распространенность межфирменного экономического сотрудничества наблюдается в приграничных регионах соседних государств. Приграничное сотрудничество, по нашему мнению, является необходимой начальной составляющей межгосударственной экономической интеграции. Степень развитости приграничного сотрудничества двух стран-соседей одного макрорегиона определяет темпы межстрановой экономической интеграции на региональном уровне.

Актуальность задачи развития приграничного сотрудничества стран СНГ как двигателя межрегиональной интеграции определила цель исследования, направленную на выявление сущности данного понятия и перспектив интенсификации приграничного сотрудничества Белгородской области с соседними регионами Украины.

Особенности регионального развития приграничного региона требуют сосредоточения на его специфике, которая свойственна именно данному типу регионов и обусловлена особенностями конкретной территории. Фактор территориальности имеет основополагающее значение для изучения трансграничных межрегиональных взаимодействий и приграничного сотрудничества и занимает одно из первостепенных значений в блоке исследований региональной экономики. Специфику трансграничных взаимодействий определяет именно близость расположения соседних регионов, зачастую – общность природно-климатических условий хозяйствования и логистической инфраструктуры.

Единого подхода к содержанию категории «приграничное сотрудничество» в российской экономической науке до сих пор не выработано. При этом само понятие



употребляется в научных публикациях довольно часто, при этом не всегда даже определяется его категориальная сущность. Так, Н.П. Жук выделяет следующие походы к определению термина «приграничное сотрудничество».

Европейский подход, согласно которому данный вид межрегионального взаимодействия рассматривается с точки зрения перспективы единого «потенциального региона» [1, с. 188]. т. е. приграничное сотрудничество становится механизмом для достижения такого состояния социально-экономического пространства, которое становится потенциально единым. Специфической чертой европейского регионализма является то, что данный подход обусловлен выбором соответствующей интеграционной модели межрегиональных взаимодействий приграничных регионов.

Российский подход, анализируемый автором с опорой на мнения авторитетных ученых, настаивающих на необходимости учитывать специфику российских приграничных регионов и негативное влияние наличия границ на эффективность создаваемого единого экономического пространства. По нашему мнению, данный подход требует тщательной адаптации в российских условиях хозяйствования и специфики таможенного законодательства.

Следует согласиться с мнением И.И. Сигова, рассматривающего приграничное сотрудничество как «совокупность взаимодействий элементов триады «природа – население – хозяйство», а также соответствующих управляющих структур, относящихся к сопредельным приграничным регионам двух государств» [2, с. 198-199].

Заслуживает внимания выделенная Н.П. Жуком классификация сфер приграничного сотрудничества, включающая следующие составляющие для анализа:

- инвестиционное взаимодействие;
- международная интеграция;
- внешнеторговое взаимодействие;
- туризм;
- сотрудничество в области науки и образования;
- институциональное взаимодействие [1, с. 189].

На наш взгляд, выделение международной интеграции как одной из сфер приграничного сотрудничества в числе прочих, которые фактически являются формами международной интеграции, является несколько некорректным. К тому же, хотя сотрудничество в области образования непосредственно пересекается с взаимодействием в сфере науки, все же эти две сферы заслуживают, по нашему мнению, отдельного анализа. Несомненно, данная классификация была бы полнее при включении в нее сферы взаимодействия в области культуры и спорта.

Широкое распространение трансграничное сотрудничество приобрело в последние десятилетия в Европе в виде так называемых *еврорегионов* – трансграничных регионов, которые охватывают сопредельные приграничные территории соседних государств, отличающихся определенным этническим, экономическим и социокультурным единством. Работа в формате еврорегиона позволяет его участникам развивать приграничную торговлю, реализовывать различные проекты в области туризма, экологии, науки, культуры [3, с. 138]. А.А. Александров определяет еврорегион как своеобразный проект, в рамках которого реализуются международные инициативы и который позволяет использовать уже наработанный опыт трансграничного взаимодействия, объединяя интеллектуальные ресурсы регионов-соседей для оптимизации их конкурентных преимуществ [4].

На наш взгляд, еврорегионы являются более зрелой, чем просто двусторонние соглашения соседних стран о межрегиональном сотрудничестве, стадией развития интеграции. На западных приграничных территориях активно создаются различные еврорегионы: Калининградская область приняла участие в создании еврорегионов «Сауле» вместе с районами Швеции и Литвы, «Балтика» – вместе с регионами Польши, Швеции, Литвы и Латвии. Республика Карелия организовала еврорегион «Карелия» вместе со смежными областями Финляндии. В рамках российско-украинской интеграции создано уже несколько еврорегионов – «Днепр» (Брянская область РФ, Черниговская область Украины и Гомельская область Белоруссии), «Ярославна» (Курская об-



ласть РФ и Сумская область Украины), «Слобожанщина» (Белгородская область РФ и Сумская область Украины) и «Донбасс» (Ростовская область РФ, Донецкая и Луганская области Украины).

Российская Федерация имеет сухопутную границу с 16-ю странами (в том числе с двумя – частично признанными) и морскую – с двумя (Япония и США), что является самым большим показателем в мире. Результаты проведенного нами анализа приграничных регионов России, их экономического уровня развития приведены в таблице 1.

Для сравнения социально-экономического уровня развития приграничных регионов нами взяты такие критерии, как величина среднедушевого валового регионального продукта российских регионов (данные за 2010 г.) и среднедушевые доходы населения (ДН) по регионам РФ (данные за 2011 г.), выраженные в долларах США. Ввиду ограниченной доступности данных по всем зарубежным регионам нами принимались такие допущения, как средние значения по стране: среднедушевого ВВП, рассчитанного на основе паритета покупательной способности, и средних значений заработной платы (по данным Международного Валютного фонда (МВФ) [5].

Таблица

Характеристика приграничных регионов Российской Федерации

Регион РФ	ВРП/ ДН, \$, 2010 г.	Дохо- ды/ДН, \$, 2011 г.	Соседние страны и регионы		ВВП/ ДН, \$, 2012 г.	Ср. з/пл, \$, 2011 г.
1	2	3	4		5	6
Россия					17 709	1215
Мурманская область	9698,45	862,13	Норвегия (фюльке Финнмарк)		55 009	3678
Республика Карелия	6516,4	597,71	Финляндия (области: Кайнуу, Лапландия, северная Карелия, Северная Остроботния, Южная Карелия, Кюменлааксо)		36 395	2925
Санкт-Петербург	11329,1	885,68				
Ленинградская обл.	9662,1	542,8				
Псковская обл.	4106,2	483,32	Эстония (уезды: Ида-Вирумаа, Вырумаа, Йыгевамаа, Пылвамаа, Тартумаа)		21 713	1267
			Латвия (краи: Алуксненский, Балтинавский, Вилякский, Зилупский, Карсавский, Лудзенский, Циблский)		18 255	1109
Калининградская обл.	6833,5	575,15	Литва (уезды: Клайпедский, Марьямпольский, Таурагский)		21 615	1098
			Польша (воеводства: Варминско-Мазурское, Подляское, Поморское)		20 592	1536
Псковская обл.	4106,2	483,32	Витебская обл.	Белоруссия	15 653	959
Смоленская обл.	4970,7	544,09	Могилевская обл.			
Брянская обл.	3709,6	522,92	Гомельская обл.			
			Черниговская обл.			
Курская обл.	5607,9	558,33	Сумская обл.		7 374	686
Белгородская обл.	8536,7	640,54	Харьковская обл.			
Воронежская обл.	4638,0	540,75	Луганская обл.			
Ростовская обл.	4865,3	545,50	Донецкая обл.			
Краснодарский край	6358,9	640,41	АР Крым			
			Абхазия (районы: Гагрский, Гудаутский, Гулрыпшский, Сухумский)		-	-



Окончание табл.

1	2	3	4	5	6	
Карачаево-Черкесская респ.	3000,5	400,06	Грузия (краи: Рача-Лечхуми и Квемо-Сванети, Самегрело-Земо-Сванети)	5 930	603	
Кабардино-Балкарская респ.	2914,0	430,54				
Северная Осетия (Алания)	3461,9	468,72	Южная Осетия (Дзауский район)	-	-	
Респ. Ингушетия	1717,1	393,94	Грузия (краи: Кахетия, Мцхета-Мтианети)	5 930	603	
Чеченская респ.	1817,8	477,91				
Респ. Дагестан	3249,7	622,76	Азербайджан (районы: Белоканский, Габалинский, Закатальский, Кахский, Кусарский, Огузский, Хачмасский, Шекинский)	10 478	596	
Респ. Калмыкия	2771,7	300,83	Атырауская обл.	Казахстан	13 893	753
Астраханская обл.	4740,6	546,24	Западно-Казахстанская обл.			
Волгоградская обл.	5518,4	494,70				
Саратовская обл.	4817,3	446,25				
Самарская обл.	7092,3	741,26				
Оренбургская обл.	7358,0	507,39				
Челябинская обл.	6116,0	628,96	Костанайская обл.			
Курганская обл.	4153,7	489,03	Северо-Казахстанская обл.			
Тюменская обл.	31975,3	1013,77				
Омская обл.	6174,5	587,66				
Новосибирская обл.	5959,8	621,61	Павлодарская обл.			
Алтайский край	4072,5	425,89	Восточно-Казахстанская обл.			
Республика Алтай	3460,1	471,45	Синьцзян-Уйгурский авт. р-н	Китай	9 162	656
Респ. Тыва	3275,4	373,52	Монголия (Аймаки: Баян-Улгий, Булган, Сэлэнгэ, Хувсгэл, Завхан, Увс, Дорнод, Хэнтий)		5 372	415
Респ. Бурятия	4627,8	535,45	Китай (провинции Хейлунцзян, Гирин, авт. р-н Внутренняя Монголия)		9 162	656
Забайкальский край	5339,3	544,08				
Амурская обл.	7108,4	606,12				
Еврейская АО	6058,3	563,04				
Хабаровский край	8595,4	809,75				
Приморский край	7805,6	652,80	КНДР (город Расон)		-	-
Сахалинская обл.	32523,6	1099,43	Япония (губернаторство Хоккайдо)		36 266	2522
Чукотский АО	27235,3	1466,76	США (штат Аляска)		49 992	3263

Результаты анализа приведенных данных подтверждают вывод о том, что государства, окружающие Российскую Федерацию, значительно отличаются как по культурному, историческому и политическому, так и по экономическому развитию. Наиболее экономически развитые страны граничат с нами на Северо-Западе – это Норвегия,

Финляндия, Эстония, Литва, Латвия, Польша, а также на Западе – «морские» соседи – США и Япония. Государства, экономически менее развитые, чем Россия – это, в основном, страны СНГ. Следует отметить, что такое экономически мощное по объему ВВП государство, как Китай, по выделенным в данном исследовании показателям значительно отстает от РФ (среднедушевой ВВП и средняя зарплата меньше средних российских показателей в 1,9 раза соответственно). Из постсоветских государств (кроме стран Балтии) наименьшее отставание от России по приведенным показателям наблюдается у членов Евразийского Таможенного Союза: Белоруссии (в 1,13 и 1,27 раза соответственно) и Казахстана (в 1,27 и 1,61 раза соответственно). Интересно сравнить показатели Украины с Российской Федерацией и странами Таможенного Союза ввиду потенциальной заинтересованности в более тесной интеграции с этой крупнейшей после России страной СНГ. Тем более в этом заинтересован Белгородский регион, граничащий сразу с тремя областями Украины – Сумской, Харьковской и Луганской. Рейтинг данных четырех государств по показателю среднедушевого ВВП по ППС ООН выглядит следующим образом: РФ (17709 дол. США), Белоруссия (15653 дол. США), Казахстан (13893 дол. США) и Украина (7374 дол. США).

Аналогичное соотношение наблюдается и по показателю средней заработной платы в долларах США (рис. 1).

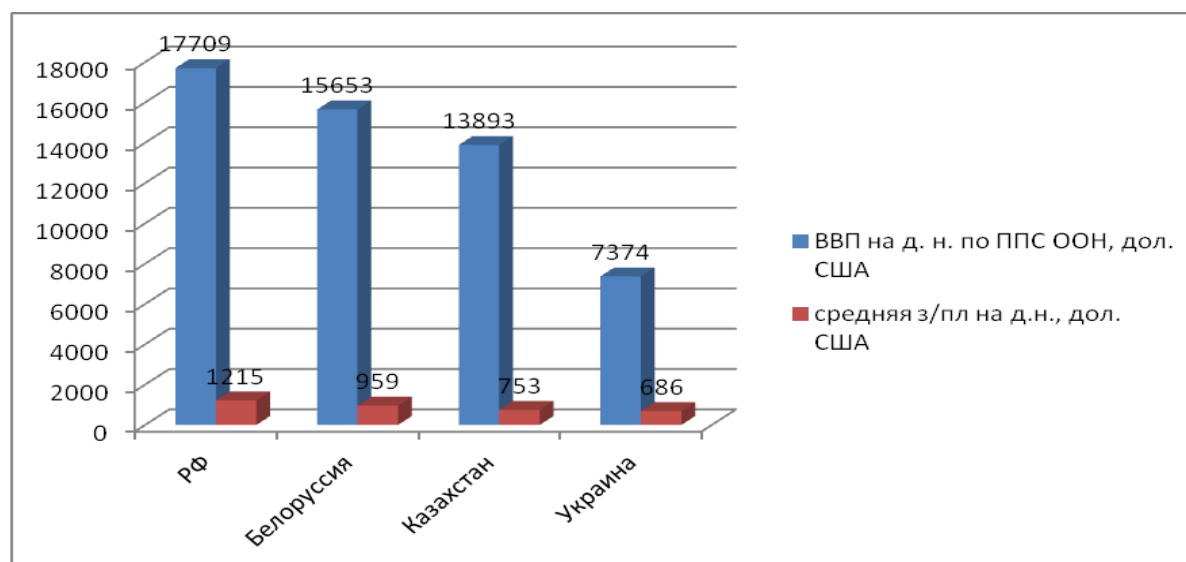


Рис. 1. Соотношение показателей уровня социально-экономического развития России и крупнейших стран СНГ

Следует заметить, что территории, прилегающие к нашим границам, различаются значительно и в историко-культурном аспекте – от европейской цивилизации до культур Китая и Монголии. Не следует забывать о мусульманских и исламских традициях наших южных соседей. Однако уже достаточно долгая интеграция разных культур и общее историческое прошлое со многими народами, населяющими теперь суверенные государства, облегчают развитие межрегиональных связей.

Необходимость активизации целенаправленного воздействия на процессы приграничного сотрудничества со стороны региональных властных структур способствовала созданию практически во всех приграничных регионах программных стратегических документов по развитию этих процессов. Результаты проведенного анализа большинства документов показывают их общую направленность на расширение, прежде всего, экономического приграничного взаимодействия, наряду с научным, социокультурным и прочим.

Долгосрочная целевая программа «Развитие межрегионального и приграничного сотрудничества Белгородской области на 2012-2016 годы», утвержденная



Постановлением Правительства Белгородской области № 463 пп от 19.12.2011 г. [6], определяет основные направления развития, включающие связи по следующим направлениям:

- торгово-экономические;
- научно-технические;
- социально-культурные.

Однако многие авторы отмечают ее декларативность и отсутствие реальных инструментов поддержки развития интеграционных процессов [7].

В свете намеченного программного развития наибольший интерес представляют интеграционные перспективы Белгородской области и ближайших украинских регионов – Сумской, Харьковской и Луганской областей. Создание еврорегиона «Слобожанщина», разумеется, является позитивным шагом на пути к интеграции приграничных регионов. Однако, на наш взгляд, необходимы конкретные шаги по развитию именно экономических связей между хозяйствующими субъектами приграничных регионов, а также по восстановлению утраченных и созданию новых. Исходя из этого, дальнейшее развитие данного исследования требует анализа динамики комплекса социально-экономических показателей четырех регионов в сравнении.

Литература

1. Жук, Н.П. Фактор приграничного сотрудничества в социально-экономической политике приграничных субъектов СЗФО РФ / Н.П. Жук // Региональная экономика. 2012. № 1. – С. 187-198.
2. Сигов, И.И. Региональная экономика (методология исследования и понятийный аппарат) / И.И. Сигов. – М.: Вуз и школа, 2003.
3. Кныш, С.В. Региональные аспекты российско-украинского приграничного сотрудничества / С.В. Кныш // Вестник МГОУ. Серия «История и политические науки». 2012. № 2. – С. 136-141.
4. Александров, А.А. Приграничное сотрудничество России и Финляндии в контексте интеграционных процессов на современном этапе / А.А. Александров // Вестник Бурятского государственного университета. 2011. № 6. – С. 179-183.
5. Официальный сайт МВФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.imf.org/external/russian/>.
6. Постановление правительства Белгородской обл. от 19.12.2011 № 463-пп «Об утверждении долгосрочной целевой программы «Развитие межрегионального и приграничного сотрудничества Белгородской области на 2012-2016 годы» // Белгородские Известия. – Выпуск № 64 от 13.04.2012 г. – С. 11.
7. Сапрыка, В.А. Применение социальных технологий для развития еврорегиона «Слобожанщина» в условиях интеграции России и Украины / В.А. Сапрыка // Публічне управління: зб. тез XIII Міжнар. наук. конгресу, 21-22 березня 2013 р. – Х.: Вид-во ХарРІНАДУ «Магістр», 2013. С. 49-50.

CROSS-BORDER COOPERATION AS A COMPONENT OF REGIONAL ECONOMIC INTEGRATION CIS

V.I. SHKROMADA
A.O. LEBEDEV

*Belgorod National
Research University*

e-mail: shkromada@bsu.edu.ru
e-mail: aleh@alen.su

The article defined the essence of cross-border cooperation as a part of the economic integration of the regions of the CIS. Developed a table of relations of quantitative characteristics of border regions of Russia and neighboring countries. Identified prospects of intensification of cross-border cooperation of the Belgorod region with the neighboring regions of Ukraine.

Keywords: economic integration, cross-border co-operation, inter-regional cooperation.



ОТРАСЛЕВЫЕ РЫНКИ И РЫНОЧНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

УДК 658:331.101.6

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ТРУДА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

И. В. КРАСНОПЕВЦЕВА

*Тольяттинский
государственный
университет*

e-mail:

i.krasnopevtseva@mail.ru

Обоснована возможность управления производительностью труда через совершенствование социально-экономических процессов, протекающих на предприятии. Уточнен перечень социально-экономических факторов, оказывающих существенное влияние на уровень производительности труда. Рассмотрены причины текучести кадров на промышленных предприятиях. Определено влияние морально-психологического климата коллектива на уровень производительности труда. Проведен анализ условий труда на промышленных предприятиях обрабатывающих производств Российской Федерации, Поволжского Федерального округа и Самарской области. Дана методика расчета повышения производительности труда за счет улучшения условий труда.

Ключевые слова: управление производительностью труда, социально-экономические факторы, текучесть кадров, морально-психологический климат в коллективе, условия труда.

Изменение уровня производительности труда на предприятии происходит под воздействием определенных факторов, приводящих к изменению величины затрат живого труда на единицу продукции. Регулирование силы воздействия имеющихся факторов на процесс производства в целях достижения более высоких результатов (большего дохода, большего объема продукции) при неизменных или меньших затратах лежит в основе процесса управления производительностью труда. Управлять производительностью труда на предприятии, создавая условия для ее роста, возможно посредством научно-технического развития производства, внедрения научной организации труда, обеспечения эффективного управления социально-экономическими процессами. При этом определяющими факторами многие ученые считают технические и организационные, непосредственно связанные с совершенствованием техники и технологии производства и улучшением организации труда. Однако большое значение для роста производительности труда имеют те факторы, которые связаны с развитием и закреплением на производстве рабочей силы, с удовлетворением ее материальных и социальных потребностей.

К. Маркс в свое время отмечал [11], что человек сам является основой осуществляемого им материального производства, и при этом определяющее влияние на материальное производство оказывают именно человеческие отношения.



Современные ученые, анализируя степень воздействия на уровень производительности труда различных факторов (например, П. А. Хромов [19]) также подчеркивают, что технический прогресс оказывает влияние на рост производительности труда только через совершенствование средств труда и технологий производства. Непосредственное же воздействие на повышение производительности труда оказывают именно социально-экономические факторы.

По мнению Г. И. Марчука [12], научно-технический прогресс опирается, прежде всего, на квалифицированные кадры, способные активно воздействовать на развитие производства. Ускорение же темпов научно-технического прогресса зависит от степени подготовленности людей к восприятию научных и технических идей и их использованию.

Конечно же все факторы, влияющие на изменение уровня производительности труда, взаимосвязаны, взаимозависимы и взаимообусловлены и в процессе производства постоянно воздействуют друг на друга. С одной стороны, внедрение в производство достижений научно-технического прогресса предполагает повышение уровня квалификации рабочей силы и влечет за собой изменение форм организации труда. С другой стороны, высокий уровень развития рабочей силы позволяет ей постоянно совершенствовать технику и технологию производства.

В настоящее время факторы, связанные с развитием и закреплением на производстве рабочей силы, по своей значимости становятся даже более важными по сравнению с теми факторами, которые связаны с научно-техническим прогрессом. Поскольку без соответствующих знаний, квалификации и опыта, при отсутствии сильных и устойчивых мотивов к труду, и конкретно к труду на данном предприятии, работники не смогут эффективно применять в производстве новейшие достижения науки и техники, обеспечивать грамотное управление ходом технологических процессов, сложными машинами и оборудованием.

К тому же управление производительностью труда через совершенствование социально-экономических процессов, протекающих на предприятии, не требует крупных капитальных вложений, поэтому необходимым и актуальным в современных условиях производства является развитие именно данного направления.

Несмотря на то, что социально-экономические факторы тесно связаны с факторами технического и организационного развития производства, для анализа их воздействия на уровень производительности труда необходимо выделить их в самостоятельную группу, определить их структуру и классифицировать.

Изучению и классификации социально-экономических факторов роста производительности труда посвящены труды многих ученых-экономистов, таких как В.А. Балан, Ф.Ф. Бездудный, А.Н. Гржегоржевский, Л.А. Костин, П.Ф. Петроченко, А.А. Назаров, Г.П. Фролов и др. В работах данных ученых социально-экономические факторы подробно рассматриваются и определенным образом группируются. Однако анализ существующих в литературе классификаций показал, что у авторов, признающих влияние социально-экономических факторов на изменение уровня производительности труда, имеют место различные подходы как к структуре этой группы факторов, так и к их детализации.

В научной экономической литературе встречаются очень разные трактовки как состава, так и экономического содержания социально-экономических факторов. Например, А.Н. Гржегоржевский [6] и Г.П. Фролов [5] считают, что к социально-экономическим факторам роста производительности труда относятся объективные изменения, происходящие в отношениях между работниками в процессе производства. И.И. Кулинцев [9] в качестве социально-экономических факторов рассматривает две группы факторов: организационно-экономические, которые предполагают повышение уровня организации труда, производства и управления, и социально-психологические, которые определяются качествами трудового коллектива и условиями его развития.

В научной литературе встречаются классификации, в которых исследователи не разграничивают социально-экономические и организационные факторы [1], [13], [18], объединяя их в одну группу, отрицая тем самым их самостоятельную роль в управлении уровнем производительности труда.



В некоторых классификациях авторы относят одни и те же факторы роста производительности труда к разным группам: например, такой фактор как условия труда в одних классификациях рассматривается как организационный, в других – как социальный. Л.И. Жуков [18] коллективные формы организации труда и научную организацию труда относит к социальным факторам. В других же классификациях коллективные формы организации труда и научная организация труда относятся к организационным факторам.

Можно сделать вывод, что любые научные классификации и группировки, как правило, носят субъективный характер, что, безусловно, относится и к классификации социально-экономических факторов роста производительности труда, то есть нет единой точки зрения по поводу классификации данной группы факторов и единой трактовки их структуры.

Поэтому, по мнению автора, наиболее удачным является разделение социально-экономических факторов на две группы – объективные и субъективные. Однако перечень факторов, содержащихся в каждой из рассматриваемых групп, следует несколько уточнить.

Группа субъективных факторов должна содержать только те факторы, которые зависят от самого рабочего и оказывают непосредственное влияние на уровень производительности труда. К таким факторам относятся:

- уровень образования и квалификации;
- рациональное использование рабочего времени;
- соблюдение трудовой и производственной дисциплины;
- проявление трудовой и творческой активности;
- морально-психологический климат в коллективе.

Группа объективных факторов оказывает опосредованное влияние на уровень производительности труда через формирование способностей работников к труду и желания трудиться и принимает активное участие в формировании группы субъективных факторов. К ним следует отнести:

- совершенствование нормирования труда на предприятии;
- организацию материального и морального стимулирования;
- сокращение текучести кадров;
- улучшение условий труда;
- организацию подготовки и переподготовки рабочей силы на производстве.

Для планирования уровня производительности труда на предприятии и выявления дополнительных возможностей ее роста важно как можно полнее изучить влияние каждого из факторов, входящих в рассматриваемые группы.

К сожалению, рамки данной статьи ограничивают возможность анализа влияния каждого из рассматриваемых факторов. Поэтому будут рассмотрены только некоторые из них, которые, по мнению автора, существенно влияют на изменение уровня производительности труда.

Большим резервом роста производительности труда на промышленных предприятиях является сокращение текучести кадров. Переход работников не только с одного предприятия на другое, но даже из одного цеха в другой влечет за собой большие потери рабочего времени. А прием новых работников на предприятие несет с собой значительные затраты денежных средств на их обучение, профессиональную подготовку и переподготовку. Данными социологических исследований уже давно было доказано, что каждый работник, меняющий место работы, не участвует в общественном производстве, по меньшей мере, 20-30 дней. Производительность труда рабочего, который решил уволиться, в последние недели работы значительно снижается. Пришедший на новое место работник достигает средней производительности труда также только через несколько недель, что связано с процессами адаптации.

Данные государственной статистики [14] показывают, что в производственном секторе экономики имеет место активное движение рабочей силы (рис. 1). В результате более 30% работников обрабатывающих производств ежегодно увольняется с пред-

приятый, и часть их покидает промышленное производство, переходя в другие сферы деятельности.

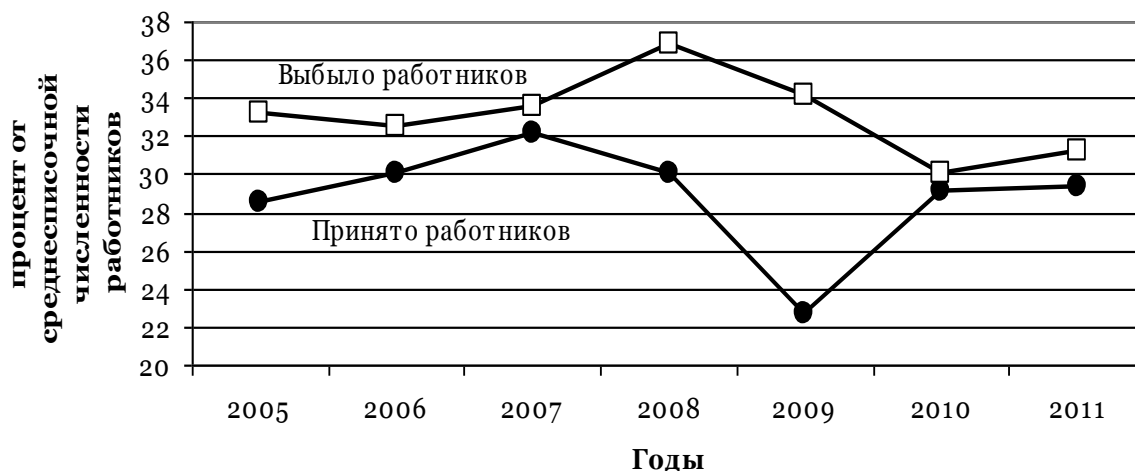


Рис. 1. Динамика движения работников обрабатывающих производств

Проведенный на российских промышленных предприятиях мониторинг [15], выявил, что наибольший дефицит рабочей силы испытывают легкая промышленность, машиностроение и промышленность строительных материалов. При этом было отмечено, что предприятия машиностроения, производящие наукоемкую и высокотехнологичную продукцию, испытывают недостаток не просто рабочей силы, а квалифицированной рабочей силы, что является для них большой проблемой. Причинами тому служат невысокий уровень средней заработной платы в машиностроении (80-85% от среднего уровня по промышленности), развал системы начального профессионального образования, резкое изменение направления высшего образования и снижение престижа работы на промышленном предприятии. Все это создает сложности в привлечении на предприятия как квалифицированных работников, имеющих производственный опыт, так и молодых специалистов [8].

Государственная статистика приводит данные [17] ухода работающих с предприятий по следующим двум причинам: уход по собственному желанию и в связи с сокращением (рис. 2)

Анализ статистических данных показывает, что выбытие работников с предприятий обрабатывающих производств происходит в основном по собственному желанию.

Даже в кризисный 2009 год, когда резко снизились объемы промышленного производства, и на предприятиях прошла волна сокращений, выбытие работников в связи с сокращениями составило не более 10%.

Анализ причин ухода работающих с предприятий по собственному желанию, позволил разделить их на две основные группы: причины личного и производственного характера. К причинам личного характера были отнесены: перемена места жительства, уход за малолетними детьми, отдаленность жилья от места работы, достаточность материального положения в семье, получение другой профессии. К причинам производственного характера были отнесены: неудовлетворенность размером зарплаты, работа не по специальности, неудовлетворенность организацией и условиями труда на предприятии, недовольство установившимся морально-психологическим климатом в коллективе [7].

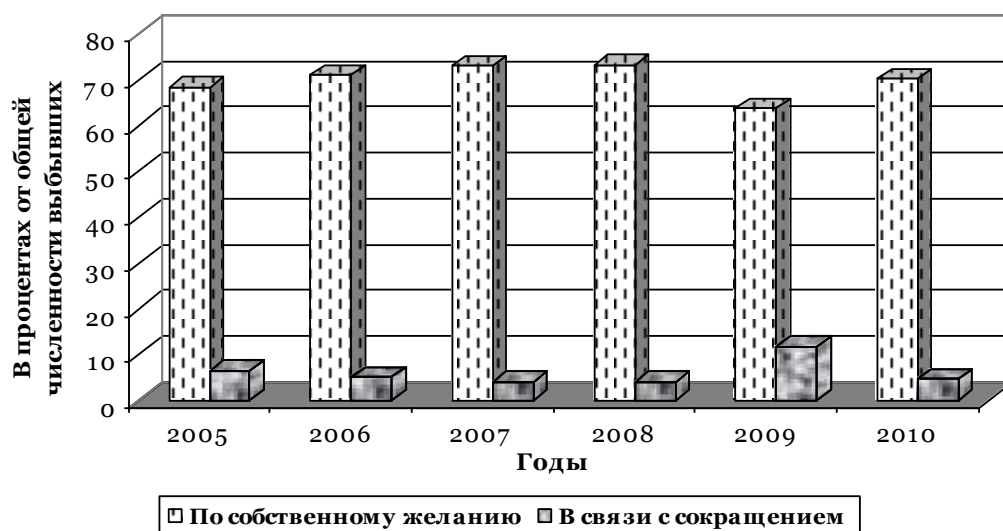


Рис. 2. Выбытие работников предприятий обрабатывающих производств по отдельным причинам

Процесс управления производительностью труда, как и любой другой процесс управления, тесно связан с налаживанием межличностных отношений внутри коллектива. Межличностные отношения являются показателем уровня социального развития коллектива и во многом определяют эффективность его производственной деятельности. На основе межличностных отношений в коллективе формируется соответствующий морально-психологический климат, определяющий ценностные и мотивационные ориентации работающих. Изучением морально-психологического климата в производственных коллективах занимались такие ученые, как В.В. Бойко, Н.В. Гришин, А.Г. Ковалев, Н.С. Мансуров, В.Н. Панферов, Б.Д. Парыгин, Н.В. Федорова и др. Проведенные учеными многочисленные исследования показали, что удовлетворенность работников существующим в коллективе морально-психологическим климатом зависит от стажа их работы в данном коллективе, от уровня образования, квалификации и возраста. Было выявлено, что работники, имеющие стаж работы в коллективе от 5 до 10 лет, менее удовлетворены морально-психологическим климатом коллектива, чем те, кто проработал в этом коллективе свыше 10 лет. Также имеет место взаимосвязь между высоким уровнем образования и квалификации работников и высоким уровнем их удовлетворенности взаимоотношениями в коллективе [2].

Это можно объяснить высокой востребованностью квалифицированных кадров и наличием у них возможности работать в тех коллективах, морально-психологический климат которых их устраивает.

Проведенные исследования показали также, что те, кто работает по избранной специальности, в большей степени удовлетворены морально-психологическим климатом в коллективе. Достаточно высоко оценивают морально-психологический климат коллектива работники, удовлетворенные результатами собственного труда. Было отмечено также, что с возрастом люди начинают все больше ценить в коллективе хорошие межличностные отношения [10].

Социологические наблюдения, проведенные в конфликтных коллективах, позволили сделать вывод, что существует прямо пропорциональная зависимость между уровнем конфликтности в коллективе и уровнем производительности труда [9]: высокий уровень производительности труда может быть только в коллективах, имеющих здоровый морально-психологический климат, создающий у работников необходимый эмоциональный настрой. Наличие в коллективе ссор, проявлений личной неприязни, напряженных отношений значительно снижает эффективность его деятельности.

На формирование морально-психологического климата коллектива оказывают влияние такие факторы, как своевременная и достоверная информация о его производственных задачах и результатах их выполнения, своевременное технико-технологическое обеспечение производственного процесса и условия труда, в которых люди осуществляют свою трудовую деятельность.

Условия труда на промышленных предприятиях делятся на комфортные, нормальные и неблагоприятные. Комфортными называются благоприятные для здоровья человека условия труда, когда фактические параметры по отдельным факторам условий труда ниже предельно допустимых. На рабочих местах с нормальными условиями труда имеет место соблюдение санитарно-гигиенических норм. К рабочим местам с неблагоприятными условиями труда относятся такие, на которых не соблюдаются установленные санитарно-гигиенические нормы, превышаются предельно допустимые концентрации вредных веществ. На таких рабочих местах люди работают с риском потери работоспособности и трудоспособности [3].

Статистические данные [17] показывают, что на предприятиях обрабатывающих производств количество людей, работающих в условиях труда, не отвечающих санитарно-гигиеническим нормативам, постоянно возрастает (рис. 3).

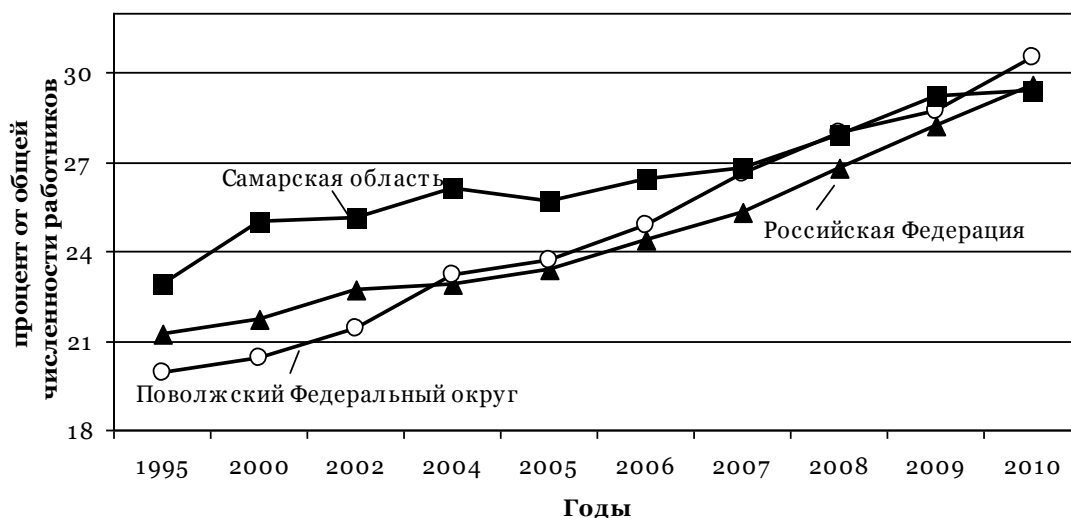
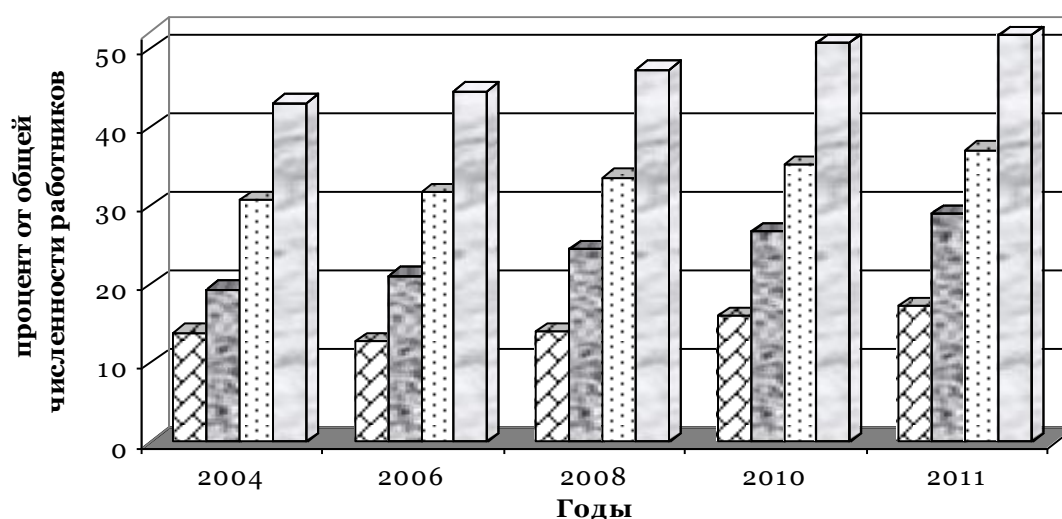


Рис. 3. Доля работников обрабатывающих производств, работавших в условиях, не отвечающих санитарно гигиеническим нормативам условий труда

Анализ статистических данных показывает, что изначально в Самарской области доля работающих в условиях, не отвечающих санитарно-гигиеническим нормативам условий труда, была существенно выше, чем в среднем по стране, но в настоящее время практически выровнялась. Гораздо меньшее, чем в среднем по стране, количество рабочих мест, не отвечающих санитарно-гигиеническим нормативам условий труда, было в Поволжском Федеральном округе, однако наблюдаются высокие темпы их роста, гораздо более высокие, чем по Самарской области и по Российской Федерации в целом.

Статистические данные [16] по видам экономической деятельности, составляющим машиностроение и металлообработку Российской Федерации, также показывают увеличение доли работающих в неблагоприятных условиях труда (рис. 4).



- ▣ производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования
- ▣ производство машин и оборудования
- ▣ производство транспортных средств и оборудования
- ▣ металлургическое производство и производство готовых металлических изделий

Рис. 4. Доля работников, работавших в условиях, не отвечающих санитарно-гигиеническим нормативам условий труда по видам экономической деятельности

Согласно приведенным данным, наименьшее количество рабочих мест с условиями труда, не отвечающими санитарно-гигиеническим нормам, имеет производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования, которое относится к точному машиностроению. За период 2004-2011 гг. число рабочих мест с неблагоприятными условиями труда в этом виде экономической деятельности выросло только на 3,3%, хотя для такого вида производственной деятельности, как точное машиностроение, 17,2% рабочих мест с неблагоприятными условиями труда от всего числа рабочих мест по данному виду деятельности – это очень и очень немало.

Лидирует по доле работников, занятых на рабочих местах с неблагоприятными условиями труда металлургическое производство и производство готовых металлических изделий. За рассматриваемый период число рабочих мест с неблагоприятными условиями труда здесь выросло на 8,7%. В этом виде экономической деятельности в настоящее время более 50% работающих трудится на рабочих местах, не отвечающих санитарно-гигиеническим нормативам условий труда. Негативное влияние на состояние условий труда на предприятиях машиностроения и металлообработки оказало неуклонное старение основных производственных фондов, низкие темпы их обновления, а также снижение ответственности работодателей за сохранение трудоспособности работающих.

Аналізу состояния условий труда на промышленных предприятиях большое внимание уделяли в своих трудах такие ученые, как М.М. Зиньковский, В.Г. Макушин, Г.Э. Слезингер и др. Ими исследовались как социально-экономические аспекты улучшения условий труда, так и влияние условий труда на рост его производительности.

Существующие в научной литературе [4] практические методики расчета повышения производительности за счет улучшения условий труда позволяют рассчитать как прирост производительности труда, связанный с повышением работоспособности человека при доведении фактического уровня условий труда до нормативного, так и относительную экономию за счет этого численности работающих (формулы 1 и 2).



$$\Delta P_{усл} = \left(\frac{P_n}{P_{ф}} - 1 \right) \cdot 100 \cdot k_{np} \quad (1),$$

где $\Delta P_{усл}$ – прирост производительности труда за счет доведения фактического уровня условий труда до нормативного;

P_n – нормативный интегральный показатель работоспособности, зависящий от тяжести труда на данном рабочем месте, устанавливается эмпирическим путем;

$P_{ф}$ – фактический интегральный показатель работоспособности;

k_{np} – коэффициент, учитывающий прирост производительности труда в связи с повышением работоспособности человека, принимается в среднем равным 0,2.

$$\mathcal{E}_{раб} = \mathcal{Ч}_{раб} \cdot \frac{\Delta P_{усл}}{100 + \Delta P_{усл}} \quad (2),$$

где $\mathcal{E}_{раб}$ – относительная экономия численности рабочих от повышения работоспособности в связи с приведением фактических условий труда к нормативным;

$\mathcal{Ч}_{раб}$ – численность рабочих, условия труда которых не соответствуют нормативным.

Расчеты, произведенные по данным формулам, дают представление о величине имеющихся на предприятии резервов роста производительности труда и экономии фонда заработной платы за счет возможного высвобождения работников с неэффективных рабочих мест. Однако существующая на данный момент ситуация показывает, что на промышленных предприятиях имеет место явная недооценка работодателями рассматриваемых резервов, непонимание того, что ухудшение условий труда влечет за собой огромные экономические потери.

Проведенный анализ позволяет сделать следующие выводы и предложения:

- эффективность управления производительностью труда на предприятии зависит от грамотного использования всей совокупности факторов, влияющих на нее, в их взаимосвязи и взаимообусловленности;

- для стимулирования роста производительности труда необходимо уделять особое внимание социально-экономическим факторам, напрямую связанным с укреплением рабочей силы на производстве и повышением удовлетворенности условиями, в которых протекает трудовая деятельность;

- большим резервом роста производительности труда на промышленных предприятиях является сокращение текучести кадров, из-за которой наблюдается серьезный отток рабочей силы из сферы материального производства;

- текучесть кадров на промышленных предприятиях в большой степени обусловлена условиями труда, не отвечающими санитарно-гигиеническим нормативам, и недовольство сложившимся в коллективе морально-психологическим климатом;

- благоприятный морально-психологический климат в трудовом коллективе является одним из важнейших резервов роста производительности труда;

- формирование благоприятного морально-психологического климата должно протекать через изучение причин конфликтности в трудовом коллективе и улучшение санитарно-гигиенических условий труда работников;

- улучшение санитарно-гигиенических условий труда является большим резервом роста его производительности и экономии фонда заработной платы за счет высвобождения работников с неэффективных рабочих мест;

- политика государства должна быть направлена на то, чтобы работодателю было выгодней вкладывать средства в улучшение существующих условий труда, нежели расходовать средства на выплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда.



Литература

1. Андросович, Н.И. Производительность труда: оценка, анализ, резервы / Н.И. Андросович, М.С. Кунявский. – Мн.: Наука и техника, 1971. – 184 с.
2. Бойко, В.В. Социально-психологический климат коллектива и личность / В.В. Бойко, А.Г. Ковалев, В.Н. Панферов. – М.: Мысль, 1983. – 207 с.
3. Воловская, Н.М. Экономика и социология труда / Н.М. Воловская. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 204 с.
4. Выявление и оценка резервов роста производительности труда на промышленных предприятиях (объединениях): Методические рекомендации НИИ труда. – М., 1983. – 104 с.
5. Гржегоржевский, А.Н. Социально-экономические проблемы труда: организация, планирование, управление / А.Н. Гржегоржевский, Г.П. Фролов. – М.: Мысль, 1977. – 213 с.
6. Гржегоржевский, А.Н. Производительность труда: факторы и резервы роста (социально-экономические проблемы) / А.Н. Гржегоржевский. – М.: Мысль, 1971. – 300 с.
7. Краснопевцева, И.В. Анализ мотивации трудовой деятельности рабочих промышленного предприятия / И.В. Краснопевцева // Экономика и управление в машиностроении. 2011. № 4. С. 18-23.
8. Краснопевцева, И.В. Кадровые проблемы российских промышленных предприятий / И.В. Краснопевцева // Вестник Иркутского гос. тех. ун-та. 2012. №9 (68). С. 274-280.
9. Кулинцев, И.И. Экономика и социология труда / И.И. Кулинцев. – М.: Центр экономики и маркетинга, 2001. – изд. 2-ое, перераб. и доп. – 312 с.
10. Мансуров, Н.С. Морально-психологический климат и его изучение / Н.С. Мансуров. – М.: Экономика, 1992. – 178 с.
11. Маркс, К. Теории о производительном и непроизводительном труде. Соч., т. 26, ч. 1 / К. Маркс, Ф. Энгельс. – М.: Политиздат, 1983. – 380 с.
12. Марчук, Г.И. Научно-технический прогресс и эффективность производства / Г.И. Марчук. – Мн.: Наука и техника, 1983. – 179 с.
13. Организационные факторы производительности труда. – Киев: Наукова думка, 1977. – 280 с.
14. Промышленность России. 2012: Стат.сб./Росстат. – М., 2012. – 445 с.
15. Российская экономика в 2011 году. Тенденции и перспективы. (Выпуск 33). М.: Институт Гайдара, 2012. – 612 с.
16. Российский статистический ежегодник. 2012: Стат.сб./Росстат. – М., 2012. – 786 с.
17. Труд и занятость в России. 2011: Стат.сб./Росстат. – М., 2011. – 637 с.
18. Труд и зарплата на предприятиях машиностроения в условиях самофинансирования / Л.И. Жуков [и др.]: под общ. ред. Л.И. Жукова. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1988. – 155 с.
19. Хромов, П.А. Производительность труда (теория, методология, динамика) / Хромов П.А. – М.: Наука, 1978. – 238 с.

SOCIAL AND ECONOMIC ASPECTS OF MANAGEMENT LABOUR PRODUCTIVITY AT THE INDUSTRIAL ENTERPRISES

I.V. KRASNOPEVTSEVA

Tolyatti State University

e-mail:

i.krasnopevtseva@mail.ru

The opportunity of management by labour productivity through perfection of the social and economic processes proceeding at the enterprise is proved. The list of the socio-economic factors rendering essential influence on a labour productivity level is specified. The reasons of turnover of staff at the industrial enterprises are considered. Influence of a moral and psychological climate of collective on a labour productivity level is certain. The analysis of working conditions at the industrial enterprises of processing manufactures of the Russian Federation, Volga region Federal district and the Samara area is lead. The design procedure of increase of labour productivity due to improvement of working conditions is offered.

Keywords: management of labour productivity, socio-economic factors, turnover of staff, a moral and psychological climate in collective, working conditions.



УДК 330.342

ПРИНЦИПЫ, МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНФРАСТРУКТУРНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА

Л. В. ОВЕШНИКОВА

*Российский
экономический
университет
им. Г.В. Плеханова,
г. Москва*

*e-mail:
lud_proz@mail.ru*

Стратегическое планирование и прогнозирование инфраструктурного обеспечения предпринимательской деятельности представляет собой сложный взаимообусловленный, управленческий процесс, позволяющий предложить эффективные стратегические направления функционирования и развития инфраструктурного обеспечения предпринимательства. Автор предлагает принципы стратегического планирования и прогнозирования инфраструктурного обеспечения предпринимательской деятельности, которые определяет как руководящие положения и регламентирующие требования по составлению стратегических планов и обоснованию прогнозов по инфраструктурному обеспечению предпринимательства.

В статье автором разработана совокупность методов и технологий процесса стратегического планирования и прогнозирования инфраструктурного обеспечения предпринимательской деятельности, что позволяет комплексно и всесторонне подойти к описанию данной категории и определить структуру и масштабы ее изучения. Актуальность применения методов и технологий стратегического планирования и прогнозирования инфраструктурного обеспечения предпринимательской деятельности определяется качеством и эффективностью разрабатываемых стратегических планов и прогнозов.

Ключевые слова: принципы, методы, технологии, стратегическое планирование и прогнозирование инфраструктурного обеспечения предпринимательской деятельности.

Под стратегическим планированием и прогнозированием инфраструктурного обеспечения предпринимательской деятельности автором понимается взаимообусловленный управленческий процесс, позволяющий на основании научно-обоснованного предвидения возможных тенденций будущего и с учетом оценки ожидаемых результатов и их предполагаемых изменений предложить целенаправленные эффективные стратегические направления функционирования и развития инфраструктурного обеспечения предпринимательской деятельности.

Разработка стратегических планов и прогнозов должна основываться на методологических принципах, определяющих и регламентирующих их разработку и применение.

Принципы прогнозирования, о которых говорит Нугаева А.Н. – авторитетность (обоснованность прогноза), достоверность (максимальная информация) и форма представления [5]. В работе «Определение прогноза, задачи и принципы прогнозирования» говорится о следующих принципах прогнозирования: сочетание социально-политических и хозяйственных целей; демократический централизм; системность; непрерывность и обратная связь; пропорциональность и оптимальность; реальность и объективность; выделение ведущего звена и т.д. Наиболее объемная классификация принципов планирования и прогнозирования представлена в работе «Методологические принципы прогнозирования и планирования» [4]. Однако следует отметить, что принципы стратегического планирования и прогнозирования применительно к предпринимательской деятельности в литературе затрагиваются мало, хотя их применение актуально, поскольку положительно скажется на качестве прогнозов и стратегических планов.

Принципы стратегического планирования и прогнозирования инфраструктурного обеспечения предпринимательской деятельности – это основополагающие правила стратегического планирования и прогнозирования, т.е. руководящие положения и регламентирующие требования по составлению стратегических планов и обоснова-



нию прогнозов по инфраструктурному обеспечению предпринимательства, исходя из системности, целенаправленности, взаимосвязи, логики и организации применения.

Автор предлагает следующие основополагающие принципы стратегического планирования и прогнозирования инфраструктурного обеспечения предпринимательской деятельности (табл. 1).

Таблица 1

Принципы стратегического планирования и прогнозирования инфраструктурного обеспечения предпринимательской деятельности

Принцип	Характеристика
1. Альтернативность	Проведение многовариантных прогнозных и программных разработок. В основу разрабатываемого стратегического плана и прогноза должен быть положен наилучший вариант из нескольких возможных альтернатив.
2. Системность	Изучение количественных и качественных закономерностей, построение логической цепочки исследования, согласно которой процесс обоснования управленческого решения исходит из общей цели системы и должен подчинять деятельность всех подсистем достижению этой цели. Этот принцип предполагает создание системы показателей, методов, моделей, которые характеризуют инфраструктурное обеспечение предпринимательской деятельности и позволяют определить целостную картину его развития.
3. Согласованность	Прогнозы должны составляться в разрезе и для обеспечения качества стратегических планов инфраструктурного обеспечения предпринимательства. При этом стратегические планы должны основываться на информации, полученной в ходе разработанных прогнозов.
4. Непрерывность	Стратегическое планирование и прогнозирование должны осуществляться постоянно. При этом могут требоваться соответствующие дополнения, анализ и корректировка стратегических планов и прогнозов по мере поступления новых данных о тенденциях и явлениях, влияющих на инфраструктурное обеспечение предпринимательства.
5. Семантичность	Учитывает целесообразность и полезность информации. Стратегические планы и прогнозы должны основываться на анализе количества переданной информации, оценке ее эффективности и соответствия реальности, т.е. основываясь на максимально достоверных исходных данных.
6. Целенаправленность	Каждый стратегический план и прогноз должен носить целевой характер, т.е. разрабатываться в соответствии с определенными стратегическими целями или для определенных целей прогнозирования.
7. Приоритетность	Стратегические планы и прогнозы должны разрабатываться в соответствии с определенными приоритетами инфраструктурного обеспечения предпринимательства, в качестве которых часто рассматриваются проблемы, от развития и решения которых зависит развитие предпринимательства в целом. Этот принцип позволяет сосредоточить ресурсы на главных направлениях инфраструктурного обеспечения предпринимательства.
8. Комплексность	Рассмотрение всех сторон инфраструктурного обеспечения предпринимательства во взаимосвязи и зависимости с другими процессами и явлениями в экономике, политике, обществе.
9. Адекватность	Характеризует выявление и оценку устойчивых тенденций и взаимосвязей в развитии инфраструктуры предпринимательства и создании теоретического аналога реальных экономических процессов с их полной и точной имитацией. Реализация принципа предполагает учет вероятностного характера реальных процессов господствующих тенденций и оценку вероятности реализации выявленной тенденции.
10. Точность	Обязательным условием составленных стратегических планов и прогнозов является их конкретизация и детализация, насколько это возможно. Это обеспечит качество их реализации и применения, а также будет обеспечивать своевременность и гибкость реагирования на изменения.

Методология стратегического планирования и прогнозирования, кроме принципов, включает также методы и технологии, используемые в процессе составления стратегических планов и прогнозов инфраструктурного обеспечения предпринимательской деятельности.

По мнению Бармашовой Л.В., под методом стратегического планирования понимают конкретный способ, прием, с помощью которого решается какая-либо



проблема планирования [1]. По мнению Константиновской Л.В., метод прогнозирования – определенное сочетание приемов (способов) выполнения прогностических операций, получение и обработка информации о будущем на основе однородных методов разработки прогноза [2].

Исследование взглядов на категорию «метод стратегического планирования и прогнозирования» говорит о том, что методы стратегического планирования рассматриваются отдельно от методов прогнозирования [3, с. 114]. В сочетании методы стратегического планирования и прогнозирования, применительно к инфраструктурному обеспечению предпринимательской деятельности, в литературе не приводятся. Тем не менее автор считает, что данную категорию следует определить для характеристики сущностно-содержательной природы стратегического планирования и прогнозирования инфраструктурного обеспечения предпринимательской деятельности.

Под методами стратегического планирования и прогнозирования инфраструктурного обеспечения предпринимательской деятельности автором понимается совокупность определенных способов, действий и приемов, систематизированное сочетание которых позволяет составлять обстоятельные прогнозы и планы, лежащие в основе рациональных управленческих решений и правильных стратегических направлений развития инфраструктурного обеспечения предпринимательской деятельности (табл. 2).

Таблица 2

Методы стратегического планирования и прогнозирования инфраструктурного обеспечения предпринимательской деятельности

Наименование метода	Характеристика
Метод экономико-математического моделирования	Состоят в определении методики выбора и задания критерия оптимальности, формализации модели функционирования объекта управления, построения ограничений, по ресурсам и заданиям, разработка алгоритма численного анализа модели, анализа фактического развития и совершенствования разработанных средств формирования решений при управлении инфраструктурным обеспечением предпринимательства. Метод включает: линейное, динамическое, нелинейное и стохастическое программирование; модели сетевого планирования, методы оценки эффективности и др.
Метод установления соотношений и соответствий	Используется для обеспечения согласованности взаимосвязанных показателей. Предназначен для согласования всех разделов и показателей прогнозов и стратегических планов инфраструктурного обеспечения предпринимательства с материальными, трудовыми и финансовыми ресурсами.
Метод прямых инженерно-экономических расчетов	Заключается в применении сопоставлений затрат и результатов в сравниваемых периодах, выявлении степени и динамики влияния внешних и внутренних факторов на результаты развития инфраструктурного обеспечения предпринимательства, в разложении процессов на составные части и определении ведущих звеньев и на этой основе – слабых сторон и ключевых проблем развития.
Метод тенденций и показателей	Основан на определении тенденций развития и применении норм и нормативов при планировании и прогнозировании инфраструктурного обеспечения предпринимательства. Нормы и нормативы для определенной совокупности показателей взаимосвязаны. Метод включает в себя ряд составляющих, к которым относятся нормирование, экстраполяция, интерполяция.
Метод поисково-исследовательский	Базируется на инновационных творческих подходах, определяющих перспективные направления инфраструктурного обеспечения предпринимательства. Включает в себя такие составляющие, как сценарный, матричный, экспертные методы, «мозгового штурма», методы аналогии и др.

Следует отметить, что применение вышеназванных методов взаимосвязано и взаимозависимо. Комбинирование методов стратегического планирования и прогнози-

рования инфраструктурного обеспечения предпринимательской деятельности обуславливает качество и динамичность составления прогнозов и планов, а также постоянную потребность в поиске и применении новых, еще более актуальных методов [6, 7].

Технологии стратегического планирования и прогнозирования инфраструктурного обеспечения предпринимательской деятельности – комплекс мер, направленных на обслуживание, совершенствование, подготовку и разработку стратегических планов и прогнозов инфраструктурного обеспечения предпринимательства, разрабатываемых на высоком уровне, с наименьшими затратам и при максимальном использовании имеющегося потенциала (рис.).



Рис. Классификация технологий стратегического планирования и прогнозирования инфраструктурного обеспечения предпринимательской деятельности

Таким образом, в представленном исследовании автором определена сущность процесса стратегического планирования и прогнозирования инфраструктурного обеспечения предпринимательской деятельности. На основании этого предложены принципы, методы и технологии процесса стратегического планирования и прогнозирования инфраструктурного обеспечения предпринимательской деятельности, позволяющие комплексно и всесторонне подойти к описанию данной категории и определить структуру, масштабы и актуальность ее изучения.



Литература

1. Бармашова, Л.В. Роль и методы стратегического планирования [Электронный ресурс] / Л.В. Бармашова. – Режим доступа: http://barmashova.ru/strategij_razvitij/rol_metod_strateg_planir.
2. Константиновская, Л.В. Методы и приемы прогнозирования [Электронный ресурс] / Л.В. Константиновская. – Режим доступа: <http://www.astronom2000.info>.
3. Ляско, В.И. Стратегическое планирование развития предприятия / В.И. Ляско. – М.: Издательство «Экзамен», 2005. – 288 с.
4. Методологические принципы прогнозирования и планирования / АК Group Финансы, инвестиции и потребительский рынок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://consumermarket.ru/?p=29>.
5. Нугаева, А.Н. Эволюция методов прогнозирования. [Электронный ресурс] / А.Н. Нугаева. – Режим доступа: http://www.inventors.ru/evolyucija_metodov_prognozirovanija.html.
6. Сибирская, Е.В. Взаимодействие региональных и местных органов власти в управлении развитием / Е.В. Сибирская // Теоретические и прикладные вопросы экономики и сферы услуг. 2012. № 2. С. 44-54.
7. Сибирская, Е.В. Институциональные механизмы и факторы глобального управления / Е.В. Сибирская // Теоретические и прикладные вопросы экономики и сферы услуг. 2012. № 6. С. 95-118.

PRINCIPLES, METHODS AND TECHNOLOGY STRATEGIC PLANNING AND STRATEGIC INFRASTRUCTURE SECURITY ENTERPRISE

L. V. OVESHNIKOVA

*Russian Economic University
named after G.V. Plekhanov,
Moscow*

*e-mail:
lud_proz@mail.ru*

Strategic planning and forecasting infrastructure support business activities is a complex mutually conditioned, the management process, allowing targeted offer effective strategic direction of the operation and development of infrastructure software business. The author proposes a framework for strategic planning and forecasting infrastructure support business activities, which determines how the guidelines and regulatory requirements for developing strategic plans and justify predictions on infrastructure provision business.

In this paper the authors developed a set of methods and technologies of strategic planning and forecasting infrastructure support business activities, allowing complex and comprehensive approach to the description of the category and determine the structure and scope of its study. Topical application of methods and technologies for strategic planning and forecasting infrastructure support business depends on the quality and effectiveness developed strategic plans and forecasts.

Keywords: principles, methods, technology, strategic planning and forecasting infrastructure support business activities.



УДК 332.05:005

К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ АКТИВНОСТИ В РОССИИ И РАЗВИТЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ

Ю. С. ПИНЬКОВЕЦКАЯ*Ульяновский
государственный
университет**e-mail:
judy54@yandex.ru*

В статье рассмотрены методика и алгоритм оценки уровня предпринимательской активности на основе применения экономико-математического моделирования с использованием функций плотности нормального распределения. Представлены показатели, характеризующие удельный вес количества предпринимателей, а также работников предпринимательских структур в общей численности экономически активного населения в регионах Российской Федерации, странах Европейского Союза и США. Приведен сравнительный анализ предпринимательской активности в нашей стране и развитых зарубежных странах.

Ключевые слова: предприниматели, малые предприятия, средние предприятия, экономико-математические модели, функции распределения, численность работников, экономически активное население.

Малое и среднее предпринимательство получило к настоящему времени в нашей стране значительное развитие. Критерии отнесения к малым и средним предприятиям были установлены в федеральном законе «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» от 24.07.07 года №209-ФЗ [9]. Основным критерием является численность работников, которая для малого предприятия не должна превышать сто человек, а для среднего предприятия находится в диапазоне от 101 до 250 человек. Кроме того, в качестве критериев выступают доля государственной, муниципальной собственности в уставном капитале и выручка от реализации товаров (работ, услуг), а также балансовая стоимость активов. К малому и среднему предпринимательству в соответствии с пунктом 1 статьи 3 указанного закона, относятся также индивидуальные предприниматели, физические лица, которые ведут предпринимательскую деятельность.

В последние годы роль предпринимательских структур (малых и средних предприятий, индивидуальных предпринимателей) существенно возросла. В 2010 году их насчитывалось более 4,5 миллионов, в том числе 1,62 миллиона малых предприятий, более 27 тысяч средних предприятий и более 2,9 миллионов индивидуальных предпринимателей. Решениями Президента и Правительства предусматривается дальнейшее значительное увеличение доли малого и среднего предпринимательства в экономике Российской Федерации, поэтому в число актуальных выдвигается проблема повышения уровня предпринимательской активности.

Отметим два важных для понимания роли современного предпринимательства социально-экономических аспекта. Первый аспект непосредственно связан с оценкой количества предпринимателей в экономике страны. Второй аспект вытекает из того, что предприниматели в процессе своей деятельности создают значительное количество рабочих мест не только для себя, но и для наемных работников. При этом они реализуют важную для нашей страны социальную функцию обеспечения занятости экономически активного населения. В 2010 году общее количество занятых в малом и среднем предпринимательстве работников превысило 24 миллиона человек. Учитывая изложенное, для характеристики уровня предпринимательской активности, представляется целесообразным использование таких показателей, как удельный вес количества предпринимателей и численности работников предпринимательских структур в общей численности экономически активного населения.

Объектом исследования являются совокупности предпринимательских структур – малых предприятий, средних предприятий и индивидуальных предпринимателей в Российской Федерации, Европейском Союзе (ЕС) и США. Цель проведенного исследования –



оценка достигнутого уровня предпринимательской активности в нашей стране и развитых зарубежных странах на основе построения экономико-математических моделей, а также сравнительный анализ предпринимательской активности в этих странах.

Становление предпринимательства в субъектах (республиках, краях, областях) Российской Федерации осуществлялось в достаточной степени хаотично, оно определялось региональными особенностями в сферах производства и потребления [5, 6], на начальных этапах его развития не было единой законодательной и нормативной базы, создание предпринимательских структур обуславливалось во многом наличием или отсутствием инициативы региональных и местных органов власти. Все это привело к существенной дифференциации уровня предпринимательской активности в субъектах страны. Поэтому в процессе исследования для учета сложившейся неравномерности предпринимательской активности по субъектам Российской Федерации были использованы функции плотности нормального закона распределения, целесообразность которых была рассмотрена в статье [8]. Поскольку неравномерность уровня предпринимательской активности отмечается как между штатами США, так и между странами Европейского Союза, для описания рассматриваемых показателей также применялись указанные функции. При этом оценка уровня предпринимательской активности основывалась на статистических данных по всем субъектам Российской Федерации, всем странам Евросоюза и всем штатам США.

Авторский алгоритм оценки уровня предпринимательской активности включал следующие этапы:

- формирование массивов информации, характеризующих количество и численность работников совокупностей предпринимательских структур, то есть всех малых предприятий, средних предприятий, индивидуальных предпринимателей по каждому субъекту Российской Федерации;

- формирование массивов информации, характеризующих численность экономически активного населения по каждому субъекту Российской Федерации;

- определение общего количества предпринимательских структур и численности занятых в них работников по каждому из субъектов страны;

- определение общей численности экономически активного населения по каждому из субъектов страны;

- расчет для каждого из субъектов нашей страны показателей, характеризующих удельный вес предпринимателей, а также численности работников предпринимательских структур в общей численности экономически активного населения рассматриваемого субъекта;

- построение функций плотности нормального распределения, аппроксимирующих полученные значения удельного веса предпринимателей, а также численности работников предпринимательских структур в общей численности экономически активного населения рассматриваемого субъекта;

- анализ полученных функций и описание полученных с их использованием показателей, характеризующих предпринимательскую активность по субъектам страны.

Важным в методическом плане являлось определение количества предпринимателей в субъектах страны, поскольку их статистического учета в настоящее время не ведется. Отметим, что наиболее распространенной формой предпринимательских структур (64 процента) являются индивидуальные предприниматели, в которых по определению есть лишь один предприниматель. Поэтому интерес представляет соотношение количества малых и средних предприятий и числа предпринимателей, непосредственно связанных с деятельностью этих предприятий. На это соотношение оказывают влияние два основных фактора. Число предпринимателей, на первый взгляд, должно превышать количество предпринимательских структур, поскольку в создании малых и средних предприятий может участвовать не один, а несколько человек. Однако не все они являются предпринимателями. Многие учредители ООО и ОАО не участвуют в хозяйственной деятельности и являются только выгодоприобретателями, но не предпринимателями. С другой стороны, ряд предпринимателей являются создателями и работают в нескольких предпринимательских структурах. То есть число предпринимателей может быть меньше, чем количество предпринимательских структур. Таким образом, два указанных фактора во многом компенсируют друг друга и создают пред-



посылки для равенства числа предпринимателей и предпринимательских структур. Этот вывод нашел подтверждение по итогам обследования 56 малых, средних предприятий и индивидуальных предпринимателей в Ульяновской области в 2011 году. Учитывая изложенное, в процессе исследований, количество предпринимателей в каждому из субъектов страны принималось равным общему количеству малых и средних предприятий, индивидуальных предпринимателей в этом субъекте.

При построении моделей в качестве исходных данных была использована информация Федеральной службы государственной статистики [10], характеризующая совокупности предпринимательских структур, а также численность экономически активного населения по всем субъектам Российской Федерации за 2010 год. В процессе сбора и обработки данных по субъектам Российской Федерации для исключения двойного счета не рассматривались данные по автономным округам и автономной области.

На основе данных Статистического бюро (Бюро сбора сведений или переписи) США [12] и данных по странам Европейского Союза, представляемых Европейской Комиссией [11] были сформированы массивы информации, характеризующей количество предпринимательских структур, численность их работников, а также численность экономически активного населения по каждому штату США и каждой из стран ЕС. При этом учитывалось, что в странах ЕС к малому и среднему предпринимательству относятся хозяйствующие субъекты с численностью работников до 50 и 249 человек соответственно. Индивидуальные предприниматели не выделяются в качестве отдельной категории, а включаются в общее количество предпринимательских структур. В США к малым предприятиям относятся хозяйствующие субъекты с численностью работников до 500 человек. Отдельно выделяются индивидуальные предприниматели без использования наемной рабочей силы. Таким образом, предпринимательские структуры США включают малые предприятия и указанных индивидуальных предпринимателей.

В процессе исследования использовались методы логического, экономико-статистического анализа, математической статистики и эконометрики. Для решения поставленных задач и обработки информации применены компьютерные программы «Statistica», «Microsoft Excel», «Mathcad». Проверка полученных функций производилась по критериям Пирсона, Колмогорова-Смирнова, Шапиро-Вилка [2, 3]. Проверка показала, что функции обладают высоким качеством и хорошо аппроксимируют исходные данные.

Показатели, характеризующие предпринимательскую активность по субъектам Российской Федерации в 2010 году, представлены в табл. 1. Для описания рассматриваемых показателей использовались параметры построенных функций плотности нормального распределения. В таблице 1 наряду со средними значениями и стандартными отклонениями приведены интервалы, в которые попадают значения рассматриваемых показателей по большинству субъектов нашей страны. Как известно [1, 4], с вероятностью, примерно равной 0,6827, рассматриваемые показатели будут находиться в интервалах, границы которых рассчитываются следующим образом: к средним значениям показателей соответственно прибавляются и вычитаются стандартные отклонения.

Таблица 1

**Показатели предпринимательской активности
в субъектах Российской Федерации, %**

Удельный вес в численности экономически активного населения	Среднее значение	Стандартное отклонение	Интервал
предпринимателей	4,49	0,96	3,53-5,45
работников предпринимательских структур	25,87	3,79	22,09-29,66

Эта и последующие таблицы разработаны автором на основе построенных функций плотности нормального распределения.

Приведенные в таблице 1 по Российской Федерации данные показывают, что за относительно небольшой промежуток времени (менее 20 лет) предпринимательство получило в нашей стране широкое развитие. Удельный вес предпринимателей в чис-



ленности экономически активного населения по большинству субъектов страны составляет от 3,5 до 5,5 процентов. Средняя доля предпринимателей составляет не многим менее пяти процентов.

В предпринимательских структурах к настоящему времени занято существенное для большинства субъектов количество работников. Так, интервал изменения удельного веса работников предпринимательских структур в численности экономически активного населения по большинству субъектов страны составляет от 22 до 30 %. В среднем по стране на этих работников приходится более четверти занятых в экономике.

Стандартные отклонения, представленные в таблице 1, описывают сложившуюся дифференциацию рассматриваемых показателей по субъектам страны. При этом эти отклонения дают абсолютные оценки меры рассеивания значений. Чтобы понять, насколько отклонения велики относительно самих значений, необходимо рассчитать относительные значения отклонений, то есть коэффициенты вариации. Коэффициент вариации удельного веса предпринимателей в численности экономически активного населения составляет 21 процент, а удельного веса работников предпринимательских структур – 15 процентов. Таким образом, дифференциация рассматриваемых показателей в настоящее время невелика, то есть для большинства субъектов страны характерен относительно близкий уровень предпринимательской активности.

Интервалы, представленные в таблице 1, позволяют установить, в частности, субъекты страны, в которых уровень предпринимательской активности велик (значения показателя превышают верхнюю границу интервала) и мал (значения показателя меньше нижней границы интервала).

К первой группе субъектов, для которых по удельному весу предпринимателей характерно превышение значения верхней границы интервала, указанного в таблице 1, относятся Пензенская область, Краснодарский и Ставропольский края, республики Адыгея, Алтай, Кабардино-Балкария, Калмыкия, Саха (Якутия), Хакасия. Наименьший уровень предпринимательской активности отмечается в Московской, Мурманской, Ленинградской, Саратовской, Свердловской областях, республиках Дагестан и Марий Эл.

По показателю удельного веса работников, занятых в предпринимательских структурах, наибольшие значения достигнуты в Владимирской, Ивановской, Кировской, Костромской, Рязанской областях, г. Санкт-Петербурге, республике Хакасия. Значения этого показателя, меньшие нижней границы интервала, приведенного в таблице 1, характерны для Московской, Мурманской, Саратовской, Ленинградской областей, Забайкальского края, республик Дагестан, Карачаево-Черкесской, Северной Осетии – Алании, Кабардино-Балкарской.

Показатели, характеризующие предпринимательскую активность по странам Европейского Союза в 2010 году, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели предпринимательской активности в странах ЕС, %

Удельный вес в численности экономически активного населения	Среднее значение	Стандартное отклонение	Интервал
предпринимателей	7,38	3,15	4,23-10,53
работников предпринимательских структур	32,05	6,99	25,06-39,04

Приведенные в табл. 2 данные показывают, что уровень предпринимательской активности в странах ЕС характеризуется следующими показателями. Удельный вес предпринимателей в численности экономически активного населения по большинству стран составляет от 4 до 10 процентов. Почти треть населения работает в малом и среднем предпринимательстве. В ряде стран этот показатель превышает 39 процентов.

Показатели, характеризующие предпринимательскую активность по штатам США в 2010 году, представлены в табл. 3.



Таблица 3

Показатели предпринимательской активности по штатам США, %

Удельный вес в численности экономически активного населения	Среднее значение	Стандартное отклонение	Интервал
предпринимателей	14,01	1,67	12,34-15,68
работников предпринимательских структур	43,55	5,38	38,17-48,93

Очень высок уровень предпринимательской активности в США. Каждый седьмой гражданин в возрасте от 18 до 64 лет является предпринимателем. Удельный вес работников малых предприятий и индивидуальных предпринимателей по большинству штатов превышает 40 процентов от численности экономически активного населения.

В целом анализ удельного веса работников предпринимательских структур в странах ЕС и США показывает, что малое и среднее предпринимательство играет в настоящее время ведущую роль в национальных экономиках. Имевшие место предположения о существенной концентрации производства на базе крупных корпораций и концернов, в том числе транснациональных, и, соответственно, снижения количества малых и средних предприятий в экономически развитых государствах не подтвердились.

Сравнительный анализ полученных результатов показывает, что уровень предпринимательской активности в странах ЕС выше, чем в Российской Федерации. Удельный вес работников, занятых в малых и средних предприятиях, больше на 24 процента, а удельный вес предпринимателей – на 64 процента. Разрыв показателей между США и нашей страной значительно выше. Удельный вес предпринимателей в США в три раза превышает аналогичный показатель в Российской Федерации. При этом удельный вес занятых в предпринимательстве в США на 68 процентов больше, чем в нашей стране.

Существенные различия в уровне предпринимательской активности в нашей стране и развитых зарубежных странах обусловлены, на наш взгляд, тремя основными причинами. Первая из них – феномен большого количества индивидуальных предпринимателей без использования наемной рабочей силы в странах ЕС и особенно США. Эти предприниматели, которых называют самозанятыми, участвуют в экономических процессах зачастую на условиях неполной занятости, когда соответствующая деятельность не является основной. В США на таких индивидуальных предпринимателей приходится 77 процентов из всех функционирующих предпринимательских структур. Вторая причина связана с наличием ряда системных проблем, тормозящих развитие предпринимательства в нашей стране, подробно рассмотренных в статье [8]. В качестве третьей причины можно отметить небольшой период развития предпринимательства в нашей стране, что не позволило в полной мере реализовать потенциальные возможности предпринимательства.

Таким образом, в процессе исследований были разработаны модели, описывающие уровень предпринимательской активности в субъектах Российской Федерации, странах Европейского Союза, штатах США. Модели представляют собой функции плотности нормального распределения таких показателей, как удельный вес количества предпринимателей и численности работников, занятых в предпринимательских структурах, в общей численности экономически активного населения. Все разработанные модели, как показал логический и статистический анализ, обладают высоким качеством и хорошо аппроксимируют исходные данные.

Анализ разработанных моделей позволил оценить уровень предпринимательской активности в субъектах Российской Федерации и определить параметры, характеризующие средние значения показателей, стандартные отклонения и коэффициенты вариации, описывающие дифференциацию этих показателей по субъектам страны.

Показано, что удельный вес предпринимателей в экономически активном населении составляет около 4,5 процентов и что в предпринимательских структурах к настоящему времени занято более четверти экономически активного населения субъектов Российской Федерации.

Рассмотрены интервалы, в которые попадают значения рассматриваемых показателей по большинству субъектов нашей страны. Выделены субъекты Российской



Федерации, для которых характерен высокий и низкий уровень предпринимательской активности.

Построены модели, описывающие уровень предпринимательской активности в экономиках стран ЕС и США. Они показывают, что малое и среднее предпринимательство продолжает в настоящее время играть важную роль в национальных экономиках этих стран.

Проведен сравнительный анализ предпринимательской активности в нашей стране, странах ЕС и США. Показано, что развитие предпринимательства в России достигло высокого уровня, несмотря на небольшой период становления и формирования предпринимательства в нашей стране. Удельный вес работников, занятых в предпринимательских структурах, в странах ЕС и США превышает соответствующий показатель по нашей стране на 24 и 68 процентов. Более существенное различие в удельном весе предпринимателей в экономически активном населении. Это обусловлено превалированием в зарубежных странах количества индивидуальных предпринимателей без использования наемных работников (самозанятости). Отметим, что для многих из них предпринимательство не является основной деятельностью, а выступает в качестве способа получения дополнительных доходов.

Наряду с анализом достигнутого уровня предпринимательской активности, в процессе исследований были рассмотрены некоторые тенденции развития предпринимательства, вытекающие из глобального мониторинга предпринимательства. Мониторинг показал, что для существенного роста предпринимательской активности в Российской Федерации необходимо решение ряда насущных задач стимулирования этого сектора экономики.

Полученные результаты могут применяться при решении широкого круга задач оценки уровня предпринимательской активности в экономике Российской Федерации и ее субъектов, обоснования планов и прогнозов развития предпринимательства на федеральном, региональном и муниципальном уровнях.

Литература

1. Агапьев, Б.Д. Обработка экспериментальных данных [Электронный ресурс] / Б.Д. Агапьев, В.Н. Белов, Ф.П. Кесаманлы, В.В. Козловский, С.И. Марков. – Режим доступа: <http://physics.spbstu.ru/library.shtml>.
2. Большев, Л.Н. Таблицы математической статистики / Л.Н. Большев, Н.В. Смирнов. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1983. – 416 с.
3. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. – М.: Высшая школа, 2001. – 575 с.
4. Кремер, Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика / Н.Ш. Кремер. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 573 с.
5. Ломовцева, О.А. Методология стратегического управления региональными кластерами в условиях становления инновационной среды / О.А. Ломовцева, А.В. Дейнеко // Научные Ведомости Белгородского государственного университета. Серия История. Политология. Экономика. Информатика. 2011. №13 (108). – С. 22-35.
6. Ломовцева, О.А. Особенности регионального воспроизводственного процесса / О.А. Ломовцева, Н.А. Сопина // Научные Ведомости Белгородского государственного университета. Серия История. Политология. Экономика. Информатика. 2010. № 13 (84). – С. 5-14.
7. Пиньковецкая, Ю.С. Развитие малого предпринимательства в России: некоторые подходы к разработке стратегии / Ю.С. Пиньковецкая // Экономика и предпринимательство. 2012. № 2. – С. 239-245.
8. Пиньковецкая, Ю.С. Закономерности развития предпринимательских структур в регионах / Ю.С. Пиньковецкая // Экономика региона. 2012. № 4. – С. 157-165.
9. Российская Федерация. Законы. О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации: федеральный закон РФ от 24.07.07 г. № 209-ФЗ // [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
10. Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main>.
11. The European Commission. Small and medium-sized enterprises (SMEs) SME Performance Review [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sme/facts-figures-analysis/performance-review/index_en.htm.
12. The United States Census Bureau. Statistics of U.S. Businesses. Data set by geography (by state) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.census.gov/econ/geography.html>.



ON THE QUESTION OF ESTIMATION ENTREPRENEURIAL ACTIVITY IN RUSSIA AND DEVELOPED FOREIGN COUNTRIES

J. S. PINKOVETSKAYA

Ulyanovsk State University

e-mail:

judy54@yandex.ru

The article describes the methodology and algorithm of estimation the level of entrepreneurial activity on the basis of economic-mathematical modeling with the use of functions density of the normal distribution. Present indicators, characterize the proportion quantity of entrepreneurs as well as employees of entrepreneurial structures in the total quantity of economically active population in the regions of the Russian Federation, the European Union and the USA. Offer the comparative analysis of entrepreneurial activity in our country and in the developed foreign countries.

Keywords: entrepreneurs, small enterprises, medium enterprises, economic-mathematical models, functions of distribution, quantity of employees, economically active population.



УДК 657.372.2

ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ О РАСХОДАХ БУДУЩИХ ПЕРИОДОВ В ФИНАНСОВОЙ ОТЧЕТНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Е. С. АГЕЕВА

*Старооскольский
технологический
институт
имени А.А. Угарова,
г. Старый Оскол*

*e-mail:
elena-ageeva28@rambler.ru*

Деятельность любого хозяйствующего субъекта сопряжена с расходами. Расходы признаются в периоде их возникновения, однако существуют расходы, произведенные в текущем периоде, но относящиеся к следующим отчетным периодам. Такие расходы являются «расходами будущих периодов» и требуют особого отражения в бухгалтерской отчетности организаций. В соответствии с изменениями Положения по ведению бухгалтерского учета и отчетности, строка «расходы будущих периодов» исключена из бухгалтерского баланса. Нами определен оптимальный способ отражения расходов будущих периодов на предприятиях горнодобывающей отрасли, учитывающий критерий срочности признания расходов, устранение терминологической неточности при формировании баланса, упрощающий трансформацию бухгалтерской отчетности по МСФО.

Ключевые слова: расходы, расходы будущих периодов, активы, бухгалтерский баланс, запасы.

Деятельность любого хозяйствующего субъекта неизбежно сопряжена с расходами, нормативное регулирование бухгалтерского учета расходов в РСБУ осуществляется требованиями ПБУ 10/99 «Расходы организации», утвержденного Приказом Минфина от 06.05.1999 №34н. Данный стандарт устанавливает порядок и способы переноса расходов на будущее [3]. В соответствии с п.18 ПБУ 10/99, расходы признаются в том отчетном периоде, в котором они имели место, независимо от фактической выплаты денежных средств или иной формы осуществления, однако в бухгалтерском учете предприятий имеют место расходы, которые организация несет в текущем периоде, но относящиеся к следующим отчетным периодам. План счетов финансово-хозяйственной деятельности предусматривает для учета подобных расходов счет 97 «Расходы будущих периодов» [1, 3].

Для предприятий горнодобывающей отрасли правильный учет и отражение данных расходов в составе бухгалтерской (финансовой) отчетности имеют важное значение, поскольку состав данных расходов разнороден, а суммы, учитываемые в расходах будущих периодов, значительны. Основные положения формирования бухгалтерской (финансовой) отчетности для предприятий горнодобывающей отрасли РФ установлены ПБУ 4/99 «Бухгалтерская отчетность организации», утвержденного Приказом Минфина РФ от 06.07.1999 г. №43н.

В бухгалтерской отчетности РФ расходы будущих периодов отражаются в составе оборотных (краткосрочных) активов. На рисунке, разработанном автором, определен состав оборотных (краткосрочных) активов в РФ в соответствии с ПБУ 4/99 «Бухгалтерская отчетность организации» [4]. В нем представлены группы статей бухгалтерского баланса раздела «Оборотные активы», а также соответствующие им объекты учета и их нормативное регулирование. Так, автором, в соответствии с ПБУ 4/99, были выделены следующие группы статей: запасы, налог на добавленную стоимость, дебиторская задолженность, финансовые вложения, денежные средства. Исследуемый нами объект учета – расходы будущих периодов – включается в группу статей «запасы», которая также включает в себя сырье, материалы и другие аналогичные ценности, затраты в незавершенном производстве, готовая продукция, товары для перепродажи и товары отгруженные [4].

В бухгалтерской отчетности, в соответствии с п. 20 ПБУ 4/99 «Бухгалтерская отчетность организации», расходы будущих периодов являются статьей запасов раздела «Оборотные активы» бухгалтерского баланса [4].

Вследствие исключения понятия «расходы будущих периодов» из п.65 «Положения по ведению бухгалтерского учета и отчетности» (редакция Приказа Минфина России №186н от 24 декабря 2010 г.) произошли изменения порядка отражения расходов будущих периодов (переходящих затрат) в бухгалтерском учете предприятий горнодобывающей отрасли, так новая форма бухгалтерского баланса, утвержденная Приказом Минфина России № 66н от 02.07.2010 г., не содержит строки «Расходы будущих периодов» [2, 5, 6].

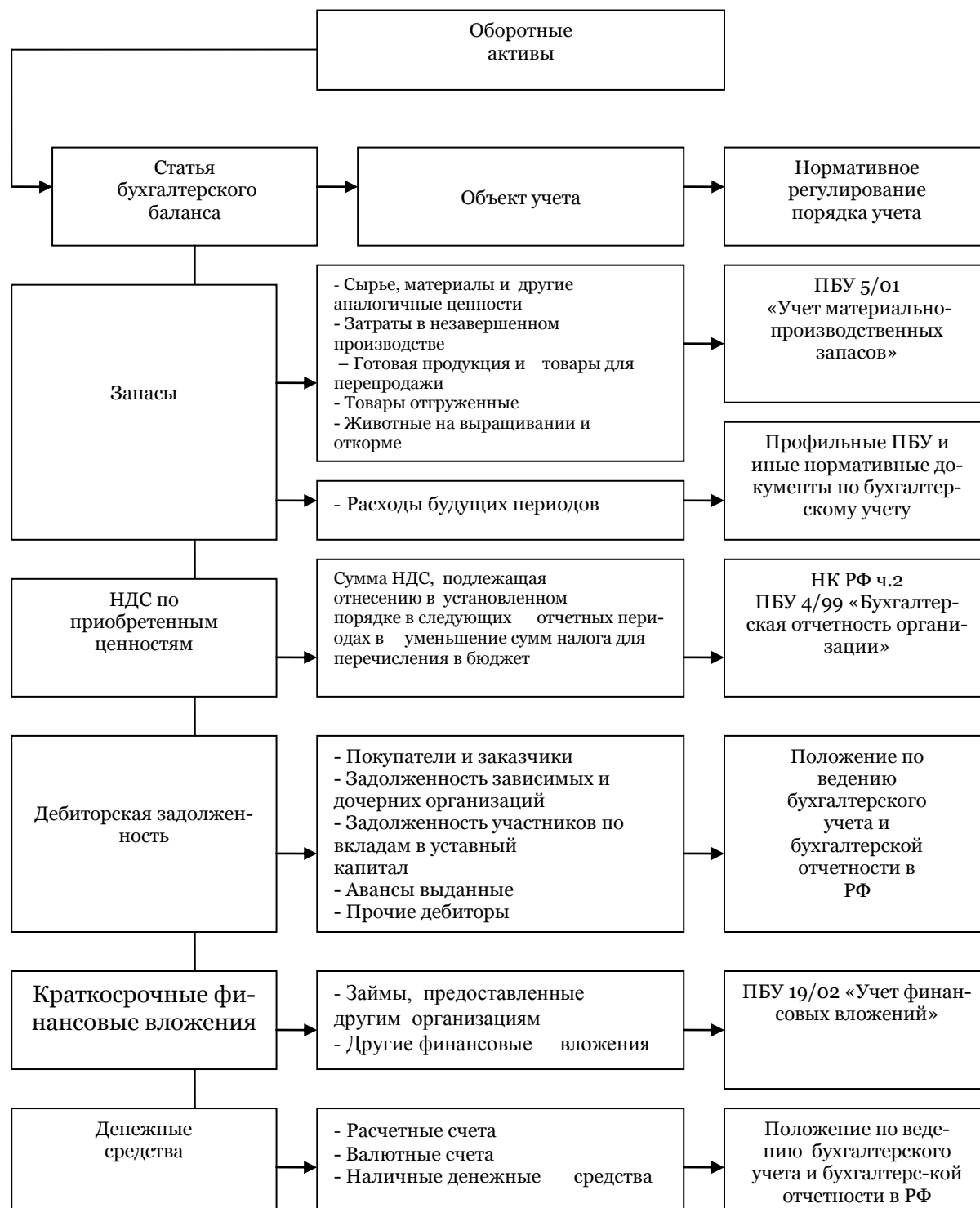


Рис. Состав оборотных (краткосрочных) активов в РФ в соответствии с ПБУ 4/99 «Бухгалтерская отчетность организации» [4]



Форма бухгалтерского баланса, утвержденная Приказом Минфина РФ от 22.07.2003 г. №67н «О формах бухгалтерской отчетности организации» с изменениями от 18.09.2006г., содержала строку «Расходы будущих периодов» в составе запасов во втором разделе бухгалтерского баланса «Оборотные активы», что соответствует ПБУ 4/99 «Бухгалтерская отчетность организации» [6]. Сопоставим типовые формы бухгалтерского баланса, представим фрагменты в табл. 1.

Таблица 1

Сопоставление форм бухгалтерского баланса, утв. Приказом Минфина РФ от 22.07.2003 г. и 02.07.2010 г.

Бухгалтерский баланс, утв. Приказом Минфина от 22.07.2003 г.		Бухгалтерский баланс, утв. Приказом Минфина от 02.07.2010 г.	
Актив	Код показателя	Актив	Код показателя
I. Внеоборотные активы	-	I. Внеоборотные активы	-
Нематериальные активы	110	Нематериальные активы	1100
...		...	
II. Оборотные активы:	-	II. Оборотные активы	-
Запасы, в том числе:	210	Запасы	1210
- сырье, материалы и другие аналогичные ценности	211		
- животные на выращивании и откорме	212		
- затраты в незавершенном производстве	213		
- готовая продукция и товары для перепродажи	214		
- товары отгруженные	215		
- расходы будущих периодов	216		
- прочие запасы и затраты	217		
Налог на добавленную стоимость по приобретенным ценностям	220	Налог на добавленную стоимость по приобретенным ценностям	1220
...		...	
Баланс	300	Баланс	1600

Строка «запасы» в форме баланса не детализируется на составляющие, однако хозяйствующий субъект вправе самостоятельно разработать удобную в применении форму бухгалтерского баланса, сохранив все необходимые графы и разделы, утвержденные в типовой форме [2].

Исключение строки «расходы будущих периодов» из состава бухгалтерского баланса связано со следующими причинами. Прежде всего, с требованиями ведения бухгалтерского учета в соответствии с МСФО, так как в МСФО отсутствует категория «расходы будущих периодов» и способ переноса расходов на будущее. Во-вторых, наличие терминологической неточности. В момент возникновения расходов будущих периодов происходит трансформация одного актива в другой, обещающий будущую выгоду. По мере зарабатывания дохода определенная часть капитализированных ранее затрат должна признаваться расходом того периода, в котором получен доход, ставший возможным благодаря этим доходам. Следовательно, экономический смысл предписывает обозначать счет 97 «Затраты будущих периодов». Наличие в балансе строки «Расходы будущих периодов» приводит к тому, что в балансе предприятий отражаются показатели, формирующие отчет о прибылях и убытках. Нормы российского законодательства построены так, что невозможно провести четкую границу между понятиями «активы» и «расходы», а также «обязательства» и «доходы», а в данном случае при учете расходов будущих периодов, понятие «расходы» применяется в значении «актива» [7].

Вследствие изменения формы бухгалтерского баланса, суммы, отраженные на счете 97 «Расходы будущих периодов» необходимо правильно отразить в составе бухгалтерской отчетности. Для совершенствования методологии учета и отражения в бухгалтерской отчетности, прежде всего, необходимо организовать дифференцированный



подход к учету расходов будущих периодов, исходя их критерия срочности, подразделив расходы будущих периодов на долгосрочные и краткосрочные активы.

В соответствии с п.19 ПБУ 4/99, «в бухгалтерском балансе активы и обязательства должны представляться с подразделением в зависимости от срока обращения (погашения) на краткосрочные и долгосрочные». Активы и обязательства являются краткосрочными, если срок обращения (погашения) по ним не более 12 месяцев после отчетной даты или продолжительности операционного цикла, если он превышает 12 месяцев. Все остальные активы и обязательства представляются как долгосрочные [4].

В качестве компромисса можно использовать несколько вариантов:

1. Суммы затрат, числящиеся в составе расходов будущих периодов, выделять и показывать в балансе обособленно, отдельно выделенной строкой в разделе «Оборотные активы» актива бухгалтерского баланса. Данный способ не противоречит требованиям ведения бухгалтерского учета (п.6, 11 ПБУ 4/99, п.3 Приказа Минфина России №66 от 2 июля 2010 г.) и составления бухгалтерской отчетности [4].

2. Сальдо расходов будущих периодов на отчетную дату распределить между строками 1170 «Прочие внеоборотные активы» и 1260 «Прочие оборотные активы» в зависимости от срока признания расходов (п.19 ПБУ 4/99). Данный подход основывается на принципе последовательности, требующем единства в методах учета, если та или иная методика применяется в отношении определенных объектов бухгалтерского наблюдения, то она должна использоваться в отношении всех подобных объектов. Таким образом, целесообразно, в первую очередь, руководствоваться сроком, в течение которого организация ожидает признавать расходы. В случае, если срок признания расходов будущих периодов превышает 12 месяцев после отчетной даты, то их следует отразить в бухгалтерском балансе в разделе I «Внеоборотные активы», если не превышает – в разделе II «Оборотные активы» [4, 8, 9].

3. Отразить по строке 1170 «Прочие внеоборотные активы» расходы будущих периодов сроком признания более 1 года, а расходы будущих периодов со сроком признания до 1 года распределить между строками 1210 «Запасы» и 1260 «Прочие оборотные активы» в зависимости от вида (сущности) актива, учитываемого в составе данных затрат. Например: расходы на приобретение материалов, используемых для подготовительных работ в сезонных производствах, или расходы, связанные с выполнением договоров строительного подряда целесообразно отразить в составе строки 1210 «Запасы». А проценты, причитающиеся к оплате займодавцу (кредитору) в составе строки 1260 «Прочие оборотные активы», так как данный объект учета не включен в состав запасов в соответствии с ПБУ 4/99 [4].

4. Распределить расходы будущих периодов по срокам признания на долгосрочные (свыше 1 года) и краткосрочные (до 1 года) и ввести в бухгалтерский баланс дополнительные строки в раздел «Внеоборотные активы» и «Оборотные активы», что предусмотрено п.6, 11 ПБУ 4/99, п.3 Приказа Минфина РФ №66 от 2 июля 2010 года. Данный способ будет наиболее удобным при трансформации бухгалтерской отчетности, поскольку трансформировать и переклассифицировать активы необходимо будет только по данным строкам, не касаясь иных статей бухгалтерского баланса. При этом расходы будущих периодов будут распределены по срокам списания, что позволит более точно оценивать финансовое состояние организации – показатели ликвидности: чем больше активов отнесено в состав оборотных активов, тем выше показатели ликвидности [4, 5]. Представим варианты отражения расходов будущих периодов в отчетности в табл. 2 [3, 7, 8, 9].

По данным отчетности исследуемого предприятия ОАО «ЛГОК», все затраты, признаваемые расходами будущих периодов, учитываются по строке 1210 «Запасы».

С учетом положений законодательства о возможности хозяйствующим субъектом самостоятельно разработать удобную в применении форму бухгалтерского баланса с сохранением необходимых граф и разделов, утвержденных в типовой форме, ОАО «ЛГОК» детализирует строку «Запасы» на следующие составляющие, представленные в табл. 3.



Таблица 2

**Варианты отражения расходов
будущих периодов в отчетности организаций**

Показатель	Срок признания	Отражение в бухгалтерском балансе			
		Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
Расходы будущих периодов	свыше 1 года	Строка «Расходы будущих периодов» раздел II «Оборотные активы»	Строка 1170 «Прочие внеоборотные активы» раздел I «Внеоборотные активы»	Строка 1170 «Прочие внеоборотные активы» раздел I «Внеоборотные активы»	Строка «Долгосрочные расходы будущих периодов» раздел I «Внеоборотные активы»
Расходы будущих периодов	до 1 года	Строка «Расходы будущих периодов» раздел II «Оборотные активы»	Строка 1260 «Прочие оборотные активы» раздел II «Оборотные активы»	Строка 1210 «Запасы» раздел II «Оборотные активы» Строка 1260 «Прочие оборотные активы» раздел II «Оборотные активы»	Строка «Краткосрочные расходы будущих периодов» раздел II «Оборотные активы»

Таблица 3

**Отражение расходов будущих периодов
в бухгалтерской (финансовой) отчетности ОАО «ЛГОК»**

№ п/п	Код строки	Наименование строки
1	1211	Сырье, материалы и другие аналогичные ценности
2	1212	Затраты в незавершенном производстве (издержках обращения)
3	1213	Готовая продукция и товары для перепродажи
4	1214	Товары отгруженные
5	1215	Расходы будущих периодов

Данный порядок отражения в финансовой отчетности промышленного предприятия не позволяет распределить затраты, учитываемые в составе расходов будущих периодов, по срокам признания, допускает наличие в бухгалтерском балансе показателя, формирующего отчет о прибылях и убытках, что не соответствует современным требованиям ведения бухгалтерского учета и составления отчетности. В целях устранения терминологической неточности, во избежании наличия в бухгалтерском балансе показателей, формирующих отчет о прибылях и убытках, предложим в табл. 4 следующий вариант отражения расходов будущих периодов в бухгалтерском балансе.

Таблица 4

**Отражение в бухгалтерском балансе предприятий промышленности
расходов будущих периодов**

Показатель	Срок признания	Отражение в бухгалтерском балансе
		Вариант, разработанный автором
Расходы будущих периодов	свыше 1 года	Строка «Долгосрочные затраты будущих периодов» раздел I «Внеоборотные активы»
	до 1 года	Строка «Краткосрочные затраты будущих периодов» раздел II «Оборотные активы»

Данный вариант удобен для предприятий горнодобывающей отрасли, так как:

- распределяет затраты, учтенные в качестве расходов будущих периодов на долгосрочные и краткосрочные в зависимости от срока признания, вследствие чего данные бухгалтерского баланса объективны в целях анализа финансового состояния;
- упрощает трансформацию бухгалтерской отчетности в международную (при трансформации переключаются активы по конкретным строкам, не затрагиваются иные показатели бухгалтерского баланса);



– в бухгалтерском балансе отсутствуют показатели, формирующие отчет о прибылях и убытках.

Анализируя нормативную базу и законодательство РФ, исследуя сущность расходов, учитываемых в составе расходов будущих периодов, мы проанализировали варианты представления информации об исследуемой категории в бухгалтерской (финансовой) отчетности. С учетом сущности, состава расходов будущих периодов, сроков признания данных расходов нами был предложен оптимальный вариант отражения расходов будущих периодов в отчетности организаций, соответствующий законодательству РФ, целям объективности бухгалтерской (финансовой) отчетности (исключает показатели «Отчета о прибылях и убытках» в бухгалтерском балансе), необходимости представления отчетности по МСФО.

Литература

1. План счетов бухгалтерского учета финансово-хозяйственной деятельности организации от 08.11.2010 №142 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=law;n=107972.
2. Российская Федерация. Министерство финансов. О формах бухгалтерской отчетности организаций: приказ Минфина от 02.07.2010 г. № 66н (в ред. Приказа Минфина РФ от 04.12.2012 N 154н) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=law;n=141042.
3. Российская Федерация. Министерство финансов. Об утверждении положения по бухгалтерскому учету «Расходы организации» ПБУ 10/99: приказ Минфина РФ от 06.05.1999 №33н (в ред. Приказа Минфина РФ от 27.04.2012 №55н) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=131604.
4. Российская Федерация. Министерство финансов. Об утверждении положения по бухгалтерскому учету «Бухгалтерская отчетность организации» (ПБУ 4/99): приказ Минфина РФ от 06.07.1999 №43н (в ред. Приказа Минфина от 08.11.2010 № 142н) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=107971.
5. Российская Федерация. Министерство финансов. О формах бухгалтерской отчетности организации: приказ Минфина РФ от 22.07.2003г. №67н (с изм. 18.09.2006г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=107973.
6. Российская Федерация. Министерство финансов. Об утверждении положения по ведению бухгалтерского учета и бухгалтерской отчетности в РФ: приказ Минфина РФ от 29.07.1998г. №34н (в ред. Приказа Минфина от 24.12.2010 №186н) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=111058.
7. Луговской, Д.В. Методика бухгалтерского учета доходов и расходов будущих периодов в условиях перехода на международные стандарты бухгалтерской отчетности / Д.В. Луговской, М.Н. Каргавченко // Все для бухгалтера. 2008. №10. С.24-28.
8. Медведицков, М. Расходы по договорам страхования: бухгалтерский учет в 2011г. / М. Медведицков, Е. Мельникова Е [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.audit-it.ru>.
9. Сухарев, И. МСФО: сближение учета расходов будущих периодов / И. Сухарев // МСФО: Практика применения. 2008. №6. С.18-24.

FORMATION OF THE INFORMATION ON PREPAID EXPENSES IN THE FINANCIAL STATEMENTS OF ENTERPRISES OF INDUSTRY

Y. S. AGEEVA

*Sary Oskol technological
Institute of name
A. A. Ugarov,
Sary Oskol*

*e-mail:
elena-ageeva28@rambler.ru*

The activity of any economic entity may impose costs, expenses are recognized in the period incurred, however, there are costs incurred in the current period, but related to future reporting periods. Such expenses are expenses of the future periods and require special reflection in the accounting organizations. In accordance with the amendments to the Regulations on accounting and reporting in the line of expenses of the future periods excluded from the balance sheet. We determined the optimal method of reflecting the costs of future periods by the mining enterprises, taking into account the criterion of the urgency of the recognition of costs, eliminating the terminological inaccuracies in the formation of the balance, which simplifies the transformation of the accounting reporting according to IFRS.

Keywords: costs, prepaid expenses, assets, balance sheet, inventory.



РЫНОК ТРУДА И ЭКОНОМИКА ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 338.001.76

ПРОБЛЕМЫ КОММЕРЧЕСКОГО ТРАНСФЕРА РЕЗУЛЬТАТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВУЗА

А. Н. АЛИМОВ
С. Н. ПРЯДКО

*Белгородский
государственный
национальный
исследовательский
университет*

e-mail:

alimov@bsu.edu.ru

e-mail: pryadko_s@bsu.edu.ru

В статье представлен критический анализ основных проблем коммерческого (особенности создания, выбор организационно-правовой формы хозяйственного общества др.) и некоммерческого (представление научной общественности результатов образовательной, научно-исследовательской, учебно-методической деятельности ученых) трансфера РИД в вузах. Особенное внимание в статье уделено проблемам организации эффективной системы коммерческого трансфера результатов интеллектуальной деятельности вуза в виде малого инновационного предприятия.

Ключевые слова: результаты интеллектуальной деятельности, нормативно-правовое регулирование, трансфер результатов интеллектуальной деятельности вуза, хозяйственное общество, малое инновационное предприятие.

Передовой опыт развитых стран показывает, что в настоящее время ведущую роль в развитии экономики играет не столько наличие финансовых и капитальных ресурсов, сколько способность к разработке и внедрению инноваций, основанных, в первую очередь, на результатах интеллектуальной деятельности (РИД) ученых в вузе. В числе задач современного вуза – не только образовательная деятельность, но и непрерывное генерирование новых знаний, создание высокотехнологичных продуктов и технологий, а также организация эффективной системы трансфера РИД от ее «производителя» – вуза к потребителю – высокотехнологичному бизнесу. Особенная роль в данном процессе отводится национальным исследовательским университетам (НИУ), которые, по мнению правительства, должны обеспечить интеграцию науки, власти и бизнеса в конкретном регионе страны. Коммерциализация научных разработок ученых НИУ должна обеспечивать полный инновационный цикл: от поиска и поддержки перспективных НИОКР до вывода наукоёмкого продукта на рынок. По мнению ряда отечественных исследователей, процесс трансфера РИД происходит неравномерно, не пропорционально объемам финансирования и стимулирования [7, 8]. Поэтому в настоящее время важно, на наш взгляд, выявить факторы, способствующие повышению эффективности управления процессами создания в вузе и распространения РИД на рынке, и причины, снижающие его результативность.

Важнейшим условием создания эффективной системы трансфера РИД является наличие правового поля, регулирующего и стимулирующего продвижение разработок ученых вуза на рынок. Анализ нормативно-правовых актов по теме исследования позволил выделить из них основные, регулирующие внедрение РИД вуза

(рис. 1). На основании приведенных данных нами были выделены основные проблемы правового характера, сдерживающих внедрения РИД вуза.

Во-первых, перечень видов РИД вуза, который может быть внедрен (коммерциализован, продан) строго регламентирован (рис. 2), что вызывает основную критику современных специалистов вузов, участвующих в данном процессе [6, 7]. В Федеральном законе от 2 августа 2009 г. № 217 – ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности» (ФЗ-217) представлена только половина видов РИД, которые отражены в ГК РФ. Объектами патентного права, которое с 2008 года также является частью ГК РФ, таких видов РИД всего три: права на изобретения, полезные модели и промышленные образцы. Понятно, что внедрение РИД в данном случае ориентировано в основном на технические вузы, выполняющие большие объемы НИОКР, которые изначально могут являться объектами патентного права с коммерческим потенциалом. Достаточно большое количество разработок, таких как результаты образовательной, научно-исследовательской, учебно-методической деятельности ученых вузов остаются за пределами системы внедрения (коммерциализации), в то время как важность данных разработок для оценки научной, международной, общественной деятельности вуза, его бренда в глазах контактных аудиторий высока, а также обладает, на наш взгляд, определенным, в том числе коммерческим, потенциалом.

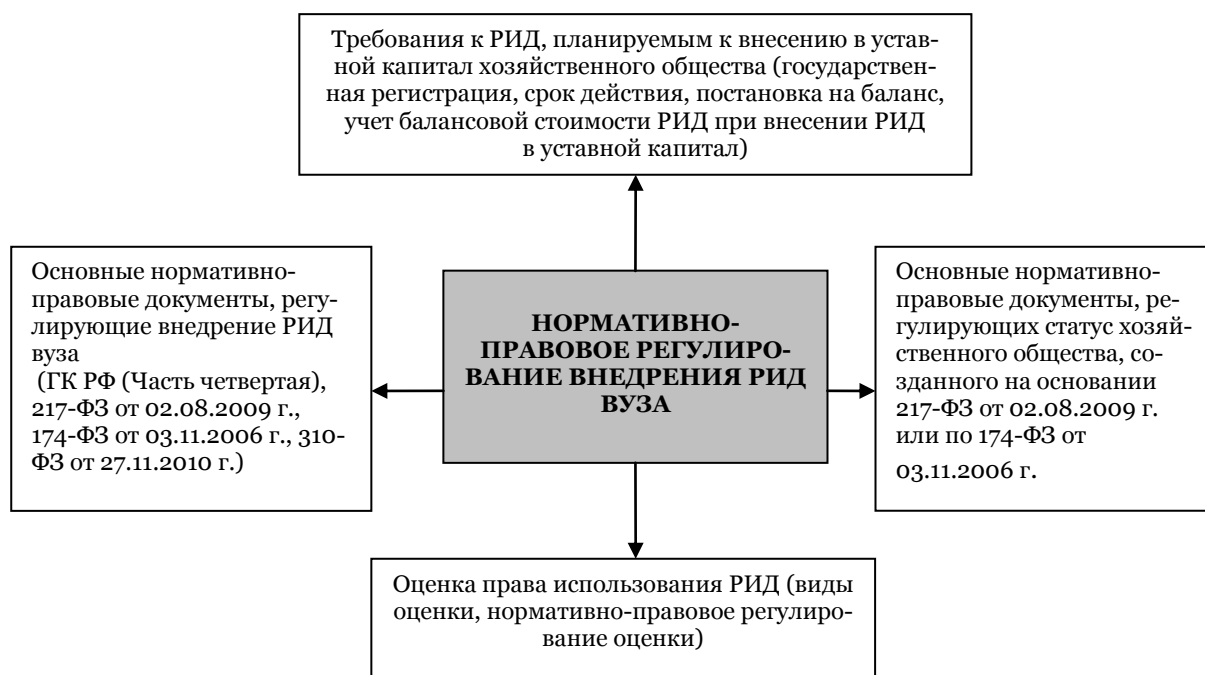


Рис. 1. Нормативно-правовое регулирование внедрения РИД вуза

Во-вторых, в анализируемых нормативно-правовых актах термин, характеризующий процесс передачи РИД вуза, законодательно не закреплен.

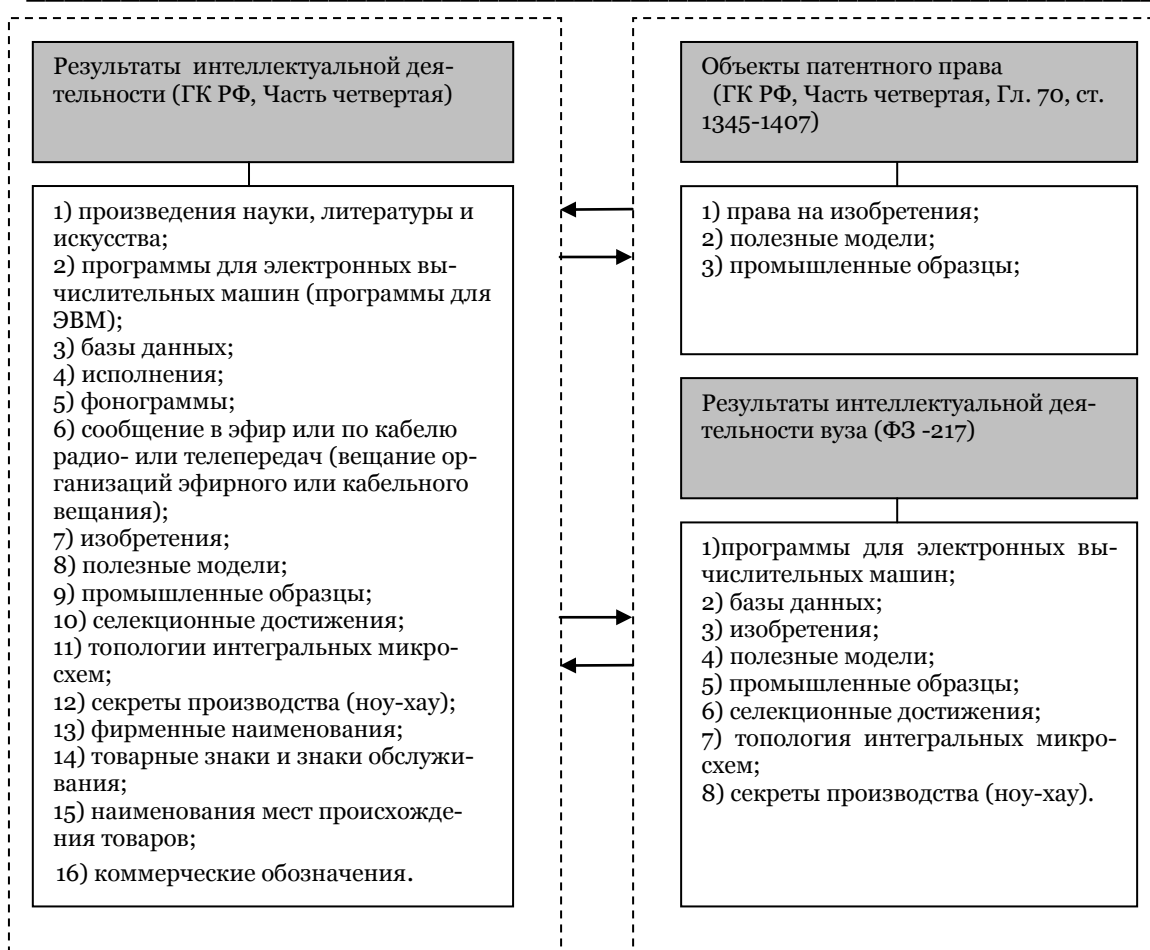


Рис. 2. Виды РИД, представленные в правовых актах

В ФЗ-217 используется термин «внедрение» РИД. Неопределенность понятия «внедрение», в данном документе предполагающая создание хозяйственных обществ, привела к тому, что в научных публикациях и хозяйственной инновационной деятельности вузов стали использоваться различные понятия (чаще всего «коммерциализация» и «трансфер»), зачастую недостаточно точно отражающие суть данного процесса. В большинстве публикаций данные термины являются взаимозаменяемыми, что является, по нашему мнению, неверным. Так, термин «коммерциализация» имеет латинские корни, означает «торг, торговля» и в деятельности вуза чаще всего обозначает возмездный процесс передачи РИД (или результатов научно-технической деятельности (РНТД) вуза. То есть термин «коммерциализация» не определяет процесс передачи разработки ученых, а, в первую очередь, характеризует условие данной передачи (платная основа).

Термин «трансфер» также имеет латинские корни (переносить, переводить), в английском и французском языках имеет такое же значение. В работах отдельных авторов используется термин «трансферт». Например, термин «трансферт» в системе национальных счетов представляет собой операцию, когда одна институциональная единица предоставляет товар или услугу другой единице, не получая взамен от нее возмещения в виде товара, услуги [9]. Термин «трансфер» (без буквы «т» на конце) все чаще в последнее время используется в туризме и наукоемком бизнесе (например, трансфер туристов, технологий). Согласно принятой во всем мире классификации, трансфер может быть коммерческим и некоммерческим, поэтому может быть использован и для процессов передачи РИД вуза (в виде фундаментальных исследований, публикаций и пр.) и коммерциализации РНТД в виде создания малых инновационных

предприятий (МИП) и заключения лицензионных соглашений. Основные объекты и формы коммерческого и некоммерческого трансфера РИД представлены на рис. 3.

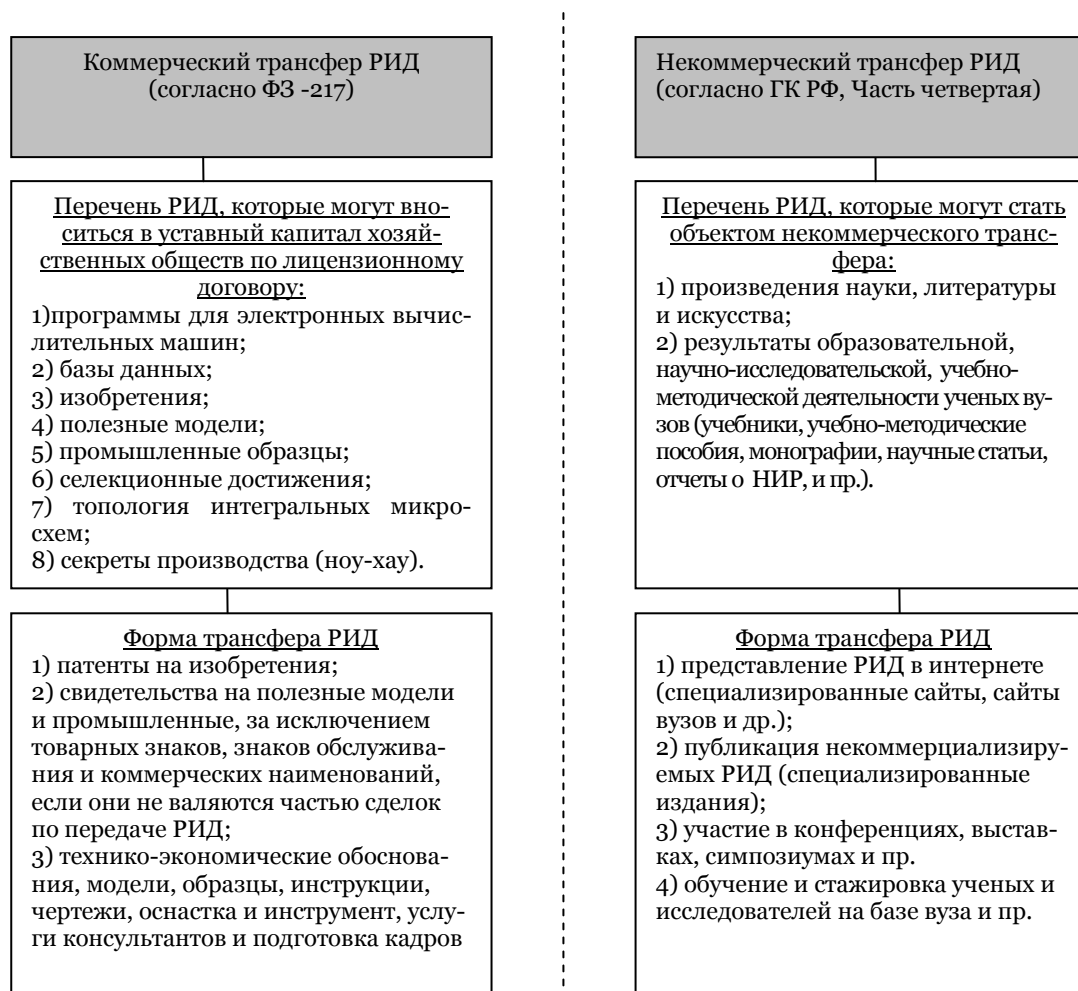


Рис. 3. Основные объекты и формы трансфера РИД ученых вуза

Основной формой коммерческого трансфера РИД, согласно ФЗ-217, является создание хозяйственного общества в виде малого инновационного предприятия [2]. Законодательно закрепленный алгоритм создания хозяйственного общества научным или образовательным учреждением представлен на рис. 4.

Создаваемые хозяйственные общества при вузах призваны играть связующую роль между наукой, производством и рынком, выполняя заказы на рыночно ориентированные исследования и разработки, и осуществлять продвижение разработок на рынок. К преимуществам коммерческого трансфера РИД в виде создаваемых малых инновационных предприятий относятся:

- возможность для вуза получения дополнительного дохода;
- возможность для ученого реализовать свои идеи, проявить свои способности;
- более быстрая адаптация создаваемого общества к требованиям рынка;
- гибкость управления и оперативность в выполнении принимаемых решений в МИПе;
- более короткая длительность инновационного цикла, более быстрая передача рынку РИД вуза;
- высокая мотивация труда персонала (разработчиков РИД) МИПа;
- отсутствие бюрократических структур в организации;
- относительно более высокая оборачиваемость собственного капитала и др.

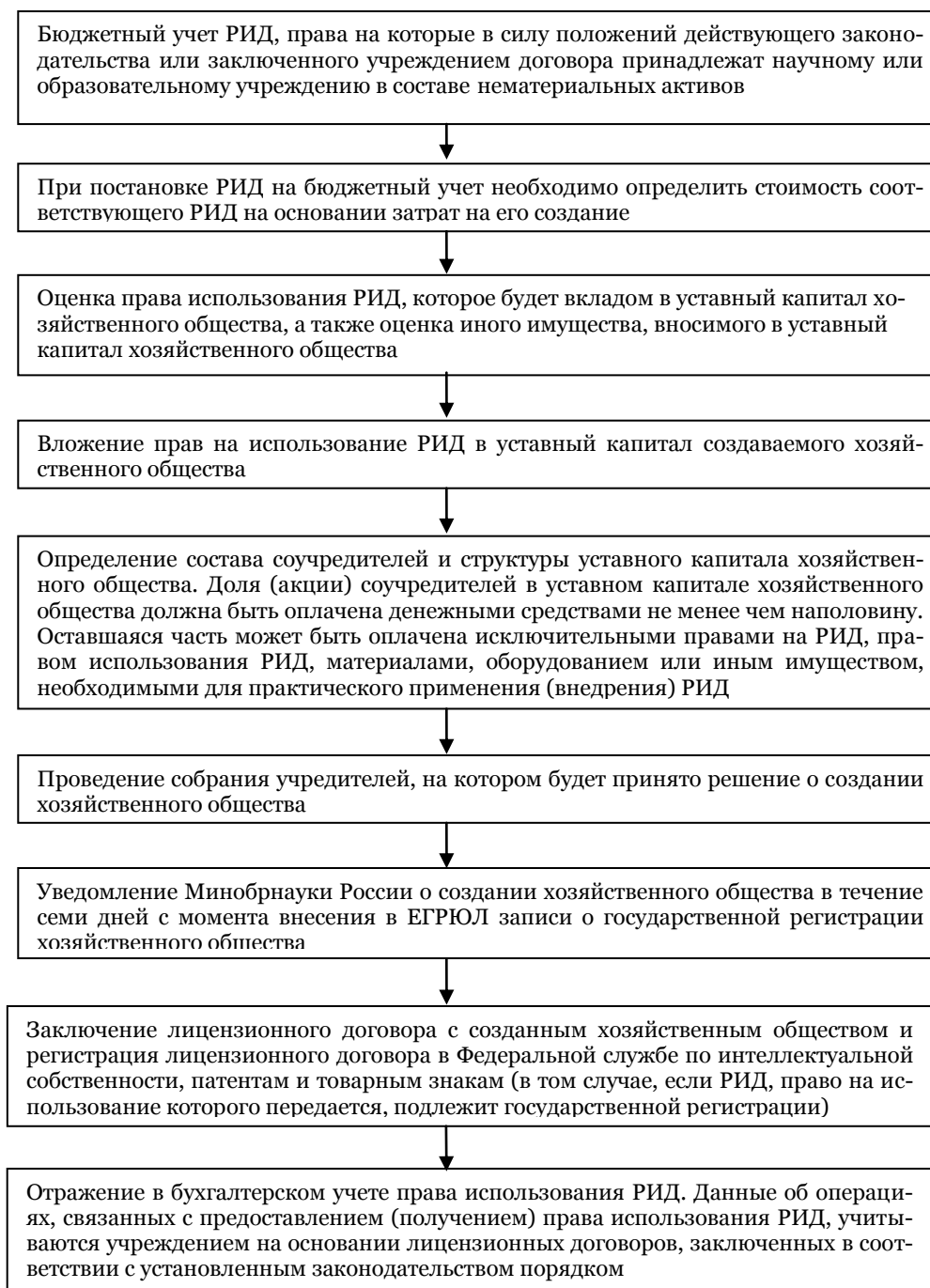


Рис. 4. Порядок действий научных или образовательных учреждений, организующих хозяйственное общество [2]

Вместе с тем специалисты вузов отмечают и слабые стороны коммерческого трансфера РИД в виде МИПа:

- низкий профессиональный уровень менеджмента;
- незначительные возможности внешнего финансирования, в том числе кредитования;
- ограниченные возможности диверсификации профиля МИП;
- ограниченные возможности удовлетворения масштабного спроса;
- персонифицированная ответственность за финансовые результаты деятельности [6, 8].



Анализ проблем создания МИПов на примере Белгородского государственного национального исследовательского университета показал, что алгоритм создания хозяйственного общества в вузе включает два этапа: принятие решения о создании хозяйственного общества (рис. 5) и собственно процесс создания хозяйственного общества в виде МИП НИУ «БелГУ». Разделение процесса на два этапа является, на наш взгляд, целесообразным, так как позволяет рационально скоординировать работу всех подразделений Управления научной и инновационной деятельностью (УНИД НИУ «БелГУ»), а также сформировать и «запустить» функционирование МИПа в короткие сроки. Но можно выделить и принципиально важные моменты, которые оказывают влияние на эффективность деятельности МИПов НИУ «БелГУ» на рынке:

1) результатом деятельности МИПа является выпуск инновационных продуктов/продукции/услуг, зачастую не имеющих аналогов на рынке, то есть процесс трансфера РИД вуза сопровождается формированием новых рынков и освоением новых зон прибыльности для существующего бизнеса;

2) часто основным потребителем данного продукта/продукции/услуг является государство, то есть реализация происходит на наименее изученном с позиции менеджмента и маркетинга рынке – B2G, где традиционные бизнес-модели могут не давать положительного результата;

3) исследование востребованности, рыночной адекватности данного вида продуктов/продукции/услуг происходит не на этапе принятия решения о создании хозяйственного общества и этапе создания МИПа, а уже в процессе продвижения продукции на рынок, то есть значительно возрастает коммерческий и менеджмент-маркетинговый риск развития МИПа и продвижения продукции на рынок;

4) статус малого предприятия позволяет МИПам в большей степени использовать меры государственной поддержки, но и является сдерживающим фактором развития и роста бизнеса, так как в конкурентной борьбе на B2B и B2G рынках малое предприятие априори проигрывает среднему и крупному бизнесу, которые и являются основными игроками на данных рынках;

5) при продвижении продукта/продукции/услуг МИПа на рынок происходит ситуация, когда разработка направлена не на определенную потребность на рынке (целевой сегмент рынка), а чаще всего именно призвана создать, сформировать новый несуществующий спрос. Соответственно, маркетинговые расходы МИПа значительно возрастают в связи с необходимостью проведения активной коммуникационной политики.

Анализ деятельности уже существующих МИПов НИУ БелГУ показывает, что с основными проблемами предприятия начинают сталкиваться не в процессе разработки НИОКР, а в процессе функционирования МИПа и продвижения продукта/продукции/услуг на рынок. Об этом же свидетельствуют и немногочисленные исследования в данной области [5, 6, 8]. Анализ данных, характеризующих результативность деятельности МИП НИУ БелГУ, также подтверждает данное предположение. В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 9 апреля 2010 г. № 219 «О государственной поддержке развития инновационной инфраструктуры в федеральных образовательных учреждениях высшего профессионального образования» в системе производственно-финансового комплекса НИУ «БелГУ» с 2010 г. реализуется программа развития инновационной инфраструктуры (РИИ) [3]. К основным индикаторам РИИ относятся и показатели деятельности созданных инновационных предприятий вуза. Индикаторы, характеризующие социальную эффективность инновационной деятельности НИУ «БелГУ», представлены в табл. 1.



Рис. 5. Процесс принятия решения о создании хозяйственного общества в НИУ БелГУ [4]



Таблица 1

**Плановые индикаторы социальной эффективности
выполнения программы РИИ НИУ «БелГУ»**

Индикатор (ед.)	Год							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Количество результатов интеллектуальной деятельности, принятых к бюджетному учету	18	8	9	9	10	10	10	9
Количество рабочих мест, созданных в инновационной инфраструктуре и хозяйственных обществах	20	30	40	60	90	110	70	80
Количество студентов, аспирантов и представителей профессорско-преподавательского состава, участвующих в работе хозяйственных обществ	60	45	35	35	35	35	35	35

Отдельные результаты выполнения социальных индикаторов данной программы в НИУ «БелГУ» представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Фактические результаты выполнения индикаторов
социальной эффективности программы РИИ НИУ «БелГУ»**

Индикатор	Абсолютный показатель (ед.)			Коэффициент выполнения плана (%)		
	2010	2011	январь – июнь 2012	2010	2011	на июнь 2012
Количество результатов интеллектуальной деятельности, принятых к бюджетному учету	20	10	5	111,11	125	55,55
Количество рабочих мест, созданных в инновационной инфраструктуре и хозяйственных обществах	53	51	20	265	170	50
Количество студентов, аспирантов и представителей профессорско-преподавательского состава, участвующих в работе хозяйственных обществ	74	32	20	123,33	71,11	57,14

Представленные данные показывают, что в вузе имеется определенный количественный потенциал РИД, принятых к бюджетному учету. Превышает планируемые показатели и количество рабочих мест, созданных в инновационной инфраструктуре и хозяйственных обществах вуза. Единственным социальным индикатором, получившим отрицательное значение в анализируемом периоде, был показатель, характеризующий вовлечение студентов, аспирантов и преподавателей вуза в работу создаваемых хозяйственных обществ. В целом социальную эффективность РИИ НИУ БелГУ можно считать удовлетворительной: вуз обладает интеллектуальным потенциалом и в



объемах проводимых НИОКР, и в высококвалифицированных кадрах, способных осуществить эффективный трансфер РИД вуза.

Индикаторы и достигнутые экономические показатели вуза по выполнению программы РИИ представлены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

Плановые индикаторы экономической эффективности выполнения программы РИИ НИУ «БелГУ»

Индикатор	Год							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Количество реализуемых созданными хозяйственными обществами проектов, поддержанных Фондом содействия развитию малых предприятий в научно-технической сфере и другими организациями, ед.	1	1	2	2	2	3	3	3
Количество хозяйственных обществ созданных получателем, ед.	10	5	5	5	5	5	5	5
Объем высокотехнологичной продукции, созданной с использованием элементов инновационной инфраструктуры, млн. руб.	2	20	40	70	100	135	170	-

Таблица 4

Фактические результаты выполнения индикаторов экономической эффективности программы РИИ НИУ «БелГУ»

Индикатор	Абсолютный показатель			Коэффициент выполнения плана (%)		
	2010	2011	январь – июнь 2012	2010	2011	на июнь 2012
Количество реализуемых созданными хозяйственными обществами проектов, поддержанных Фондом содействия развитию малых предприятий в научно-технической сфере и другими организациями, ед.	1	2	2	100	200	100
Количество хоз. Обществ, созданных получателем, ед.	10	5	4	100	100	80
Объем высокотехнологичной продукции, созданной с использованием элементов инновационной инфраструктуры, руб.	2 453 747	21 000 000	1 300 000	122,68	105	3,25

Данные показывают, что с экономической точки зрения, эффективность трансфера РИД вуза более низкая, чем социальная. Коммерциализация РИД в виде хозяйственных обществ и проектов, поддержанных Фондом содействия развитию малых предприятий в научно-технической сфере и другими организациями, является положительной (МИПы создаются и получают поддержку). Но важнейший обобщающий экономический показатель, характеризующий деятельность уже созданных МИПов, – «объем высокотехнологичной продукции, созданной с использованием элементов инновационной инфраструктуры» – имеет значительную от-



рицательную динамику (122,68; 105 и 3,25% соответственно в 2010, 2011 и 1 полугодии 2012 г.).

Отдельные результаты деятельности МИП НИУ БелГУ БелГУ в общем объеме высокотехнологичной продукции, создаваемой с использованием элементов инновационной инфраструктуры, представлены в табл. 5.

Таблица 5

**Характеристика позиции МИП НИУ БелГУ
в общем объеме высокотехнологичной продукции,
создаваемой с использованием элементов
инновационной инфраструктуры**

Индикатор	Год		
	2010	2011	на июнь 2012
Фактический объем реализованной продукции МИП НИУ «БелГУ», руб.	2 453 747	7 230 609	1 300 000
Доля продукции МИП НИУ «БелГУ» в общем объеме фактически реализованной высокотехнологичной продукции, созданной с использованием элементов инновационной инфраструктуры, %	100	34,43	100
Доля продукции МИП НИУ «БелГУ» в общем объеме запланированной высокотехнологичной продукции, создаваемой с использованием элементов инновационной инфраструктуры,	122,69	36,15	3,25

Из приведенных данных видно, что с каждым последующим финансовым годом программа РИИ требует от вуза достижения больших результатов. Если в 2010 г. за счет средств, полученных от реализации продукции МИП, удалось выполнить требования индикатора «объем высокотехнологичной продукции, создаваемой с использованием элементов инновационной инфраструктуры» на 100 %, то в 2011 г. данный показатель составил только 34,43 %. Остальную часть вуз покрыл за счет использования других источников дохода. Однако в стоимостном выражении объем реализованной продукции МИП НИУ «БелГУ» продолжает снижаться. Обосновать данные цифры можно тем, что созданные инновационные предприятия находятся в так называемой «долине смерти» инновационного цикла, и данная ситуация является честной, объективной и закономерной. Так, например, в Израиле количество выживших МИПов в течение трех лет составляет 25-30 %, что является, пожалуй, самым высоким показателем в мире [7, с. 224]. Для того чтобы МИП заработал и стал приносить прибыль, необходимо формирование системы дальнейшего сопровождения их деятельности, развитие в вузе самоорганизующейся экосистемы, где есть все необходимые ресурсы, а отношения между всеми многочисленными участниками процесса отлажены и гармонизированы.

Таким образом, представленные данные позволяют сделать вывод о наличии взаимосвязанных и взаимозависимых проблем, характеризующих процесс создания эффективного трансфера РИД вуза на рынок. Основными проблемами на этапе использования основной формы коммерческого трансфера РИД – создания МИПов – можно считать комплекс проблем правового характера, сдерживающий процесс создания, регистрации и патентования результатов РИД. На этапе выведения на рынок и продвижения высокотехнологичной продукции МИПов на первый план выходят финансовые, организационные и менеджмент–маркетинговые проблемы – недостаток средств финансирования, маркетинговой информации, отсутствие эффективной бизнес-модели МИПа.



Литература

1. Российская Федерация. Законы. Гражданский кодекс Российской Федерации (Часть четвертая) от 18 декабря 2006 г. № 230-ФЗ.
2. Российская Федерация. Законы. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности: федеральный закон от 02.08.2009 г. № 217 – ФЗ.
3. Российская Федерация. Правительство. О государственной поддержке развития инновационной инфраструктуры в федеральных образовательных учреждениях высшего профессионального образования: постановление Правительства РФ от 9 апреля 2010 г. № 219.
4. Регламент создания хозяйственных обществ (малых инновационных предприятий) федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.bsu.edu.ru.
5. Алимов, А.Н. Государственная инновационная политика Мурманской области и инновационный потенциал региона / А.Н. Алимов, В.А. Маслобоев // Инновационный потенциал Кольской науки [отв. ред.: В. А. Маслобоев, Б. В. Ефимов]. – Апатиты. 2005. – С. 4-11.
6. Бахтарева, К.Б. Коммерциализация интеллектуальной деятельности: возможности для экономических вузов / К.Б. Бахтарева, А.А. Логинов, Э.А. Гришкова // Вестник высшей школы Alma Mater. Менеджмент в образовании. 2011 г. №7. С. 51-55.
7. Инновации: ключ на старт. Экосистема венчурных компаний посевного цикла: состояние и перспективы / ООО Наутех, коллектив авторов. М.: Бизнес-журнал, ИД Компьютера, 2010. – 288 с.
8. Ломовцева, О.А. Технопарки как точки инновационного роста и фактор развития региональной экономики / О.А. Ломовцева, Р.Ю. Канищев // Научные Ведомости Белгородского государственного университета. Серия История. Политология. Экономика. Информатика. 2011 г. № 19(114). Выпуск 20/1. – С. 35-39.
9. Система национальных счетов – Статистическая база данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.stat.hse.ru/hse/publications/PHSE98-1.pdf.

PROBLEMS OF COMMERCIAL TRANSFER OF RESULTS UNIVERSITY OF INTELLECTUAL

A. N. ALIMOV
S. N. PRYADKO

*Belgorod National
Research University*

*e-mail: alimov@bsu.edu.ru
e-mail: pryadko_s@bsu.edu.ru*

The paper presents a critical analysis of the major problems of commercial (especially the creation, selection of the legal form of business entity, etc.) and non-commercial (presentation of the results of the scientific community educational, scientific, research, educational and methodical work of scientists) transfer the RID in universities. Particular attention is paid to the problems of the organization of an effective system of commercial transfer of intellectual property of the university in the form of small innovative enterprises.

Keywords: results of intellectual activity, legal regulation, transfer of intellectual property of the university, a business entity, a small innovative company.



ИНВЕСТИЦИИ И ИННОВАЦИИ

УДК 330.332

СОЗДАНИЕ БЛАГОПРИЯТНОГО ИНВЕСТИЦИОННОГО КЛИМАТА В РЕГИОНЕ: ЭКОНОМИЧЕСКИЙ И ПРАВОВОЙ АСПЕКТЫ (на примере Волгоградской области)

И. Е. БОБРОВА*ОАО «Корпорация развития
Волгоградской области»,
г. Волгоград**e-mail: iresd@bk.ru*

В статье рассмотрены теоретические принципы и основные положения Стандарта деятельности исполнительной власти субъекта РФ по обеспечению благоприятного инвестиционного климата. На основании анализа практик внедрения стандарта в регионах РФ сделан вывод о взаимозависимости инвестиционной активности, институциональной среды ведения бизнеса, текущего уровня жизни и экономической специализации территории.

Обоснована целесообразность внедрения стандарта в Волгоградской области.

В парадигме современных концепций конкурентоспособности территорий исследовано региональное законодательство, направленное на привлечение и поддержку прямых инвестиций, катализаторы и барьеры инвестиционного процесса. Выявлена проблема селекции прямых инвестиций с точки зрения их соответствия / несоответствия целям и задачам социально-экономического развития региона.

Ключевые слова: импортозамещение, инвестиции, инвестиционный климат, инвестиционный стандарт, институты развития, конкурентная стратегия, кооперация, новая индустриализация, новая технологическая волна, развитие компетенций, региональный инвестиционный стандарт.

В современной теории конкурентоспособности территорий (городов, агломераций, регионов, etc.) наряду с классическими факторами – наличие сырья, спроса (рынка), компетенций и капитала – выделяется институциональный фактор, выступающий катализатором, барьером, либо нейтральной средой по отношению к приходящим на территорию бизнес-игрокам, инвестициям и технологиям [3, с. 38; 5, с. 256].

В зависимости от состояния институциональной среды потенциальный инвестор делает выбор территории локализации, масштабирования либо создания нового бизнеса. Между бизнес-идеей и выбором территории приложения прямых инвестиций находится пространственно-временная последовательность действий, описанная в модели Грушевского-Гущиной в виде графа с двумя точками бифуркации, в системе координат которой предприниматель либо фирма при наличии прочих ресурсов принимают решение в зависимости от сложности, транспарентности и предсказуемости среды [2, с. 232]. Исходя из вышеизложенного, перед региональной властью стоит задача создания среды, которая способствует приходу инвестиций, новых технологий и управленческих компетенций в автоматическом режиме, т.е. когда решение предпринимателя либо фирмы не зависит от персональных свойств представителей власти и управления.

В настоящей статье, в первую очередь, предлагается рассмотреть инициативу АНО «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов» (АСИ)



по созданию регионального инвестиционного стандарта. Стандарт, именуемый в официальных документах также Стандарт деятельности исполнительной власти субъекта Российской Федерации по обеспечению благоприятного инвестиционного климата в регионе, представляет собой 15 норм, правил и алгоритмов деятельности исполнительной власти субъекта РФ, объединенных в три группы.

1. Стратегия субъекта РФ, направленная на обеспечение благоприятного инвестиционного климата;
2. Условия, создаваемые предпринимателям и фирмам для ведения бизнеса и осуществления инвестиционной деятельности;
3. Гарантии инвесторам.

В методических разработках АСИ стандарт определяется как совокупность требований, которые при надлежащей реализации позволят достичь цели создания условий для увеличения притока инвестиций в регионы путем внедрения лучшей российской и зарубежной практики взаимодействия региональных органов власти с предпринимателями¹. При разработке первоначальной структуры и содержания документов учитывался опыт Калужской области.

Положения стандарта укладываются в логику пространственного развития страны, сформулированную в Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года, предполагающую поэтапную децентрализацию государственного и муниципального управления в целях повышения конкурентоспособности территорий². Это, в свою очередь, позволит раскрыть потенциал регионов в несырьевых секторах экономики [1, с. 108].

С 24 октября 2011 г. по 1 февраля 2012 г. пилотная апробация стандарта прошла в шести регионах РФ: Республике Татарстан, Пермском крае, Свердловской, Калужской, Липецкой и Ульяновской областях. 3 февраля 2012 г. стандарт был утвержден наблюдательным советом АСИ в качестве свода методических требований. К 1 марта 2012 г. он был скорректирован с учетом практики пилотных регионов³. Затем для каждого из шести регионов были разработаны «дорожные карты» его внедрения. 1 июля 2012 г. АСИ отчиталось о завершении пилотного проекта.

Стоит обратить внимание на выбор регионов в качестве пилотных (табл. 1.)

Таблица 1

Регионы РФ, выбранные АСИ в качестве пилотных, в Инвестиционном рейтинге РА «Эксперт», 2010-2012 гг.

Регион	2010 – 2011			2011 – 2012		
	Риск	Потенциал, %	Группа ⁴	Риск	Потенциал, %	Группа
Калужская область	0. 215	0. 900	–	0. 202	0. 983	3В1
Липецкая область	0. 182	0. 740	–	0. 173	0. 719	3А1
Республика Татарстан	0. 217	2. 388	–	0. 191	2. 521	1А
Пермский край	0. 306	1. 928	–	0. 304	1. 904	2В
Ульяновская область	0. 262	0. 676	–	0. 249	0. 687	3В1
Свердловская область	0. 266	2. 624	–	0. 239	2. 723	1В

В качестве пилотных выбраны регионы РФ с разным экономическим потенциалом, объединенные в кластер по признаку активной работы с внешними инвесторами.

На I Всероссийском форуме институтов развития (г. Екатеринбург, 4-5.04.2013) состоялось обсуждение практики и итогов внедрения стандарта в пилотных субъектах РФ. По оценкам участников форума из числа российских и зарубежных экспертов в области инвестиций и регионального развития внедрение улучшило институциональную среду и инвестиционный климат регионов. Индекс риска инвестирования, как правило, снизился; потенциал повысился.

¹ http://www.asi.ru/asi_in_regions/about/

² См.: Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. N 1662-р). Раздел «Региональное развитие»

³ http://www.asi.ru/upload/madialibrary/91d/STD-v3-RUS_f.pdf

⁴ В 2010 – 2011 гг. группировка не производилась.



В Волгоградской области официальное внедрение стандарта началось 21 сентября 2012 г. с подписания на XI Международном инвестиционном форуме в г. Сочи соглашения о сотрудничестве между Правительством Волгоградской области и АСИ⁵. В то же время восемь из пятнадцати норм, правил и алгоритмов деятельности исполнительной власти региона к моменту подписания соглашения соответствовали требованиям стандарта.

В 2013 г. к внедрению стандарта присоединились еще четыре субъекта РФ: Республика Башкортостан, Астраханская, Белгородская и Ярославская области. Регионами, совместно с АСИ, Министерством экономического развития РФ и Общероссийской общественной организацией «Деловая Россия» (далее по тексту – ДР), разработаны и утверждены «дорожные карты» внедрения. В настоящий момент к проекту выразили готовность присоединиться Республики Бурятия, Карелия, Саха (Якутия), Северная Осетия (Алания), Кемеровская, Мурманская, Новосибирская, Омская, Оренбургская, Пензенская, Ростовская, Томская и Челябинская области.

В Инвестиционном рейтинге российских регионов РА «Эксперт» Волгоградская область выглядит следующим образом.

Таблица 2

Волгоградская область в Инвестиционном рейтинге РА «Эксперт», 2010-2012 гг.

Регион	2010 – 2011			2011 – 2012		
	Риск	Потенциал, %	Группа	Риск	Потенциал, %	Группа
Волгоградская область	0. 291	1. 191	–	0. 277	0. 128	3В1

Регион, обладая высоким потенциалом, во многом нейтрализует его повышенным риском инвестирования, что смещает его в группу регионов 3В1, сопоставимую по уровню жизни с Ульяновской областью. Если провести декомпозицию индекса рисков, то в данной группе находятся, в основном, регионы с высококвалифицированными трудовыми ресурсами, но с низкой емкостью внутреннего рынка и не очень выгодным, с точки зрения построения логистики, географическим положением. Отсюда следует, что внедрение стандарта будет способствовать снижению риску инвестирования, раскрытию потенциала региона, связанного с его географическим положением, емкостью рынка и компетенциями.

В соответствии с методикой АСИ, внедрение стандарта осуществляется в тесном взаимодействии предпринимательского сообщества и региональной власти, в первую очередь, в формате общественной экспертизы и мониторинга. В целях эффективного взаимодействия участников апробации стандарта разработаны:

1. Типовой регламент деятельности экспертных групп.

2. Регламент взаимодействия Правительства Волгоградской области, АСИ и экспертной группы по мониторингу апробации и внедрения стандарта.

Внедрение регионального инвестиционного стандарта осуществляется на основе пошаговой «дорожной карты» – формализованного плана, определяющего мероприятия по реализации требований стандарта и сроки их выполнения, а также ответственных из числа сотрудников региональной исполнительной власти и местного самоуправления. Дорожные карты разрабатываются и утверждаются субъектами РФ совместно с АСИ, Министерством экономического развития и торговли РФ и ДР.

Министерством экономики, внешнеэкономических связей и инвестиций Волгоградской области издан приказ от 12.02.2013 № 48 «Об установлении персональной ответственности за проведение мониторинга подготовки (разработки, утверждения) и реализации планов мероприятий «дорожных карт», разрабатываемых АНО «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов».

При разработке второй редакции стандарта, вышеназванных нормативных документов и методических рекомендаций Правительством Волгоградской области

⁵ Работа по внедрению стандарта регламентируется п 3.3. протокола к Соглашению о сотрудничестве между Правительством Волгоградской области и АСИ от 21.09.2012.



учтены пожелания участников экспертных групп других регионов, обосновавших необходимость:

- а) привлечь к работе экспертных групп и проектных офисов по улучшению инвестиционного климата представителей местного самоуправления;
- б) определить различные аспекты безопасности осуществления инвестиционной деятельности в субъектах РФ;
- в) скорректировать стандарт с точки зрения большей ориентации на защиту внутренних (региональных) инвесторов.

В настоящее время стандарту соответствует 11 из 15-ти норм, правил и алгоритмов деятельности исполнительной власти Волгоградской области (табл. 3).

Следующие последствия процесса внедрения регионального инвестиционного стандарта возможно отнести к позитивным:

1. Подготовка «дорожных карт» позволила Волгоградской области провести аудит институциональной среды, текущего состояния взаимодействий государственной власти и местного самоуправления с потенциальными инвесторами, в т.ч. – с действующими на территории региона предпринимателями и фирмами.

2. Возникающие при подготовке дорожных карт вопросы, как уже отмечалось ранее, потребовали корректировки первоначальной методологии внедрения стандарта, позволили выявить сильные и слабые стороны стандарта, о которых будет сказано ниже.

3. По результатам опросов предпринимателей и анализа заявленных в дорожных картах пилотными субъектами РФ требований стандарта, как выполненных, так и внедряемых, АСИ подготовлен обзор лучших практик, который был представлен 4-5.04.2013 на Форуме институтов развития в г. Екатеринбург⁶.

Согласно исследованию АСИ примерно 70% участников региональных экспертных групп рассчитывают на улучшение инвестиционного климата и относятся к работе по внедрению стандарта как к реальной возможности изменить ситуацию с точки зрения условий ведения бизнеса. При этом не все (только 35%) положительно оценивают перспективу полного внедрения требований стандарта в своем регионе⁷.

Экспертными группами в Республике Татарстан, Ульяновской и Липецкой областях предложено внести в «дорожные карты» по внедрению стандарта конкретные результаты реализации предусмотренных ими мероприятий, а также показателей эффективности внедрения отдельных положений стандарта. В настоящее время экспертные группы вышеназванных регионов ведут разработку таких показателей.

На последнем пункте стоит остановиться подробнее. На современном этапе перед региональными институтами развития РФ стоит задача постоянного балансирования между глобальным и локальным, чтобы преодолеть технологическое отставание (прежде всего – в развитии инфраструктуры и производств новой технологической волны), с одной стороны, и сохранить региональную культуру, присущую конкретному месту предпринимательскую структуру, – с другой [7, с. 65]. Аналогичные цели поставлены, например, в программе Сбербанка РФ «Новая индустриализация», реализуемой в регионах РФ с 2012 г., и проекте Стратегии социально-экономического развития Волгоградской области до 2020 г.

Если проанализировать назначение инвестиций, пришедших в Волгоградскую область в 2011 г., то 63 % из них связаны с созданием и модернизацией производств добычи и первичной переработки природного сырья (вывоз природных ресурсов, загрязнение окружающей среды), 21, 7 %, прежде всего – инвестиции в развитие торговых сетей – ориентированы на региональный потребительский рынок (вывоз капитала), и 15, 3 % прямых инвестиций были направлены на создание перерабатывающих и высокотехнологичных производств с высокой добавленной стоимостью, продукция которых ориентирована на рынки за пределами региона и РФ (вывоз капитала, развитие компетенций). Таким образом, только 15, 3 % прямых инвестиций работали на повышение качества жизни жителей региона [4, с. 123].

⁶ <http://www.dif2013.ru/>

⁷ http://www.asi.ru/upload/madialibrary/91d/STD-v3-RUS_f.pdf

**Соответствие норм, правил и алгоритмов деятельности исполнительной власти Волгоградской области
требованиям регионального инвестиционного стандарта**

№	Требование стандарта	Состояние нормативно-правового регулирования и институциональной среды в Волгоградской области
1	2	3
01	Утверждение субъектом РФ инвестиционной стратегии региона.	Инвестиционная стратегия является частью Стратегии социально-экономического развития, принятой в соответствии с Законом Волгоградской области «О Стратегии социально-экономического развития Волгоградской области до 2025 года» от 21.11.2008 № 1778-ОД.
02	Формирование и ежегодное обновление Плана создания инвестиционных объектов и объектов инфраструктуры в регионе	Разрабатывается «План создания инвестиционных объектов и необходимой транспортной, энергетической и социальной инфраструктуры региона», в котором будут указаны перспективные площадки для реализации инвестиционных проектов, действующие и проектируемые технопарки и промышленные парки, объекты транспортной и социальной инфраструктур. В соответствии с Планом планируется внести изменения в схемы территориального планирования и инвестиционные программы сетевых инфраструктурных организаций. В настоящее время действует Реестр инвестиционных площадок Министерства экономики, внешнеэкономической деятельности и инвестиций Волгоградской области
03	Ежегодное послание высшего должностного лица субъекта РФ «Инвестиционный климат и инвестиционная политика субъекта РФ».	В структуре ежегодного послания губернатора Волгоградской областной думе имеется раздел «Инвестиции» (итоги прошедшего года, планы и задачи на перспективу)
04	Принятие нормативного правового акта субъекта РФ о защите прав инвесторов и механизмах поддержки инвестиционной деятельности.	Закон Волгоградской области «О государственной поддержке инвестиционной деятельности на территории Волгоградской области» от 02.03.2010 № 2010-ОД устанавливает меры и условия получения государственной поддержки, гарантирует неухудшение условий ведения бизнеса. Права инвесторов и механизмы поддержки инвестиционной деятельности также регламентируются и другими документами, в т.ч.: а) Закон Волгоградской области «О государственных гарантиях Волгоградской области» от 28.04.2007 № 1455-ОД. б) Закон Волгоградской области «О залоговом фонде Волгоградской области» от 17.10.2012 № 121-ОД. в) Постановление Правительства Волгоградской области «О программе создания благоприятных условий для привлечения инвестиций в экономику Волгоградской области на 2012-2014 годы» от 31.10.2012 № 463-п. г) Программа создания благоприятных условий для привлечения инвестиций в экономику Волгоградской области на 2012-2014 годы (утверждена постановлением Правительства Волгоградской области от 31.10.2012 № 463-п.)
05	Наличие Совета по улучшению инвестиционного климата	Волгоградский областной совет по инвестициям – коллегиальный орган, созданный в целях решения вопросов, связанных с предоставлением государственной поддержки инвесторам, реализующим проекты на территории Волгоградской области на основании постановления Администрации Волгоградской области «О Волгоградском областном совете по инвестициям» от 15.06.2010 № 247-п
06	Наличие специализированной организации по привлечению инвестиций и работе с инвесторами.	ОАО «Корпорация развития Волгоградской области»
07	Наличие доступной инфраструктуры для размещения производственных и иных объектов инвесторов (промышленных парков, технологических парков).	Инфраструктура представлена тремя действующими объектами: промышленный парк «Волгоград», Волгоградский областной бизнес-инкубатор, Быковский центр коллективного пользования. Проектируются два региональных промышленных парка и три агротехнопарка. Подписано соглашение с СБ РФ о финансировании проектов создания инфраструктуры вышеперечисленных территорий в рамках программы «Новая индустриализация». Министерством экономики, внешнеэкономических связей и инвестиций Волгоградской области разработан и внесен в областную думу проект Закона Волгоградской области «О территориях социально-экономического развития», предусматривающий порядок оказания поддержки региональным промышленным паркам, агротехнопаркам, инвестиционным площадкам моногородов и т.д. См. также п. 2

Продолжение табл. 3

1	2	3
08	Наличие механизмов профессиональной подготовки и переподготовки по специальностям, соответствующим инвестиционной стратегии региона и потребностям инвесторов	1. Программа подготовки управленческих кадров для организаций народного хозяйства РФ, реализуемая на базе Волгоградского государственного университета и Волгоградского филиала РАНХ и ГС. 2. На базе средних специальных учебных заведений региона разработаны и реализуются программы подготовки специалистов для новых производств ООО «Специальные сварные металлоконструкции» ОАО Производственное объединение «Баррикады», ОАО ВМЗ «Красный Октябрь» и др.
09	Создание специализированного двуязычного интернет-портала об инвестиционной деятельности в субъекте РФ	На сайте Министерства экономики, внешнеэкономических связей и инвестиций Волгоградской области для инвесторов представлена информация на 21 языке. Планируется создание специального портала.
10	Наличие в субъекте РФ единого регламента сопровождения инвестиционных проектов по принципу «одного окна».	Регламент работы ОАО «Корпорация развития Волгоградской области» в соответствии с постановлением Губернатора Волгоградской области «Об утверждении Инвестиционного меморандума Волгоградской области на 2012-2013 годы» от 13.09.2012 N 847
11	Принятие высшим должностным лицом субъекта РФ инвестиционной декларации региона	Постановление Губернатора Волгоградской области «Об утверждении Инвестиционного меморандума Волгоградской области на 2012-2013 годы» от 13.09.2012 N 847
12	Принятие нормативного акта, регламентирующего процедуру оценки регулирующего воздействия принятых и принимаемых нормативно-правовых актов, затрагивающих предпринимательскую деятельность	Постановление Губернатора Волгоградской области «Об утверждении Порядка проведения оценки регулирующего воздействия проектов нормативных правовых актов Волгоградской области» от 17.12.2012 № 1257 (в редакции постановления Губернатора Волгоградской области от 07.03.2013 № 206).
13	Наличие системы обучения, повышения и оценки компетентности сотрудников государственной власти субъекта РФ и специализированных организаций по привлечению инвестиций и работе с инвесторами	Постоянно проводится обучение сотрудников структур государственной власти и местного самоуправления, курирующих инвестиционные проекты по Программе подготовки управленческих кадров для организаций народного хозяйства РФ, по работе в автоматизированной системе формирования, мониторинга и анализа хода реализации инвестиционных проектов в рамках ГАС «Управление».
14	Включение представителей потребителей энергоресурсов в состав органа исполнительной власти субъекта РФ в сфере государственного регулирования тарифов – региональной энергетической комиссии (РЭК) и создание коллегиального совещательного органа при РЭК, включающего представителей делового сообщества	Представители потребителей энергоресурсов включены в состав экспертных советов по ценам и тарифам: в теплоэнергетике, в электроэнергетике, на газ, на товары и услуги.
15	Наличие каналов прямой связи инвесторов и руководства субъекта РФ для оперативного решения возникающих в процессе инвестиционной деятельности проблем и вопросов	Действует телефонная «горячая линия», существует возможность обращения on-line, в соответствии с постановлением губернатора Волгоградской области «О региональном инвестиционном уполномоченном в Волгоградской области» от 28.03.2013 № 268.



Исходя из вышеизложенного, возникает проблема селекции инвестиций с точки зрения их социального эффекта. Обозначенную проблему приходится решать в условиях децентрализованной экономики с постоянно изменяющимися условиями внешней (изменение рыночной конъюнктуры, технологической границы, курсов валют, нормативно-правовых актов и т.д.) и внутренней (изменение профессионального, этнического и религиозного состава граждан) сред. Возникает необходимость постоянного оперативного пересмотра стратегий, планов, проектов и программ развития территорий, алгоритмов и механизмов их реализации, разработки новых индикаторов, по которым определяется эффективность и результативность принимаемых управленческих решений. Это, в свою очередь, детерминирует развитие т.н. «мягкой инфраструктуры»:

- экспертных институтов и площадок, где государственное управление, местное самоуправление, наука и бизнес проводят экспертизу проектов и решений, разрабатывают и предлагают изменения, новые решения, проекты и программы;
- краудсорсинговых площадок, позволяющих оперативно реагировать на изменение потребностей как жителей территорий так и инвесторов;
- институтов развития, осуществляющих поиск, селекцию и поддержку лидеров, способных реализовывать проекты, направленные на социально-экономическое развитие территорий.

Внедрение стандарта затрудняется в связи отсутствием устойчивой и предсказуемой системы общефедеральных нормативных стимулов для улучшения регионального инвестиционного климата. В настоящее время межбюджетные отношения в РФ построены таким образом, что инвестиционно-успешные регионы лишаются преференций и дотаций из федеральной казны, что лишает их стимулов к развитию.

Практика внедрения стандарта указывает на то, что необходимо внести изменения в систему межбюджетных отношений и законодательно установить понятие объектов инфраструктуры в целях применения мер государственной поддержки.

Очередная ошибка федерального правительства заключается и в том, что вместо расширения спектра экономических стимулов субъектам РФ вновь предлагается система, сводящая к минимуму гражданский контроль, в том числе – со стороны профессиональных объединений предпринимателей, – и увеличивающая функционал государственного контроля. В Министерстве экономического развития и торговли РФ разработан проект документа, устанавливающего новые КРІ¹ деятельности исполнительной власти субъектов РФ. Предполагается оценка степени удовлетворенности предпринимательского сообщества деятельностью государственной власти и управления, в т.ч. с точки зрения наличия элементов регионального инвестиционного стандарта, состояние рынка труда, производственной, транспортной, энергетической инфраструктуры, уровня развития малого и среднего бизнеса.

С одной стороны, разработанные показатели инвестиционной эффективности более понятны и лаконичны, чем существующая сегодня в Министерстве регионального развития РФ формула оценки деятельности губернаторов, включающая более 300 показателей. С другой стороны, корректировка регионального экономического курса, которая в наиболее развитых экономиках мира происходит автоматически в результате политического процесса выборов и других зарекомендовавших себя демократических процедур, в РФ постепенно заменяется априори неэффективной системой контроля и отчетности по вертикали.

В любом случае, внедрение стандарта становится обязательным на территории всех субъектов РФ по следующим основаниям:

а) одним из значений КРІ деятельности высших должностных лиц субъектов РФ по созданию благоприятных условий ведения предпринимательской деятельности (методика утверждена распоряжением Правительства РФ от 27.12.2012 № 2550-р) является количество внедренных в регионе составляющих регионального инвестиционного стандарта;

б) по итогам заседания Госсовета Министерству регионального развития РФ совместно с исполнительными органами субъектов РФ Президентом РФ поручено

¹ КРІ – (англ. Key Performance Indicators) ключевые показатели эффективности



обеспечить внедрение разработанного АСИ стандарта (перечень поручений утвержден 31.01.2013 № Пр-144ГС).

Таким образом, внедрение стандарта способствует снижению рисков инвестирования, раскрытию потенциала региона, связанного с его географическим положением, емкостью рынка и компетенциями, что влечет за собой повышение благосостояния и качества жизни граждан региона через развитие их технологических и управленческих компетенций.

В то же время, в процессе внедрения стандарта и изменения параметров среды взаимодействия власти и бизнеса в целом возникли две проблемы, которые не удалось системно решить либо алгоритмизировать ни в одном из регионов РФ: а) Каким образом в режиме реального времени оценивать качество (последствия) инвестиций с точки зрения их будущего влияния на социально-экономические показатели региона, прежде всего – на показатели качества жизни жителей территории, т.к. экономическая и социальная эффективности, не тождественны?; б) Каким образом перевести селекцию прямых инвестиций, с точки зрения их соответствия стратегическим целям развития территории и направленности на повышение качества жизни, из т.н. ручного в автоматическое управление, задействовав потенциал регионального экспертного сообщества?

Литература

1. Горин, Д.Г. Импульсы модернизации зарождаются в регионах / Д.Г. Горин // Муниципальная власть. 2013. № 1. – С. 108 – 110.
2. Грушевский, Д.В. Катализаторы и барьеры инновационного процесса / Д.В. Грушевский, Е.Г. Гущина // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2011. № 43 (136). – С. 230 – 234.
3. Ерзнкян, Б. А. Рекомбинация пространства: опыт создания региональных центров инновационного развития / Б.А. Ерзнкян // Альтернативы регионального развития (Шабунинские чтения): материалы I Международной научно-практической конференции. – Волгоград: Издательство ВолГУ, 2010. – С. 37 - 49.
4. Левинсон, С.Б. Содействие экономическому развитию Волгоградской области – главное направление управленческой деятельности региональной власти / С.Б. Левинсон // Альтернативы регионального развития (Шабунинские чтения): материалы II Международной научно-практической конференции. – Волгоград: Издательство ВолГУ, 2011. – С. 121 – 136.
5. Портер, М. Конкуренция / М. Портер. – М.: Вильямс, 2006. – 608 с.
6. Грушевський, Д.В. Місто у відкритому просторі: постановка проблеми / Д.В. Грушевський // Соціально-економічна політика держави в умовах трансформаційних змін: Матеріали міжнародної науково – практичної конференції. – Полтава: ПДАА, 2013. – С. 64 – 67.

CREATION OF FAVORABLE INVESTMENT CLIMATE IN THE REGION: ECONOMIC AND LEGAL ASPECTS (example of the Volgograd region)

I. E. BOBROVA

*Development
Corporation
of the Volgograd
Region,
JSC
Volgograd*

*e-mail:
iresd@bk.ru*

Theoretical principals and basic statements of the activity Standard of government executive branch of the subject of the Russian Federation on providing favorable investment climate have been considered in the article.

On the basis of the analysis of standard implementation practices on the territory of the Russian Federation a conclusion has been made on interdependence of investment activeness, institutional business environment, current living standards and economic specialization of the territory.

The expediency of standard implementation in Volgograd region is reasonable.

Regional legislation aimed at attraction and support of direct investments, catalysts and obstacles of the investment process have been analyzed in the paradigm of modern competitiveness concept of the territories.

The problem of selection of direct investment in terms of its conformity/inconformity between aims and objectives of socio-economic development of the region has been identified.

Keywords: import substitution, investment, investment climate, development institutions, competitive strategy, cooperation, new industrialization, new technological wave, development of competencies, region, regional economy, Regional investment standard.



ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ПРОГРАММ (АМЕРИКАНСКАЯ И РОССИЙСКАЯ ПРАКТИКА)

А. Е. ЛАПИН
Н. Н. ЛОМОВЦЕВА
В. А. ИЛЕХМЕНЕВ

*Ульяновский
государственный
университет*

*e-mail:
eagov@ulsu.ru
epr_nn@mail.ru
Ilekhmenev@mail.ru*

Переход от затратного метода к бюджетированию по результатам при формировании бюджетов РФ путем принятия долгосрочных государственных программ вызывает необходимость совершенствования методики оценки их реализации. В статье рассмотрена методология оценки эффективности реализации государственных программ, применяемая в США (система PART). Указанная методика апробирована при оценке региональной целевой программы в Ульяновской области с целью сравнительного анализа полученных результатов. Изучив причины несоответствия оценки российских специалистов и результата проведенного расчета, выделив недостатки действующей российской методики, авторы вышли с предложением внедрения основных критериев системы PART в российскую практику.

Ключевые слова: государственная программа, проблемы программно-целевого метода в России, критерии эффективности, оценка результата, рейтинговая оценка PART, комплексный интегральный подход.

Уже на протяжении нескольких десятилетий одним из основных инструментов социально-экономической политики в мировой экономике являются проекты, основанные на программно-целевом подходе. Они принимают самые разные формы и присутствуют на всех уровнях государственной власти: федеральные, региональные и муниципальные целевые программы; ведомственные целевые программы; государственные программы долгосрочного развития. Этот подход имеет ряд серьезных достоинств:

- измеримость целей: конечные цели проектов реально достижимы и существуют во времени, эмпирически фиксируемы, что позволяет количественно оценить достигнутые результаты и их соответствие заявленным ранее целям;

- концентрация, рациональное распределение и использование ресурсов общества: ресурсы сосредотачиваются в наиболее приоритетных для государственного развития сферах;

- действие эффекта мультипликатора: улучшение ситуации в одном секторе социально-экономической жизни государства цепной реакцией распространяется на остальные сферы. Более того, данный эффект проявляется и в самовоспроизведении механизма действия целевых программ, бюджетные средства, затрачиваемые на реализацию проектов, поступают в казну благодаря налоговым поступлениям и доходам, увеличивающимся благодаря росту экономики.

В каждой отдельной стране актуальность программно-целевого подхода подкрепляется спецификой данного государства, определяющейся политическим и социально-экономическим положением. В России такими специфическими проблемами являются:

- а) демографический кризис, выход из которого лежит в плоскости реализации целевых демографических программ субъектов РФ, охватывающих не только медицинские аспекты воспроизводства населения, но и этические, формирование здорового образа жизни, экологические и др.;

- б) значительная дифференциация уровня социально-экономического развития регионов страны, снижение которой целесообразно для сохранения единого экономического пространства страны, в т.ч. путем формирования территориальных программ поддержки (или создания заново) кластеров с высокой конкурентоспособностью;

- в) недоверие системе государственного управления в РФ, механизм совершенствования которого должен включать соответствующие ведомственные целевые про-



граммы, отличающиеся повышенной открытостью и прозрачностью, обеспечиваемых публикацией текстов проектов законов, постановлений, других форм государственных решений, наличием экспертов со стороны и обязательной отчетностью перед гражданским обществом по достигнутым результатам.

Но, несмотря на столь положительную роль программно-целевых проектов в жизни государства, применение их на практике в РФ нельзя назвать идеальным, так как и нормативно-правовая база и практика ее имплементации требуют существенной корректировки. Несовершенство отечественной практики программно-целевого подхода к государственному регулированию проявляется в многочисленном дублировании мероприятий в рамках различных программ (проектов) органов исполнительной власти, хроническом недофинансировании, длительном временном лаге (запаздывании) их реализации, неэффективной системе контроля за достижением поставленных целей и оценки обоснованности бюджетных затрат.

Однако, рассматривая вопрос разработки, реализации и оценки эффективности целевых программ на примере нашей страны и тем более сравнивая его с другими странами, стоит отметить, что Россия осуществляет государственную политику в условиях рыночных отношений только 20 лет [1] (с учетом нерыночной практики государственного программирования период будет, конечно, больше). В США, например, еще в середине 20 века был разработан и внедрен механизм распределения ресурсов, ориентированный на результат, получивший впоследствии название «Программно-целевой бюджет». И уже в те же годы активно велась работа над совершенствованием системы применения программно-целевого метода, в результате чего в 1993 году был принят закон «Об оценке результатов деятельности Правительства», на основе которого в настоящее время работает американский вариант системы бюджетирования по результатам. По данным, представленным Шуваловым С.С. в своей статье «Оценка эффективности федеральных целевых программ: опыт США» [4], этот закон определяет ряд принципов, в соответствии с которыми должна формироваться любая государственная программа:

- совершенствование процедур выбора неконфликтующих программных целей;
- количественное измерение социально-экономической эффективности их реализации;
- совершенствование отчетности о выполнении;
- постоянное улучшение администрирования самих программ;
- усиление ответственности государственных органов за результаты их осуществления (в т.ч. в результате публичности процессов разработки, реализации и оценки результативности);
- повышение качества законодательных и административных решений на всех этапах.

Согласно данным принципам, система планирования и бюджетирования программных мероприятий в США включает следующие документы: долгосрочные планы стратегического развития (на 5 лет) с отражением главных социально-экономических целей и задач, уточненные планы работ на год с целевыми итоговыми показателями результатов деятельности и отчетность о выполнении основных показателей-результатов, согласно принятым годовым планам. Руководители государственных программ в США самостоятельны в распределении выделяемых средств по основным направлениям деятельности, но при этом полностью ответственны за эффективность их использования и достижение поставленных целей.

Наряду с системой оценки эффективности бюджетирования по результатам, заложенной в мониторинге любых государственных программ, в США существует комплексная рейтинговая оценка – PART, включающая существенно более широкий набор инструментов, элементов и этапов, построенная на принципах функционального подхода. Одним из ее характерных признаков является привлечение к процедуре оценки помимо сотрудников административно-бюджетного управления представителей иных федеральных ведомств и независимых экспертов со стороны.



Для проведения процедуры оценки по данной методике все программы (проекты) разбиваются на 7 категорий, для каждой из которой существует свой набор вопросов. Кроме того, разрабатывается перечень дополнительных вопросов, учитывающих индивидуальную специфику оцениваемой программы (проекта). В соответствии с этим к каждой программе (проекту) «прикрепляется» анкета, состоящая из 100 вопросов, сгруппированных в четыре раздела, которые имеют свой удельный вес в итоговой оценке:

1. Цели и «конструкция» (структура) программы. Удельный вес (ω) – 20%.
2. Качество планирования. Удельный вес (ω) – 10%.
3. Качество управления программой. Удельный вес (ω) – 20%.
4. Достигнутые результаты. Удельный вес (ω) – 50%.

Оценка ответов на вопросы первых трех разделов может принять одно из двух значений: «Да» (максимальная оценка, равная удельному весу вопроса) или «Нет» (минимальная оценка, равная нулю). Используется своего рода двоичная система: при положительном ответе (1) оценка равна: $1 \times \omega = \omega$, при отрицательном ответе (0) оценка равна: $0 \times \omega = 0$, где ω – удельный вес вопроса.

При оценке вопросов четвертого раздела респондент выставляет балльную оценку в диапазоне от 0 («Нет») до 1 («Да»). При этом если балльная оценка равна или превышает 0,5, это равносильно ответу «В большей степени», если же балльная оценка ниже 0,5, это равносильно ответу «В малой степени». Оценка ответов на вопросы четвертого раздела рассчитывается как произведение балльной оценки респондента (находящейся в диапазоне от 0 до 1) на удельный вес вопроса. Таким образом, можно вывести общую формулу итоговой рейтинговой оценки программы:

$$R = 0,2 \left(\sum_{i=1}^k r_i \omega_i \right) + 0,1 \left(\sum_{i=1}^l r_i \omega_i \right) + 0,2 \left(\sum_{i=1}^m r_i \omega_i \right) + 0,5 \left(\sum_{i=1}^n r_i \omega_i \right), \quad (1)$$

где k, l, m, n – количество вопросов в соответствующем разделе,

r_i – балльная оценка ответа на вопрос,

ω_i – удельный вес вопроса внутри соответствующего раздела,

Затем количественное значение итоговой рейтинговой оценки переводится в качественную – «Эффективно», «Умеренно эффективно», «Адекватно», «Неэффективно» и «Результаты не проявлены». Программа считается эффективной, если ее численная оценка находится в диапазоне 85 – 100 баллов, умеренно эффективной – 70 – 84 балла, адекватной – 50 – 69 баллов, неэффективной – 0 – 49 баллов. Если вышеприведенная методика оценки не выявляет результаты финансируемой программы, то ее балльная оценка отсутствует, и она получает статус программы, не проявившей результатов [4].

За 2001 – 2009 гг. в США была проведена оценка с помощью алгоритма PART более 1000 программ (табл.).

Таблица

**Результаты оценки государственных программ
в США в 2001 – 2009 гг. по системе PART**

Оценка программы	Количество программ, получивших оценку	Доля программ, получивших соответствующую оценку, в общем объеме, %
Эффективная	193	19
Умеренно эффективная	326	32
Адекватная	297	29
Неэффективная	26	3
Информация о результатах отсутствует	173	17

Источник: Аналитический центр при правительстве РФ [3].

Таким образом, даже в наиболее крупной и конкурентоспособной экономике США только половина всех программ (51%) оценены как эффективные и умеренно эффективные, 29% программ признаны адекватными и 3% – неэффективными. При этом 17% из них не показали ожидаемых результатов. Полученные данные свидетельствуют



о существенной дифференциации в оценке целевых программ, что позволяет проанализировать «минусы» в их реализации.

Сегодня в США продолжается совершенствование методики комплексной оценки государственных программ. В 2010 году система PART была дополнена новой – GPRAMA (менее формальной и более гибкой системой оценки «приоритетных целей» федеральных органов исполнительной власти). Данная система упростила требования к отчетности и расширила общественную оценку полученных результатов. Кроме этого, GPRAMA усиливает функцию мониторинга и оценки программ внутри ведомств. Весьма важную роль в методологическом обеспечении стратегического мониторинга и оценки программ играет Совет по повышению результативности (Performance Improvement Council, PIC), членами которого являются директора по повышению результативности федеральных ведомств и их заместители.

В России 2 августа 2010 года был утвержден более совершенный порядок по работе с инструментом социально-экономической политики – государственными программами (постановление Правительства РФ № 588) [2], а также принят федеральный закон о государственном стратегическом планировании (от 8.12.2011 г.). Принципиальными отличиями этих нормативных документов от прежних федеральных, региональных и муниципальных целевых программ являются ориентированность на долгосрочную перспективу развития и существенно более детализированное описание самой государственной программы, что пересекается с уже работающей системой в США. Также «точки соприкосновения» имеются в разделе контроля реализации и подготовки годового отчета об исполнении. Существенная разница с американским вариантом имеется лишь в оценке эффективности реализации целевых программ: обновленная отечественная законодательная база программно-целевого планирования по оценке результата практически продублировала предыдущую, базирующуюся лишь на обязательности выполнения целевых индикаторов и мероприятий в установленные сроки, а также наличие вклада в социально-экономическое развитие страны. В то же время эти критерии позволяют рассмотреть влияние программ (проектов) на жизнь страны, проанализировать влияние тех или иных мероприятий (действий), поэтому являются своеобразным инвариантом алгоритма оценки.

Сегодня в России реализуется большое количество программ на всех уровнях государственной власти и местного самоуправления. Также как и в США, большинство из них по итогам 2011 года были признаны эффективными. Тем не менее, хорошо представляя работу органов публичной власти в РФ, осознавая заинтересованность чиновников в положительной оценке результатов своей работы и нежелании признавать ее неэффективной, что чревато увольнением с занимаемой должности, в объективности данного показателя можно усомниться. Например, в каждом субъекте РФ на протяжении последних нескольких лет реализовывались программы по ремонту дорожного покрытия, модернизации здравоохранения и переходу к электронной системе оказания государственных услуг, на которые были выделены существенные бюджетные средства. На деле же состояние дорожного покрытия в регионах оставляет желать лучшего, оказание медицинских и других публичных услуг по-прежнему отличается низким качеством. Несоответствие официальных отчетных показателей и достигнутых фактических результатов объясняется использованием заведомо не отражающих реальность индикаторов (освоение бюджетных средств, факт проведения мероприятий, сроки их проведения и т.д.), т.е. вся система оценки в основном ориентирована на процесс, а не результат. Кроме того, в российской методике оценки отсутствует комплексный подход, который должен охватывать все итоги ее выполнения по различным социально-экономическим блокам и выдавать интегрированный результат.

В целях сравнения разных подходов при оценке государственных программ авторы применили изложенную выше американскую методику для оценки одной из региональных целевых программ в Ульяновской области («Развитие здравоохранения Ульяновской области в 2010-2012 гг.»), которая была признана территориальным Министерством здравоохранения эффективной. При этом оценка проводилась по таким направлениям: производственный результат (строительство объектов, ремонт зданий, приобретение оборудования), экономический результат (целевое освоение выделен-



ных бюджетных средств), социальный результат (достижение определенных показателей снижения заболеваемости).

Ниже представлено развернутое применение к данной программе алгоритма PART по разделам.

Раздел 1. Цели и «конструкция» (структура) программы:

1.1. ясно ли сформулирована цель программы? Да ($r_{11} = 1, \omega_{11} = 20\%$);

1.2. направлена ли программа на решение существующей или потенциальной проблемы? Да ($r_{12} = 1, \omega_{12} = 20\%$);

1.3. сконструирована ли программа таким образом, чтобы не подменять инициативы других уровней государственной власти? Да ($r_{13} = 1, \omega_{13} = 20\%$);

1.4. программа сконструирована таким образом, что не содержит недостатков, влияющих на ее эффективность? Нет ($r_{14} = 0, \omega_{14} = 20\%$);

1.5. программа сконструирована таким образом, что выделенные на ее реализацию ресурсы непосредственно достигают своих адресатов? Нет ($r_{15} = 0, \omega_{15} = 20\%$).

Раздел 2. Качество планирования:

2.1. обозначены ли в программе целевые долгосрочные индикаторы, отражающие ее результативность в соответствии со стратегической целью программы? Да ($r_{21} = 1, \omega_{21} = 10\%$);

2.2. отражены ли в программе задачи, необходимые для достижения стратегической цели, и временные рамки для их решения? Да ($r_{22} = 1, \omega_{22} = 10\%$);

2.3. обозначены ли целевые ежегодные индикаторы, отражающие движение на пути к достижению целевых долгосрочных индикаторов? Да ($r_{23} = 1, \omega_{23} = 10\%$);

2.4. отражены ли задачи, необходимые для достижения ежегодных индикаторов, направления их решения и временные рамки? Да ($r_{24} = 1, \omega_{24} = 10\%$);

2.5. все ли участники программы выполняют принятые ими обязательства и работают над достижением целей программы? Нет ($r_{25} = 0, \omega_{25} = 10\%$);

2.6. осуществляются ли на регулярной основе или по мере необходимости независимые квалифицированные оценки программы с целью ее совершенствования? Нет ($r_{26} = 0, \omega_{26} = 10\%$);

2.7. увязаны ли подробно и недвусмысленно заявки на финансирование программы из бюджета с достижением долгосрочных и ежегодных целей, полно ли и прочно ли в бюджете программы отражены потребности в ресурсах? Нет ($r_{27} = 0, \omega_{27} = 10\%$);

2.8. проводило ли руководство программы современный, понятный и достоверный анализ альтернатив программе и ее структуре? Был ли он учтен? Нет ($r_{28} = 0, \omega_{28} = 10\%$);

2.9. осуществляются ли руководством программы учет и сопоставление потенциальных результатов реализации программы с другими усилиями правительства или частного сектора, направленных на достижение аналогичных целей? Нет ($r_{29} = 0, \omega_{29} = 10\%$);

2.10. выделяются ли приоритеты при подготовке бюджетных заявок и принятии решений о финансировании? Нет ($r_{210} = 0, \omega_{210} = 10\%$).

Раздел 3. Качество управления программой:

3.1. занимается ли ведомство сбором своевременной и надежной информации о ходе выполнения программы и применяет ее для совершенствования процесса реализации проекта? Нет ($r_{31} = 0, \omega_{31} = 10\%$);

3.2. является ли деятельность участников программы понятной и прозрачной с точки зрения затрат, плана мероприятия и достигнутых результатов? Да ($r_{32} = 1, \omega_{32} = 10\%$);

3.3. были ли бюджетные средства выделены вовремя и были ли они израсходованы на поставленные цели? Нет ($r_{33} = 0, \omega_{33} = 10\%$);

3.4. осуществляются ли меры по оценке и повышению эффективности и экономичности программы? Нет ($r_{34} = 0, \omega_{34} = 10\%$);

3.5. осуществляется ли сотрудничество и кооперация со смежными программами? Да ($r_{35} = 1, \omega_{35} = 10\%$);

3.6. достаточно ли эффективен финансовый менеджмент программы? Нет ($r_{36} = 0, \omega_{36} = 10\%$);

3.7. являются ли прозрачными закупки, осуществляемые для реализации программы, и соответственно затраты на эти цели? Нет ($r_{37} = 0, \omega_{37} = 10\%$);

3.8. осуществляется ли присуждение грантов на основе прозрачных конкурсных процедур? Нет ($r_{38} = 0, \omega_{38} = 10\%$);



3.9. является ли контроль деятельности грантополучателей достаточным для получения представления от эффективности их работы? Нет ($r_{39} = 0$, $\omega_{39} = 10\%$);

3.10. осуществляется ли ежегодный сбор информации о деятельности грантополучателей, является ли эта информация доступной для граждан? Нет ($r_{310} = 0$, $\omega_{310} = 10\%$);

Раздел 4. Достигнутые результаты:

4.1. продемонстрировала ли программа приемлемый процесс на пути к достижению долгосрочных целей? Да, в большей степени ($r_{41} = 0,7$, $\omega_{41} = 10\%$);

4.2. достигаются ли ежегодные цели реализации программы? Да, в малой степени ($r_{42} = 0,4$, $\omega_{42} = 18\%$);

4.3. сопровождается ли достижение ежегодных целей программы повышением эффективности и экономичности ее реализации? Да, в малой степени ($r_{43} = 0,4$, $\omega_{43} = 21\%$);

4.4. показывают ли независимые квалифицированные оценки, что программа результативна и эффективна? Да, в малой степени ($r_{44} = 0,4$, $\omega_{44} = 10\%$);

4.5. показал ли интернет-опрос удовлетворенность населения от результатов проведенной в рамках проекта работы? Нет ($r_{45} = 0$, $\omega_{45} = 22\%$);

4.6. были ли цели программы достигнуты в рамках выделенных средств и отведенного времени? Да, в большей степени ($r_{46} = 0,6$, $\omega_{46} = 19\%$).

Комплексная оценка эффективности областной целевой программы «Развитие здравоохранения Ульяновской области в 2010-2012 гг.» в соответствии с формулой (1) будет следующей:

$$R = 0,2 \times (1 \times 20 + 1 \times 20 + 1 \times 20 + 0 \times 20 + 0 \times 20) + 0,1 \times (1 \times 10 + 1 \times 10 + 1 \times 10 + 1 \times 10 + 0 \times 10 + 0 \times 10 + 0 \times 10 + 0 \times 10 + 0 \times 10 + 0 \times 10 + 0 \times 10 + 0 \times 10) + 0,2 \times (0 \times 10 + 0 \times 10 + 1 \times 10 + 0 \times 10 + 1 \times 10 + 0 \times 10 + 0 \times 10 + 0 \times 10 + 0 \times 10 + 0 \times 10 + 0 \times 10 + 0 \times 10) + 0,5 \times (0,7 \times 10 + 0,4 \times 18 + 0,4 \times 21 + 0,4 \times 10 + 0 \times 22 + 0,6 \times 19) = 39$$

Несмотря на заключение, что цели программы были в большей степени достигнуты (п. 4.6), данную программу согласно методике по системе PART можно считать «неэффективной» (0 – 49 баллов). Несоответствие вердикта отечественных специалистов и результатов данных расчетов объясняется отличиями в структуре целевых программ США и России, механизмов их реализации и оценки. В российской методике оценки отсутствуют такие разделы, как «Оценка качества планирования» и «Оценка качества управления программой», что при использовании американского подхода дало очень низкий оценочный результат (всего по 4 балла). В ходе реализации рассматриваемого проекта финансирование было снижено более чем на 25%, что отражает не только недостаточное качество планирования при составлении проекта, но и повлияло на достижение целевых социальных индикаторов в разделе «Достигнутые результаты». Кроме этого, в американской методике присутствует оценка потребителями тех или иных услуг, как независимыми экспертами, так и населением (п. 4.4, 4.5), что не заложено в нашей практике и соответственно также снизило уровень эффективности программы. Несмотря на некоторый субъективизм данного подхода, он дает возможность провести более полную оценку выполнения программы с позиции самих потребителей.

Преимуществами алгоритма PART при оценке результата программы, на взгляд авторов, являются:

- комплексность оценки, которая заключается в охвате всех стадий управления проектом: от планирования до реализации, включая мнение потребителей услуг;

- рейтинговая система оценки, которая позволяет более дифференцированно рассматривать программы по степени их эффективности.

Для повышения объективности при оценке итогов реализации государственных программ и прозрачности принимаемых решений в России, по мнению авторов, стоит учесть методический и практический опыт США по оценке государственных программ. С учетом проведенной работы, авторы предлагают:

- включить в методику оценки российских программ раздел по оценке качества планирования, так как сегодня многие принятые программы пересматриваются в части выделенных финансовых ресурсов или совсем приостанавливаются. Такой подход не позволяет правильно оценить заложенные в программы индикаторы и в целом дезориентирует общество по принятым целям;



– говоря сегодня о публичности оказываемых социальных услуг, необходимо включить в оценку действующих программ мнение населения об их качестве. Такое мнение можно рассмотреть посредством интернет-опроса, что позволит определить, была ли программа направлена на решение реальной проблемы, и насколько она эффективна с позиции потребителей;

– применение интегрального подхода к оценке той или иной государственной программы поможет оценить программу в более широком диапазоне, как и в американской практике: по 4 – 5 группам и реально покажет уровень качества заложенных и реализованных в ней показателей. Для этого можно рассчитывать индекс эффективности реализации государственной программы по четырем основным направлениям: планирование, реализация основных производственных показателей, экономический результат произведенных затрат, социальный результат;

– разработать и внедрить промежуточный оценочный механизм в процессе реализации данных программ. Внутренний финансовый контроль (аудит эффективности) позволит выявить и устранить недостатки принятой программы в ходе ее реализации, определить наиболее эффективные варианты использования ресурсов путем сравнительного анализа затраченных средств и полученного от их использования результата, своевременно перераспределить финансовые ресурсы с учетом промежуточного результата.

Все предлагаемые изменения должны быть направлены на создание более качественных методов оценки результативности управления денежными потоками в экономике общественного сектора.

Литература

1. Российская Федерация. Правительство. О поставках продукции для федеральных государственных нужд: постановление Правительства РФ от 26.06.1995 г. № 594 (в ред. постановления Правительства РФ от 15.10.2012 г. № 1046) // Собрание законодательства РФ. – 2012. – 22 октября.
2. Российская Федерация. Правительство. Об утверждении Порядка разработки, реализации и оценки эффективности государственных программ Российской Федерации: постановление Правительства РФ от 02.08.2010 г. № 588 (в ред. постановления Правительства РФ от 21.05.2012 г. № 499) // Собрание законодательства РФ. – 2012. – 28 мая.
3. Кузенков, А.Л. Организация стратегического мониторинга и аудита в системе государственных программ и проектов [Электронный ресурс] / докл. А. Л. Кузенков. Аналитический центр при правительстве РФ. – М., 2011. – 120 с. – Режим доступа: <http://www.ac.gov.ru/files/audit-doklad.pdf>.
4. Шувалов, С.С. Оценка эффективности федеральных целевых программ: опыт США / С.С. Шувалов // Проблемы информационной экономики: сборник научных трудов. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2008. Вып. 7. С. 151–168.

EVALUATION OF THE STATE PROGRAMS (AMERICAN AND RUSSIAN PRACTICE)

A.E. LAPIN
N.N. LOMOVTSOVA
V.A. IIEKHMEV

Ulyanovsk State University

e-mail:
eagov@ulsu.ru
epr_nn@mail.ru
Iekhmenev@mail.ru

The transition from the cost method to budgeting by results in the formation of the Russian budget by a long-term state programs is the need to improve methods to assess their implementation. The article describes a methodology to assess the effectiveness of the implementation of government programs, used in the U.S. (the system PART). The above method is tested in assessing the regional program in the Ulyanovsk region, for comparative analysis of the results. After studying the root cause evaluation of Russian experts and the result of the calculation, highlighting deficiencies of Russian technique, the authors have proposed the introduction of the main criteria in PART Russian practice.

Key words: government program, the problem of program-target method in Russia, performance criteria, evaluation, rating PART, a comprehensive integrated approach.



СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК РАСЧЁТА ИНВЕСТИЦИОННОГО РЕЙТИНГА РЕГИОНА

Д. С. БЕЗНОС

*Белгородский
государственный
национальный
исследовательский
университет*

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

В статье рассмотрены различные подходы к расчёту инвестиционного рейтинга региона. На основании сравнительного анализа существующих методик проведена апробация теоретического предположения о возможности выявления параметров, влияющих на итоговое значение рейтинга инвестиционной привлекательности региона, а также сделан вывод о необходимости применения той или иной методики в зависимости от поставленной цели.

Ключевые слова: инвестиционный рейтинг региона, инвестиционный потенциал, инвестиционный риск, методика построения инвестиционного рейтинга.

Инвестиционный рейтинг региона – это числовой или порядковый показатель, используемый для комплексной оценки деятельности региональных органов власти по обеспечению благоприятного климата для инвесторов, ведения бизнеса и жизни населения. Однако в построении рейтингов существует ряд методологических проблем, связанных с выявлением степени влияния различных параметров на значение рейтинга. Существует ряд различий в подходах к построению инвестиционных рейтингов регионов.

Так, методика рейтингового агентства «Эксперт РА» основана на соотношении двух относительно самостоятельных характеристик: инвестиционного потенциала и инвестиционного риска[6]. В свою очередь, показатель инвестиционного потенциала складывается из девяти частных потенциалов; интегральный инвестиционный риск рассчитывается из значений шести видов риска (рис. 1).

Инвестиционный потенциал	Инвестиционный риск
<ul style="list-style-type: none"> • природно-ресурсный • трудовой • производственный • инновационный • институциональный • инфраструктурный • финансовый • потребительский • туристический 	<ul style="list-style-type: none"> • экономический • финансовый • социальный • экологический • криминальный • управленческий

Рис. 1. Состав параметров инвестиционного рейтинга региона

При этом под инвестиционным потенциалом, согласно большому экономическому словарю, понимают «совокупность имеющихся средств, возможностей в какой-либо области»[1], в данном случае, в инвестиционной среде, а, по мнению А.В. Русавской инвестиционный потенциал есть совокупность имеющихся в регионе факторов производства и сфер приложения капитала, т.е. это количественная характеристика, учитывающая основные макроэкономические характеристики, насыщенность территории факторами производства (природными ресурсами, рабочей силой, основными фондами, инфраструктурой и т. п.), потребительский спрос населения и другие показатели[7].

Инвестиционный риск – характеристика качественная, зависящая от политической, социальной, экономической, финансовой, экологической и криминальной ситуации[10]. Его величина показывает вероятность потери инвестиций и дохода от них[6].

Согласно методике «Эксперт РА», расчёт значения рейтинга того или иного субъекта РФ производится путём сведения коэффициентов каждой из составляющих



инвестиционного потенциала/риска в единый интегральный показатель инвестиционной привлекательности. Далее осуществляется присвоение по соответствующей шкале.

- 1А – Высокий потенциал – минимальный риск
- 1В – Высокий потенциал – умеренный риск
- 1С – Высокий потенциал – высокий риск
- 2А – Средний потенциал – минимальный риск
- 2В – Средний потенциал – умеренный риск
- 2С – Средний потенциал – высокий риск
- 3А – Низкий потенциал – минимальный риск
- 3В1 – Пониженный потенциал – умеренный риск
- 3С1 – Пониженный потенциал – высокий риск
- 3В2 – Незначительный потенциал – умеренный риск
- 3С2 – Незначительный потенциал – высокий риск
- 3D – Низкий потенциал – экстремальный риск

По нашему мнению, достоинство данной методики заключается в следующем. Во-первых, она использует большое количество статистических данных Федеральной службы государственной статистики, Министерства экономического развития и торговли РФ, Министерства финансов Российской Федерации, Министерства РФ по налогам и сборам, Центрального Банка РФ, Центра экономической конъюнктуры при Правительстве РФ, Министерства природных ресурсов РФ, правовой базы данных «Консультант Плюс-Регионы», а также информацию администраций отдельных субъектов федерации. Столь объёмная фактологическая база свидетельствует о комплексности и многоаспектности рейтинга инвестиционного рейтинга регионов. Во-вторых, оценка весов вклада каждой составляющей в совокупный потенциал или интегральный риск получается в результате ежегодных опросов, проводимых среди экспертов из российских и зарубежных инвестиционных, консалтинговых компаний и предприятий. Данное преимущество говорит о высокой степени объективности и качестве исследований.

Однако следует отметить, что недостаток данной методики заключается в невозможности факторного анализа влияния отдельных базовых статистических данных на совокупный показатель инвестиционного рейтинга региона с целью выявления факторов, занижающих его. Причина этого – в недоступности структуры статистических показателей, принимаемых в качестве базы для расчёта инвестиционного рейтинга.

Другой подход к построению инвестиционного рейтинга региона, представленный, в частности, группой учёных под руководством О.Ф. Быстрова, позволяет проранжировать регионы с использованием заранее известного набора статистических показателей, путём математического оперирования с которыми и присваивается инвестиционный ранг в зависимости от значений комплексного показателя [2]. В отличие от подхода «Эксперт РА», при использовании данной методики становится возможным выявление параметров, занижающих показатель, а также определение отраслевой специализации региона.

Для подтверждения данной гипотезы произведём построение инвестиционного рейтинга субъектов Центрально-Чернозёмного экономического района с акцентом на Белгородскую область.

В качестве исходных данных использованы основные показатели социально-экономического развития региона за 2011 год (табл. 1).

Таблица 1

Данные инвестиционных паспортов регионов (2011 год)

Показатели	Белгородская область	Воронежская область	Курская область	Липецкая область	Тамбовская область
1	2	3	4	5	6
I блок					
1. Численность постоянно-го населения на конец периода, чел. (W_1)	1 532 353	2 334 809	1 125 648	1 172 026	1 089 700
2. Экономически активно-го населения, тыс. чел. (W_2)[4]	771,3	1 133,0	582,0	599,8	540,0



Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
3. Объем валового регионального продукта, млн. руб. (W_3)	511 663,0	447 155,4	233 362,4	285 884,3	182 305,1
4. Общий грузооборот транспорта, млн. т/км (W_4)	13 508,8	30 218,2	6 932,2	9 581,0	18 797,0
5. Оборот розничной торговли, млн. руб. (W_5)	166 558,3	264 358,7	115 979,1	138 577,0	115 034,6
6. Сальдо внешнеторгового оборота, млн. дол. США (W_6)	-2 815,4	+139,0	+556,4	+3 056,9	-402,8
7. Объем инвестиции в основной капитал, млн. руб. (W_7)	132 289,0	152 210,0	58 244,0	117 790,0	65 601,0
8. Объем работ, выполненных по виду экономической деятельности «Строительство», млн. руб. (W_8)	70 808,0	48 816,5	29 581,8	28 464,8	20 470,3
II блок					
1. Доля промышленности в ВРП, % (W_1)	42,4	22,2	43,9	44,0	13,9
2. Среднегодовая величина прожиточного минимума на душу населения, руб. (W_2)	5 167,5	5 945,8	5 276,8	5 490,0	4 478,8
3. Доля населения с доходами ниже прожиточного минимума, % (W_3)	8,6	17,3	10,4	10,6	10,7
4. Возмещение смертности (W_4)	1,17	0,91	0,79	0,66	0,60
5. Зарегистрированный уровень безработицы, % (W_5)	4,4	6,6	6,5	4,9	6,6
6. Объем инвестиций в основной капитал на душу населения, руб. (W_6)	86 330,6	65 191,6	51 742,6	100 501,2	60 201,0
7. Оборот розничной торговли на душу населения, руб. (W_7)	108 563,0	113 305,0	103 221,0	118 546,0	105 913,0
III блок					
1. Индекс промышленного производства, % (W_1)	106,8	108,3	105,3	104,2	116,4
2. Индекс физического объема оборота розничной торговли, % (W_2)	109,1	112,8	109,6	109,2	109,3
3. Темп прироста в общественном питании, % (W_3)	9,0	13,2	14,1	18,9	22,5
4. Темп ежегодного прироста ВРП, % (W_4)	28,9	36,0	21,3	12,2	22,3
5. Темп прироста внешнеторгового оборота, % (W_5)	88,1	66,5	308,8	15,4	32,2
6. Индекс физического объема выполнения работ по договорам строительного подряда, % (W_6)[3]	150,9	105,2	114,0	100,4	110,6



С использованием этой системы показателей можно рассчитать инвестиционный рейтинг субъектов Центрально-Чернозёмного экономического района. Решение данной задачи осуществляется в несколько этапов.

I этап: вычисление значений комплексного показателя для пяти регионов по каждому из блоков показателей.

1. Определение ранга (ранжирование) показателей по важности для I блока.

W_j	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	W_7	W_8
R_j	8	7	1	4	6	3	2	5

2. Расчёт весовых коэффициентов показателей.

Для этого применяется формула: $C_j = 1 - \frac{R_j - 1}{M}$, где M – число показателей.

W_j	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	W_7	W_8	ΣC_j
C_j	0,125	0,25	1	0,625	0,375	0,75	0,875	0,5	4,5

3. Нормирование весовых коэффициентов показателей по формуле: $\bar{C}_j = \frac{C_j}{\Sigma C_j}$.

W_j	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	W_7	W_8
\bar{C}_j	0,028	0,056	0,222	0,139	0,083	0,167	0,194	0,111

4. Ранжирование по важности показателей для II блока.

W_j	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	W_7
R_j	1	5	6	7	4	2	3

5. Расчёт весовых коэффициентов показателей.

W_j	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	W_7	ΣC_j
C_j	1	0,429	0,286	0,143	0,571	0,857	0,714	4,0

6. Нормирование весовых коэффициентов показателей:

W_j	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	W_7
\bar{C}_j	0,25	0,107	0,071	0,036	0,143	0,214	0,179

7. Ранжирование по важности показателей для III блока.

W_j	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6
R_j	1	5	6	3	4	2

8. Расчёт весовых коэффициентов показателей.

W_j	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	ΣC_j
C_j	1,	0,333	0,167	0,667	0,5	0,833	3,5

9. Нормирование весовых коэффициентов показателей:

W_j	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6
\bar{C}_j	0,286	0,095	0,048	0,19	0,143	0,238

II этап: вычисление весовых коэффициентов регионов по каждому показателю для каждого из трёх блоков.

1. Вычисление для I блока.

C_{ij}	W_j	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	W_7	W_8
Регион, i									
Белгородская область		0,211	0,213	0,308	0,171	0,208	-5,271	0,251	0,357
Воронежская область		0,322	0,312	0,269	0,382	0,330	0,260	0,289	0,246
Курская область		0,155	0,161	0,141	0,088	0,145	1,042	0,111	0,149
Липецкая область		0,162	0,165	0,172	0,121	0,173	5,723	0,224	0,144
Тамбовская область		0,150	0,149	0,110	0,238	0,144	-0,754	0,125	0,103

Для заполнения таблицы возможны два варианта:

– большее значение показателя предпочтительнее меньшего. Тогда суммируем значения по данному показателю для обоих регионов. Затем каждый из них делим на эту сумму и записываем в таблицу:

$$C_{11} = \frac{W_{11}}{W_{11} + W_{21}}; C_{21} = \frac{W_{21}}{W_{11} + W_{21}};$$



– меньшее значение лучше, чем большее. Тогда используем значения, обратные значению показателя для обоих регионов:

$$C_{11} = \frac{\frac{1}{W_{11}}}{\frac{1}{W_{11}} + \frac{1}{W_{21}}}; C_{21} = \frac{\frac{1}{W_{21}}}{\frac{1}{W_{11}} + \frac{1}{W_{21}}}$$

2. Вычисление для II блока.

C_{ij}

Регион, i \ W_j	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	W_7
Белгородская область	0,255	0,196	0,149	0,283	0,152	0,237	0,198
Воронежская область	0,133	0,226	0,300	0,220	0,228	0,179	0,206
Курская область	0,264	0,200	0,181	0,191	0,224	0,142	0,188
Липецкая область	0,264	0,208	0,184	0,160	0,169	0,276	0,216
Тамбовская область	0,084	0,170	0,186	0,145	0,228	0,165	0,193

3. Вычисление для III блока.

C_{ij}

Регион, i \ W_j	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6
Белгородская область	0,197	0,198	0,116	0,239	0,172	0,260
Воронежская область	0,200	0,205	0,170	0,298	0,130	0,181
Курская область	0,195	0,199	0,181	0,176	0,604	0,196
Липецкая область	0,193	0,199	0,243	0,101	0,030	0,173
Тамбовская область	0,215	0,199	0,290	0,185	0,063	0,190

4. Расчёт значения комплексного показателя.

Внутри каждого набора показателей (блока) рассчитывают обобщённые показатели эффективности для каждого региона по формуле: $\bar{W}_{рег.} = \hat{C}_j * C_{ij}$.

Регион, i \ W_j	$\bar{W}_{рег.}$		
Белгородская область	-0,663	0,213	0,213
Воронежская область	0,294	0,195	0,203
Курская область	0,280	0,203	0,250
Липецкая область	1,097	0,229	0,150
Тамбовская область	-0,008	0,160	0,184

III этап: расчёт обобщённого показателя регионов.

1. Ранжирование блоков.

B_i	B_1	B_2	B_3
R_i	1	2	3

2. Расчёт весовых коэффициентов блоков показателей по формуле:

$C_j = 1 - \frac{R_j - 1}{K}$, где K – число блоков.

B_i	B_1	B_2	B_3	ΣC_i
C_i	1	0,667	0,333	2

3. Нормирование весовых коэффициентов блоков по формуле: $\hat{C}_i = \frac{C_i}{\Sigma C_i}$.

B_i	B_1	B_2	B_3
\hat{C}_i	0,5	0,333	0,167

IV этап: расчёт значения комплексного показателя эффективности субъектов ЦЧЭР:

1. Запишем в таблицу значения обобщённых показателей по каждому блоку для каждого региона:

Регион, i \ W_j	B_1	B_2	B_3
Белгородская область	-0,663	0,213	0,213
Воронежская область	0,294	0,195	0,203
Курская область	0,280	0,203	0,250
Липецкая область	1,097	0,229	0,150
Тамбовская область	-0,008	0,160	0,184



2. Умножим каждое значение из этой таблицы для каждого субъекта на нормированные весовые коэффициенты блоков и суммируем эти произведения.

$$W_{\text{Бел.}} = 0,5 * (-0,663) + 0,333 * 0,213 + 0,167 * 0,213 = -0,225.$$

$$W_{\text{Вор.}} = 0,5 * 0,294 + 0,333 * 0,195 + 0,167 * 0,203 = 0,246.$$

$$W_{\text{Кур.}} = 0,5 * 0,280 + 0,333 * 0,203 + 0,167 * 0,250 = 0,250.$$

$$W_{\text{Лип.}} = 0,5 * 1,097 + 0,333 * 0,229 + 0,167 * 0,150 = 0,650.$$

$$W_{\text{Там.}} = 0,5 * (-0,008) + 0,333 * 0,160 + 0,167 * 0,184 = 0,080.$$

$$\text{Проверка: } W_{\text{Бел.}} + W_{\text{Вор.}} + W_{\text{Кур.}} + W_{\text{Лип.}} + W_{\text{Там.}} = \\ = (-0,225) + 0,246 + 0,250 + 0,650 + 0,080 = 1.$$

Таким образом, рейтинг субъектов Центрально-Чернозёмного экономического района распределился следующим образом: Липецкая область – 1-е место; Курская область – 2-е место; Воронежская область – 3-е место; Тамбовская область – 4-е место; Белгородская область – 5-е место.

По результатам проведённых расчётов мы видим, что Белгородская область находится на последнем месте по инвестиционному рейтингу в сравнении с другими регионами, входящими в состав Центрально-Чернозёмного экономического района РФ.

В то же время, в соответствии с методикой присвоения инвестиционного рейтинга рейтингового агентства «Эксперт», субъекты ЦЧЭР распределились следующим образом (2011 год)[5]:

Белгородская область – 2А (Средний потенциал – минимальный риск);

Воронежская область – 3В1 (Пониженный потенциал – умеренный риск);

Курская область – 3В1 (Пониженный потенциал – умеренный риск);

Липецкая область – 3А1 (Пониженный потенциал – минимальный риск);

Тамбовская область – 3В1 (Пониженный потенциал – умеренный риск).

Таким образом, здесь Белгородская область занимает высший инвестиционный ранг. Очевидно, различие заключается в методиках оценки инвестиционной привлекательности региона.

Ввиду невозможности анализа алгоритма построения инвестиционного рейтинга по методике РА Эксперт, следует сделать акцент на анализе показателей по методике, предложенной О.Ф. Быстровым. Для выявления причины столь низкого инвестиционного ранга Белгородской области следует провести факторный анализ показателей, использованных в данной методике.

Обратимся к результатам вычисления весовых коэффициентов регионов по каждому показателю для всех трёх блоков (этап II, п. 1-3). Значения абсолютного большинства рассчитанных коэффициентов находятся в пределах $-1 < W < +1$. И только два значения – W_6 для I блока по Белгородской и Липецкой областям – резко отличаются от некоего «среднего». Логично предположить, что именно они представляют интерес для анализа.

Данным коэффициентам соответствует показатель «Сальдо внешнеторгового оборота». Структура внешнеторгового оборота Белгородской области представлена в табл. 2 [9].

Таблица 2

Структура внешнеторгового оборота Белгородской области в 2011 году, млн. дол. США

Со странами дальнего зарубежья		Со странами СНГ		Сальдо (1-2+3-4)
1	2	3	4	
экспорт	импорт	экспорт	Импорт	-2 815,4
2 889,2	1 271,4	950,8	5 384	

Наиболее вероятной причиной такого отрицательного сальдо является объём импорта со странами СНГ (5 384 млн. дол. США), в котором наибольший удельный вес занимает импорт из Украины (5 320,9 млн. дол. США или 98,8%).

Далее целесообразно проанализировать структуру экспорта и импорта Белгородской области по основным товарам (табл. 3).



Таблица 3

Экспортно-импортная структура Белгородской области по основным товарам (млн. дол. США) [8]

Наименование товара	Годы							
	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Экспорт								
Цемент	5,3	2,8	0,3	0,1	-	32,9	49,7	22,8
Руды и концентраты железные	138,1	342,4	383,6	586,1	638,9	227,4	541,4	1111,7
Чёрные металлы	210,4	689,4	742,3	1030,5	1794,1	865,0	1233,6	1564,3
Цветные металлы и изделия из них	0,5	5,2	1,3	7,7	10,1	5,6	5,6	0,0
Двигатели и генераторы электрические	1,3	3,8	3,1	10,9	6,2	2,5	2,8	4,8
Импорт								
Масло подсолнечное	52,7	40,2	20,9	24,7	37,7	8,0	16,2	14,1
Сахар-сырец	50,6	104,3	134,6	137,5	139,1	62,1	108,4	201,6
Пластмассы и изделия из них	9,0	35,7	56,4	70,3	74,8	55,4	87,9	135,5
Чёрные металлы	124,4	624,8	630,6	873,7	916,4	259,1	496,0	828,6
Трубы	87,1	166,8	354,1	329,9	204,1	73,5	274,2	449,7
Вагоны железнодорожные, трамвайные, грузовые	0,6	231,3	346,9	705,1	1114,0	197,0	1355,4	2482,7

Как видно, наибольший удельный вес в структуре экспорта составляет вывоз руд и железных концентратов, а также чёрных металлов общей стоимостью 2 676 млн. дол. США или 69,7% от всего экспорта. Анализируя структуру импорта, следует отметить, что ввоз чёрных металлов, труб и вагонов железнодорожных, трамвайных, грузовых в общем объёме равен 3 761 млн. дол. США, или 56,5% от всего импорта.

Результаты анализа структуры внешнеторгового оборота Белгородской области позволяют сделать вывод о сырьевой специализации экономики региона. Данный вывод может послужить своеобразным импульсом для региональных органов власти, предпосылкой для преодоления сырьевой направленности с одновременным наращиванием удельного веса отраслей с высокой степенью переработки. Т.е. в данном случае целью должно стать развитие высокотехнологичных отраслей по выпуску продукции с высокой степенью добавленной стоимости.

Таким образом, проведя сравнительный анализ различных подходов к расчёту инвестиционного рейтинга региона, следует сделать вывод о возможности применения той или иной методики в зависимости от поставленной цели присвоения рейтинга. Так, например, если необходимо представить регион на российской или международной арене с целью привлечения инвесторов, то используют методику рейтингового агентства «Эксперт РА». Если же задача – определить отстающие в развитии отрасли экономики для, например, получения федерального финансирования, межбюджетных трансфертов или других форм поддержки региона, – целесообразнее применить подход, предложенный О.Ф. Быстровым.

Литература

1. Большой экономический словарь/ Под ред. А.Н. Азрилияна. – 5-е изд. доп. и перераб. – М.: Институт новой экономики, 2002. – 1280 с.
2. Быстров, О.Ф. Управление инвестиционной деятельностью в регионах Российской Федерации: Монография / О.Ф. Быстров, В.Я. Поздняков, В.М. Прудников, В.В. Перцов, С.В. Казаков. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 358 с.
3. Единая межведомственная информационно-статистическая система: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fedstat.ru/indicator/data.do?id=43032&referrerType=0&referrerId=1293262>



4. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2012: Стат. сб. / Росстат. – М., 2012. – 990 с.
5. Рейтинговое агентство «Эксперт РА»: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://raexpert.ru/ratings/regions/2011/tab9/>.
6. Рейтинговое агентство «Эксперт РА»: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://raexpert.ru/ratings/regions/concept/>.
7. Русавская, А.В. Инвестиции и инвестиционный потенциал региона [Электронный ресурс] / А.В. Русавская. – Режим доступа: <http://www.uecs.ru/uecs-37-372012/item/988-2012-01-28-05-36-33>.
8. Статистический ежегодник. Белгородская область. 2012: Стат. сб./ Белгородстат. – Белгород, 2012. – 613 с.
9. Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://belg.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/belg/resources/4b2fcb004c55683192f4be052efb10e3/1_%D0%92%D0%AD%D0%94.htm.
10. Яновский, В.В. Методические аспекты влияния инвестиций на стоимость бизнеса / В.В. Яновский // Вестник Белгородского университета потребительской кооперации. 2009, № 4. С.137-143.

COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS OF CALCULATION OF THE INVESTMENT RATING OF THE REGION

D.S. Beznos

*Belgorod National
Research University*

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

The article describes various approaches to the calculation of the investment rating of the region. On the basis of comparative analysis of the existing methods carried out approbation of theoretical assumptions about the possibility of identification of parameters affecting the total value of the rating of investment attractiveness of the region, as well as the conclusion on the necessity of application of a method depending on the target.

Keywords: investment rating of the region, investment potential and investment risk, a method of calculating of the investment rating.



КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 004.932

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ОБЛАСТЕЙ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Д. А. ЮДИН
В. З. МАГЕРГУТ

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

*e-mail:
yuddim@yandex.ru
valerymag@nm.ru*

При создании систем технического зрения для промышленных приложений, работающих в режиме реального времени, важно применение эффективных методов распознавания изображений. В статье рассмотрен способ классификации областей изображения, основанный на обучении нейронной сети прямого распространения с помощью метода экстремального обучения (ELM, Extreme Learning Machine). Определено количество нейронов скрытого слоя нейронной сети, обеспечивающее максимальную точность классификации на тестовой выборке и приемлемую точность на обучающей выборке. Произведено сравнение с методом опорных векторов (SVM), вероятностной нейронной сетью (PNN), методом обратного распространения ошибки для двухслойной нейронной сети и радиально-базисной сетью, которое показало преимущество классификации с применением метода экстремального обучения как по быстродействию, так и по точности.

Ключевые слова: метод экстремального обучения, нейронные сети, классификация, области изображения, распознавание.

При создании систем технического зрения для промышленных приложений, работающих в режиме реального времени, важно применение эффективных методов распознавания изображений. Задача распознавания изображений может, в частности, заключаться в их классификации изображений на основе определенных требований, причем изображения, относящиеся к одному классу образов, должны обладать относительно высокой степенью близости [1]. При классификации изображение или область изображения может рассматриваться как совокупность вычисляемых признаков, которые требуется отобразить на множество классов (образов). Существует ряд задач распознавания, где изображение описывается как структурная модель, на элементы которой накладываются определенные связи [2].

Задача классификации эффективно решается с применением аппарата искусственных нейронных сетей [3], при этом важен выбор наиболее подходящей архитектуры сети и метода обучения.

В настоящей статье рассматривается вопрос классификации малых областей изображения для обеспечения корректной сегментации изображения, выполняемой в реальном масштабе времени.

Изображение размером $U \times V$ разбивается на малые области размером $M \times M$, каждой из которых необходимо сопоставить один из нескольких классов, присутствующих на изображении. В частном случае, на рис. 1 представлена фотография процесса обжига во вращающейся цементной печи, на которой необходимо выделять четыре типа (класса) областей: «факел», «материал», «футеровка», «корпус и

горелка печи» [4]. В данной задаче будут рассматриваться именно изображения процесса обжига в печах, характеризующихся отсутствием четко выраженных контуров и высокой зашумленностью.

В общем виде постановка задачи выглядит как $f: P \rightarrow T$ – требуется решить задачу классификации, то есть поставить в соответствие вектору признаков P номер класса T области изображения.

Вектор признаков P , по которому требуется осуществить классификацию, для данной задачи имеет четыре составляющие $P = [P^1, P^2, P^3, P^4]$, которые представляют собой текстурные характеристики областей изображения [4]:

$$1) \text{ Автокорреляция} - P^1 = \sum_{i=0}^{K-1} \sum_{j=0}^{K-1} (ij) P_{ij}^d,$$

где K – количество градаций яркости изображения, $P_{i,j}^d$ – матрица смежности, d – расстояние между точками при подсчете матрицы смежности.

$$2) \text{ Тень} - P^2 = \sum_{i=0}^{K-1} \sum_{j=0}^{K-1} (i+j-2\mu)^3 P_{ij}^d,$$

где μ – математическое ожидание элементов матрицы P_{ij}^d .

$$3) \text{ Интенсивность} - P^3 = \frac{1}{M^2} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{M-1} f(i, j),$$

где $f(i, j)$ – яркость пикселя в точке (i, j) области изображения размером $M \times M$.

$$4) \text{ Вариация} - P^4 = \sum_{g=0}^{K-1} \left(g - \frac{1}{M^2} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{M-1} f(i, j) \right) C(g),$$

где $C(g)$ – количество пикселей с яркостью g .

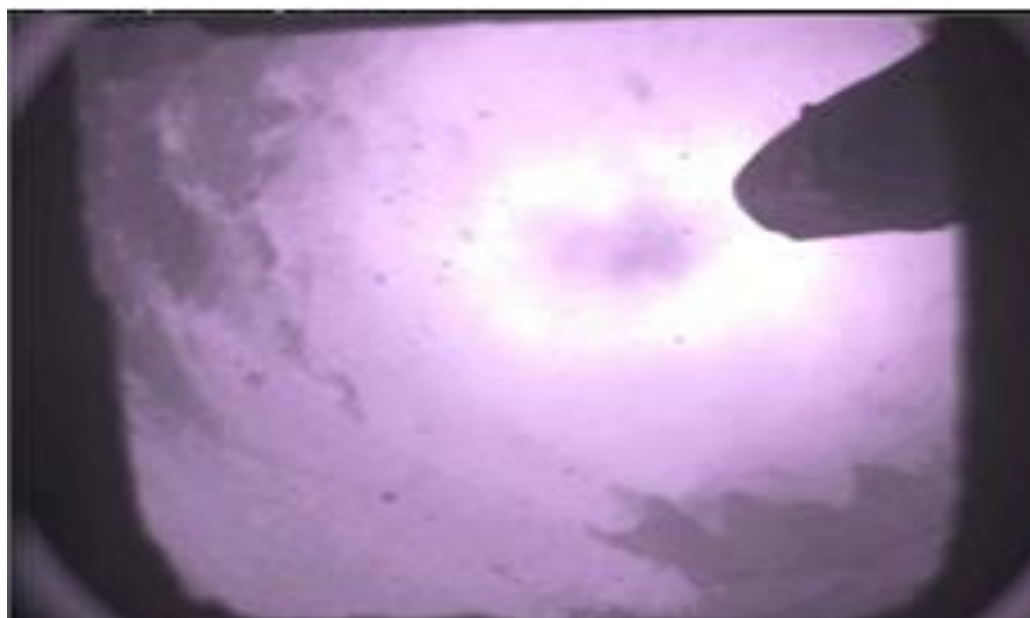


Рис. 1. Пример исходного изображения, требующего классификации областей

В рассматриваемой задаче номер класса T области изображения может принимать значения от 1 до 4-х: номеру 1 соответствует область изображения типа «факел», номеру 2 – область «материал», номеру 3 – область «футеровка», номеру 4 – область «корпус и горелка печи». В данном случае удобно номер класса T представить в виде вектора Y , имеющего четыре составляющих, каждая из которых соответствует одному из классов и представляют собой вещественное число из

диапазона $[0, 1]$. При этом номер класса T вычисляется как номер составляющей вектора Y , имеющей максимальное значение

$$T = \arg \max_i (Y^i). \tag{1}$$

В качестве классификатора в данной работе применяется трехслойная нейронная сеть с одним скрытым слоем (SLFN), обучаемая с помощью современного метода экстремального обучения [5] (ELM, Extreme Learning Machine).

Метод экстремального обучения (ELM) позволяет без итерационной процедуры обучить трехслойную нейронную сеть с одним скрытым слоем, в данном случае, имеющим сигмоидальную функцию активации G и выходным слоем, выдающим взвешенную сумму своих входов [5].

Структура классификатора для общего случая представлена на рис. 2.

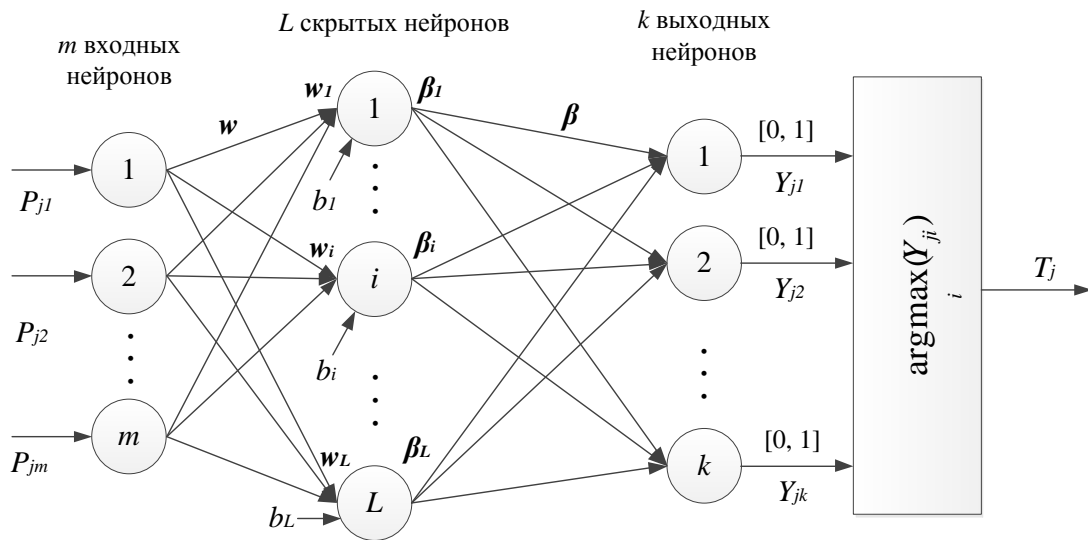


Рис. 2. Структура нейронной сети, обучаемой методом экстремального обучения

Обучение классификатора происходит за счет подачи N заранее подготовленных примеров, для каждого из которых задана пара векторов (P_j, Y_j) , $j = 1, \dots, N$, где P_j – j -й входной вектор признаков, содержащий $m = 4$ составляющих, описанных выше, а Y_j – j -й выходной вектор классов с $k = 4$ составляющими.

Входные векторы признаков образуют матрицу входных значений P классификатора, имеющую размерность $N \times m$, m – количество входных нейронов:

$$P = \begin{bmatrix} P_1 \\ \dots \\ P_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{11} & \dots & P_{1m} \\ \dots & \dots & \dots \\ P_{N1} & \dots & P_{Nm} \end{bmatrix}_{N \times m}.$$

Выходные векторы классов образуют матрицу выходных значений Y классификатора, имеющую размерность $N \times k$, k – количество выходных нейронов:

$$Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ \dots \\ Y_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{11} & \dots & Y_{1k} \\ \dots & \dots & \dots \\ Y_{N1} & \dots & Y_{Nk} \end{bmatrix}_{N \times k}.$$

Матрица входных весов нейронов скрытого слоя w представлена следующим образом:

$$w = \begin{bmatrix} w_1 \\ \dots \\ w_L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & \dots & w_{1m} \\ \dots & \dots & \dots \\ w_{L1} & \dots & w_{Lm} \end{bmatrix}_{L \times m},$$



где w_i – вектор входных весов i -го нейрона скрытого слоя, $i = 1, \dots, L$, L – количество нейронов скрытого слоя.

В случае применения метода экстремального обучения входные веса w_{ij} и порог b_i для каждого i -го нейрона скрытого слоя задаются с помощью генератора случайных величин:

$$w_{ij} = \text{random}(-1 \dots 1),$$

$$b_i = \text{random}(0 \dots 1).$$

Матрица выходных весов нейронов скрытого слоя β , имеющая размерность $L \times k$:

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \dots \\ \beta_L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{11} & \dots & \beta_{1k} \\ \dots & \dots & \dots \\ \beta_{L1} & \dots & \beta_{Lk} \end{bmatrix}_{L \times k},$$

где β_i – вектор выходных весов i -го нейрона скрытого слоя, $i = 1, \dots, L$.

Выходной вектор Y_j вычисляется как

$$Y_j = \sum_{i=1}^L \beta_i G(w_i P_j^T + b_i), \quad j = 1, 2, \dots, N, \quad (2)$$

или в матричном виде

$$Y = H\beta, \quad (3)$$

где H – матрица выходных значений нейронов скрытого слоя, имеющая размерность $N \times L$, N – количество примеров, L – количество нейронов скрытого слоя:

$$H = \begin{bmatrix} G(w_1 P_1 + b_1) & \dots & G(w_L P_1 + b_L) \\ \dots & \dots & \dots \\ G(w_1 P_N + b_1) & \dots & G(w_L P_N + b_L) \end{bmatrix}_{N \times L},$$

где функция G является сигмоидальной функцией:

$$G(w_i P_j + b_i) = \frac{1}{1 + \exp(w_i P_j + b_i)}.$$

Обучение сети заключается в вычислении матрицы выходных весов нейронов скрытого слоя β по формуле:

$$\beta = H^+ Y, \quad (4)$$

где $H^+ = (H^T H)^{-1} H^T$ – псевдообратная матрица (матрица Мура-Пенроуза) для случая невырожденной матрицы H .

Из теории матриц [6] известно, что выражение (4) является наилучшим приближенным решением уравнения (3) по методу наименьших квадратов, что позволяет избежать локальных минимумов при обучении сети.

Когда нейронная сеть обучена, т.е. по формуле (4) найдена матрица выходных весов нейронов скрытого слоя β , при подаче на вход сети вектора признаков P , не содержащегося в обучающей выборке, выходной вектор вычисляется на основе (2). Затем по формуле (1) вычисляется номер класса T , к которому относится входной вектор.

При появлении новых обучающих примеров и при возникновении необходимости переобучить сеть снова формируется входная матрица P , выходная матрица Y и по формуле (4) пересчитывается матрица выходных весов нейронов скрытого слоя β . Необходимо отметить, что при большом количестве обучающих примеров, требуется вычисление псевдообратной матрицы большого размера, однако эту операцию позволяют эффективно производить существующие библиотеки алгоритмов линейной алгебры, например LAPACK [7]. В зависимости от задачи можно также ограничивать количество обучающих примеров.

Точность классификации находится как процент правильно классифицированных примеров:

$$Q = \left(1 - \frac{N^*}{N}\right) \cdot 100\% , \tag{5}$$

где N^* – количество неправильно классифицированных примеров (для которых неверно вычислен номер класса T), N – общее число примеров.

За оценку точности вычисления выходной матрицы можно также принять среднеквадратическое отклонение полученной выходной матрицы Y^* от эталонной выходной матрицы Y , задаваемой обучающей выборкой из N примеров:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \cdot (Y - Y^*)^2} . \tag{6}$$

Рассмотрим для примера работу классификатора основанного на методе экстремального обучения на обучающей выборке, входные векторы признаков P_j которой имеют две составляющие $\{P^1, P^2\}$. Данные векторы признаков необходимо отнести к одному из двух классов $T = \{1, 2\}$. При этом рассматривалась нейронная сеть с двумя входными нейронами, 30-ю нейронами скрытого слоя с сигмоидальной функцией активации и 2-мя выходными нейронами с линейной функцией активации.

На рис. 3 – рис. 5 представлены результаты работы классификатора на разных обучающих выборках. Примеры отмеченные «крестом» относятся к классу 1, отмеченные «кружком» – к классу 2.

Для линейно разделимой обучающей выборки, представленной на рис. 3а, точность работы классификатора, вычисленная по формуле (5) составила 100%, величина среднеквадратического отклонения, найденная в соответствии с (6), равна 0,0322.

Для обучающей выборки, представленной на рис. 4а, требующей нелинейного разделения на классы, точность работы классификатора составила 98,41% , среднеквадратическое отклонение – 0,3518.

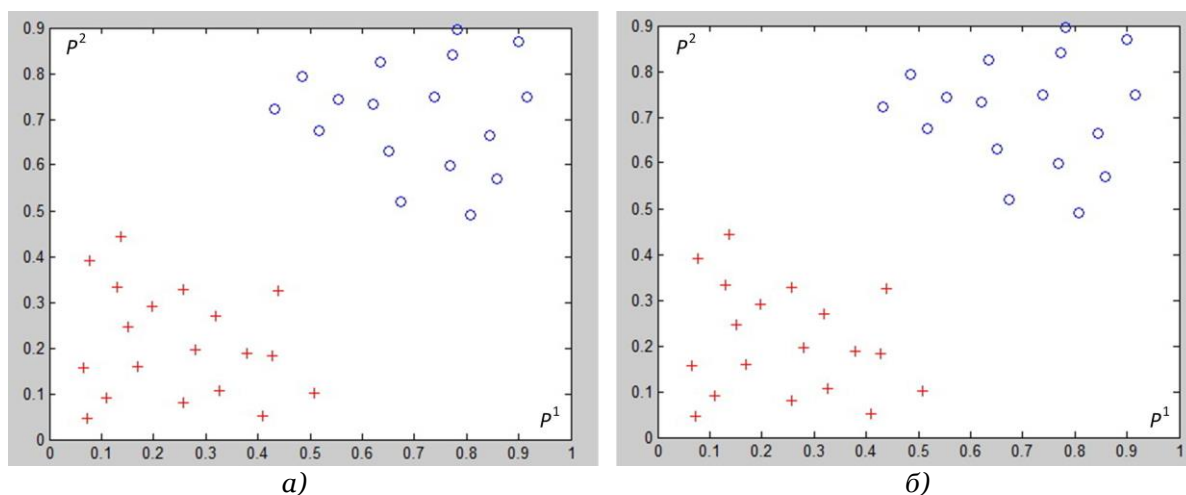


Рис. 3. Результат работы классификатора на линейно разделимой обучающей выборке:
а – обучающая выборка, б – результат классификации с применением метода экстремального обучения

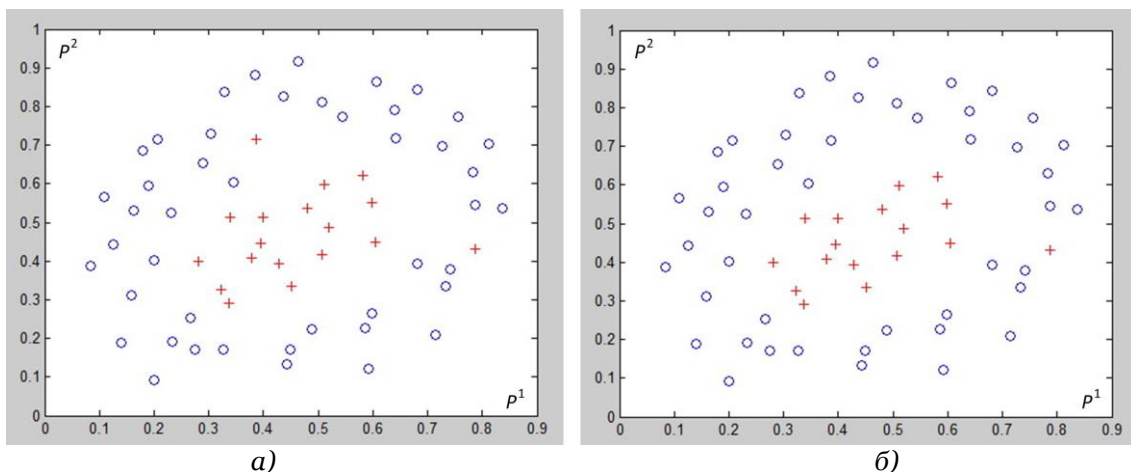


Рис. 4. Результат работы классификатора на линейно неразделимой обучающей выборке: а – обучающая выборка, б – результат классификации с применением метода экстремального обучения

Для случая повышенной зашумленности обучающей выборки (рис. 5) точность классификации снижается и составляет 91,43%, среднеквадратическое отклонение – 0,5731.

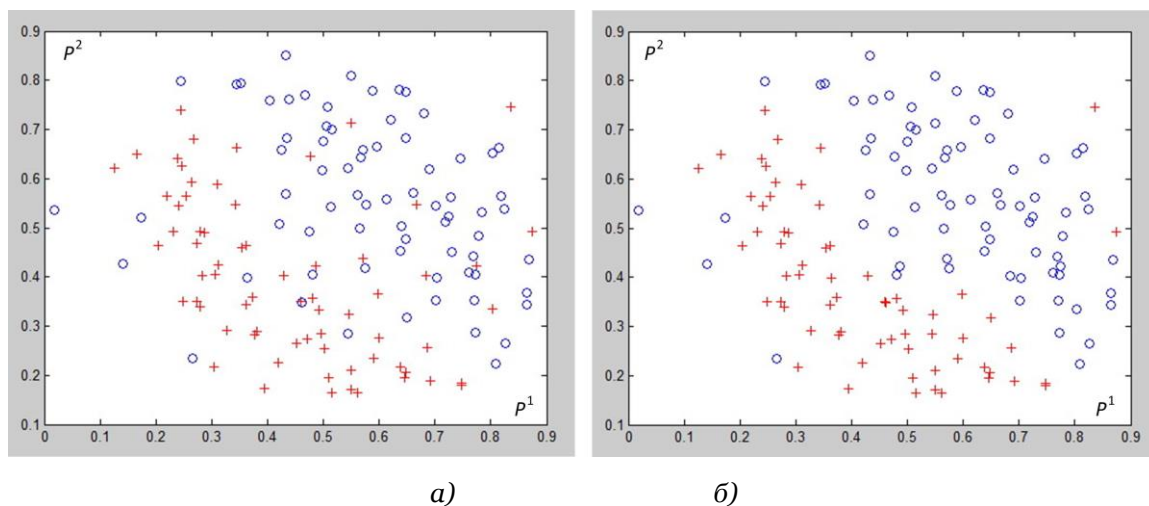


Рис. 5. Результат работы классификатора на обучающей выборке с повышенной зашумленностью: а – обучающая выборка, б – результат классификации с применением метода экстремального обучения

При решении задачи классификации областей изображения входным изображением является фотография процесса обжига размером 800×600 пикселей, оно разбивается на области размером 20×20 пикселей, таким образом, имеется 1200 областей изображения. Объем обучающей выборки составляет 600 областей изображения, объем тестовой выборки – также 600 областей.

Скрытый слой имеет 30 нейронов с сигмоидальной функцией активации. Такое количество нейронов обеспечивает для данной структуры сети и метода обучения максимальную точность классификации на тестовой выборке и приемлемую точность на обучающей выборке – соответственно 90,5% и 92,33%, что показано на рис. 6.

Работа сети, обучаемая методом экстремального обучения (ELM), с помощью пакета MATLAB сопоставлена с функционированием нейронных сетей, обучаемых другими широко применяемыми способами: методом опорных векторов (SVM) [8], вероятностной нейронной сетью (PNN), методом обратного распространения ошибки (BP) для двухслойной нейронной сети и радиально-базисной сетью [9] (таблица).



Необходимо отметить, что обучение нейронной сети на основе метода экстремального обучения превосходит другие способы, как по быстродействию, так и по точности классификации и на обучающей, и на тестовой выборке.

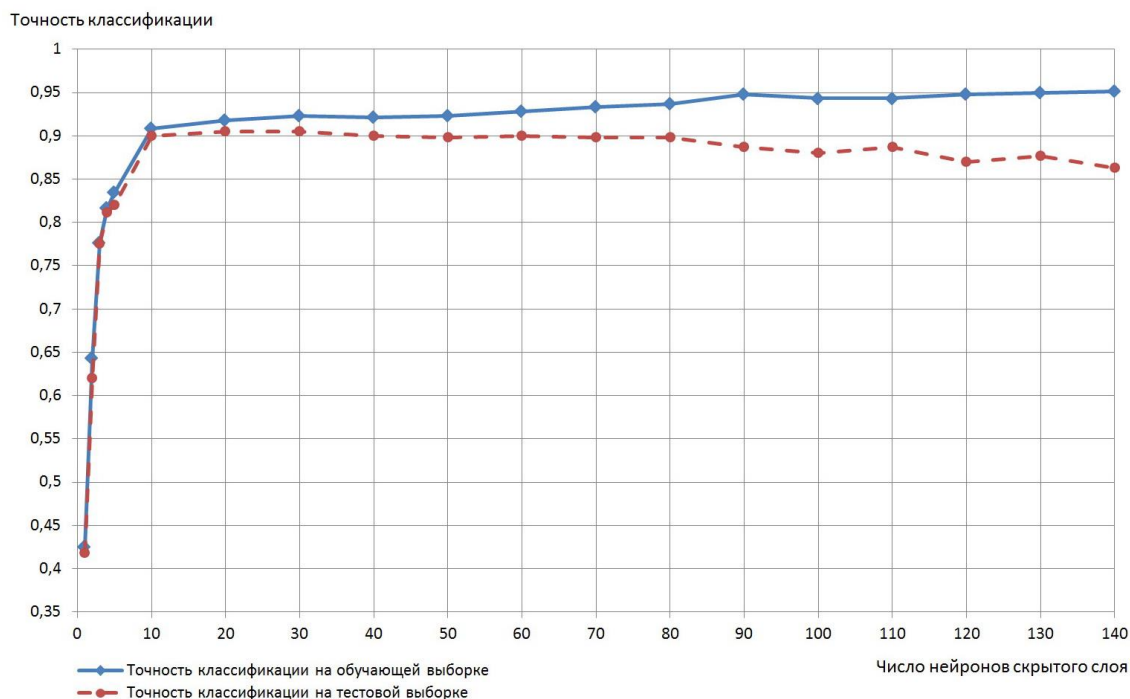


Рис. 6. Точность классификации при разном количестве нейронов скрытого слоя в нейронной сети, обучаемой с помощью метода экстремального обучения

Таблица

Сравнение методов классификации областей изображения

№ пп	Метод	Точность классификации на обучающей выборке, %	Точность классификации на тестовой выборке, %	Время обучения, мс
1	Метод экстремального обучения (ELM)	92,33	90,5	7,8
2	Метод опорных векторов (SVM)	89,83	88,5	15,6
3	Вероятностная нейронная сеть (PNN)	90,5	89,67	31,2
4	Метод обратного распространения ошибки (BP)	89,67	88,33	483,6
5	Радиально-базисная сеть	91,33	89,17	499,2

Время обучения получено с применением пакета MATLAB и указано для компьютера с четырехъядерным процессором Intel Core i5-2500S с частотой 2,7 ГГц, ОЗУ 4 Гб, с установленной 64-разрядной операционной системой Windows 7.

Результат классификации областей изображения процесса обжига с применением методом экстремального обучения нейронной сети приведен на рис. 7, для наглядности выбраны только три признака (текстурные характеристики), рассмотренных выше $\{P^1, P^2, P^4\}$.

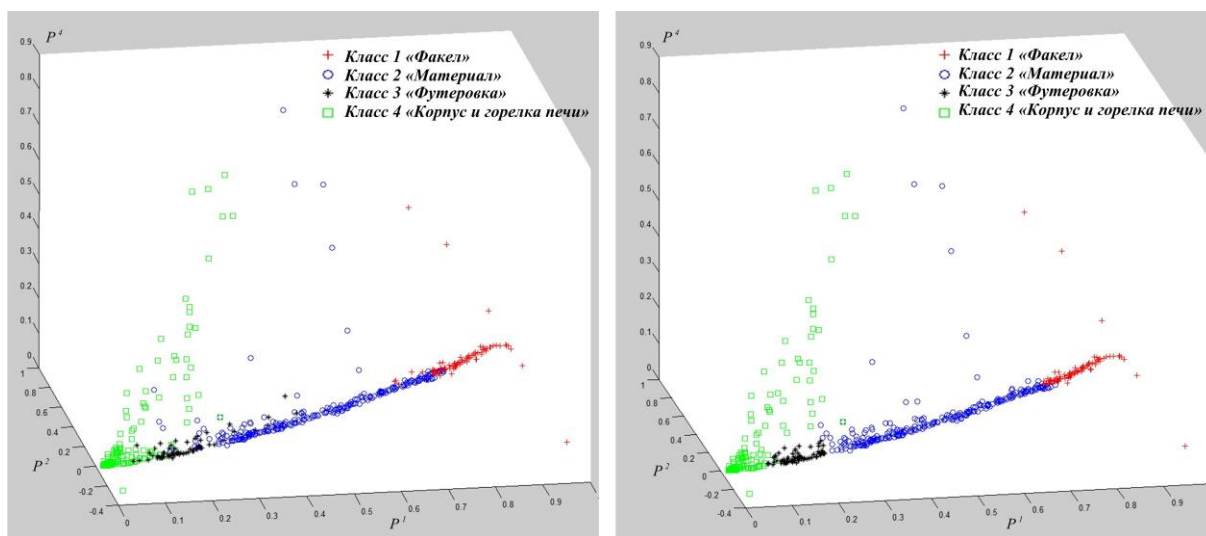


Рис. 7. Результат работы классификатора: а – обучающая выборка, б – результат классификации с применением метода экстремального обучения нейронной сети

Полученная классификация областей изображения приводит к сегментации изображения процесса обжига, представленной на рис. 8.

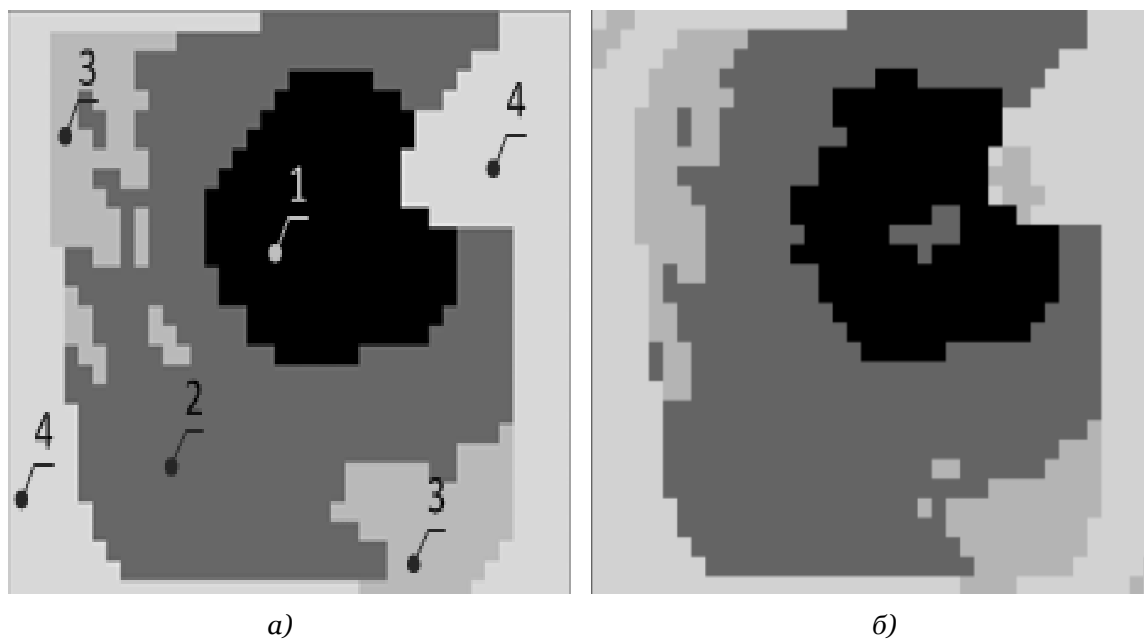


Рис. 8. Результат классификации областей изображения: а – эталонная классификация областей изображения размером 20×20 пикселей на классы: 1- факел, 2 – материал, 3 – футеровка, 4 – корпус и горелка печи, б – результат классификации с применением метода экстремального обучения

Таким образом, рассматриваемый классификатор на основе метода экстремального обучения обеспечивает приемлемое качество разбиения областей изображения на классы и высокое быстродействие, что делает его привлекательным для решения задач классификации в составе систем технического зрения, работающих в режиме реального времени. Кроме того рассмотренный метод может быть применен для распознавания изображений в системах технического зрения мобильных роботов, что позволяет повысить живучесть мобильного робота за счет распознавания и оценки визуальной информации об окружающей среде [10].



Работа выполнена в рамках гранта № А-27/12 Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012-2016 г.г. (№ 2011-ПР-146) и гранта РФФИ № 12-07-97526-р_центр_а.

Литература

1. Методы компьютерной обработки изображений / Под ред. В.А. Сойфера. – 2-е изд., испр. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 784 с.
2. Визильтер Ю.В. Желтов С.Ю., Бондаренко А.В., Осоков М.В., Моржин А.В. Обработка и анализ изображений в задачах машинного зрения: Курс лекций и практических занятий. – М.: Физматкнига, 2010. – 672 с.
3. Haykin S. Neural Networks and Learning Machines. – 3rd ed. – Prentice Hall, 2009. – 906 p.
4. Юдин Д.А., Магергут В.З. Применение текстурного анализа для сегментации видеоизображений процесса обжига // Сб. трудов XXV Междунар. науч. конф. ММТТ-25: в 10 т. Т. 4, Харьков: Национ. техн. ун-т «ХПИ», 2012 – С. 59-63.
5. G.-B. Huang, et al., Extreme learning machine: Theory and applications. Neurocomputing, vol. 70, pp. 489-501, 2006.
6. Гантмахер Ф. Р. Теория матриц. – 5-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 560 с.
7. LAPACK – Linear Algebra PACKage – 2012. – Режим доступа: <http://www.netlib.org/lapack/>
8. С.-С. Chang, С.-J. Lin. LIBSVM – A Library for Support Vector Machines –Режим доступа: <http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/libsvm/>.
9. Медведев В.С., Потемкин В.Г. Нейронные сети. MATLAB 6 / Под общ. ред. к.т.н. В.Г. Потемкина. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 496 с.
10. Рубанов В.Г. Системный подход к проектированию управляемых мобильных логистических средств, обладающих свойством живучести // Научные ведомости БелГУ. Серия: История, Политология, Экономика, Информатика. – 2011. – №1 (96). – Вып. 17/1. – С. 176-187.

APPLICATION OF EXTREME LEARNING MACHINES FOR CLASSIFICATION OF IMAGE AREAS

D. A. YUDIN
V. Z. MAGERGUT

*Belgorod State
Technological University
named after V.G. Shukhov*

*e-mail:
yuddim@yandex.ru
valerymag@nm.ru*

In creation machine vision systems for industrial applications, working in real time, it is important to use effective methods of image recognition. This article describes a method of classification of an image areas, based on a learning feedforward neural network with extreme learning machine (ELM). Determined the number of neurons in the hidden layer of the neural network that provides the highest classification accuracy on a test set and an acceptable accuracy for the training set. Made a comparison of the method with support vector machines (SVM), probabilistic neural network (PNN), error back-propagation for two-layer neural network and radial-basic network. It shows the advantage of the method of classification using the extreme learning machine as on computational speed, and accuracy.

Keywords: extreme learning machines, neural networks, classification, image area, recognition.

МЕТОД ОБРАТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В ОБНАРУЖЕНИИ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПРИ КОСВЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ

Н. И. КОРСУНОВ
А. А. НАЧЕТОВ

*Белгородский
государственный
национальный
исследовательский
университет*

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

В статье предлагается метод обнаружения и коррекции погрешности преобразователей при косвенных измерениях.

Ключевые слова: обратные преобразования, косвенные измерения, компенсация погрешности.

Косвенные измерения широко применяются в технических системах при решении задач диагностики и управления [1]. Системы диагностики используют преобразователи при формировании баз данных [2]. Естественно, данные преобразователи обладают сравнительно большой погрешностью, что приводит к недостоверности информации, хранимой в базах данных. Следствием этого является в ряде случаев недостоверные выводы по принятию решений на основе используемых в диагностике логических выводов.

Для повышения точности косвенных измерений используются методы введения корректирующих поправок, например использование балансного модулятора [3]. Несмотря на введение корректирующих поправок по истечению определенного времени необходимо вновь проводить измерения, вычислять погрешности, формировать корректирующие функции. Это является недостатком использования преобразователей в системах технической диагностики баз данных.

В данной работе предлагается метод обнаружения и коррекции погрешности преобразователей при косвенных измерениях.

Основная идея обнаружения и коррекции погрешностей базируется на линеаризации погрешностей аналого-цифровых преобразователей [4], когда по результатам измерений вначале и конце диапазона изменения аналогового сигнала строится прямая, а отклонение выходного значения аналого-цифрового преобразователя вычисляются относительно построенной прямой. Перенос этой идеи на обнаружение и компенсации погрешностей первичных преобразователей информации при известной функции преобразования:

$$y = f(x), \quad (1)$$

основан на подчинении модели преобразования автоизоморфизму (x и y принадлежат пространству вещественных чисел) обеспечивающему существование единственного обратного преобразования:

$$x = f^{-1}(y). \quad (2)$$

В реальных системах (1) выполняется с некоторой ошибкой ε и (1) представляется в виде:

$$y_1 = f(x) + \varepsilon_1. \quad (3)$$

При наличии погрешности (2) представляется в виде :

$$x + \Delta x = f^{-1}(y + \varepsilon_2), \quad (4)$$

при заданном $\varepsilon_2 \neq \varepsilon_1$ в общем случае.

Инструментальная погрешность может быть компенсирована нахождением такого δy , которое в идеальном случае обеспечивает:

$$y = y_1 + \delta y. \quad (5)$$



Компенсация ошибки ε_1 осуществляется в соответствии с (5) независимо от конкретного значения ε_2 . Это обеспечивает технический эффект – использование грубых приближений прямого и обратного преобразований для получения высокоточных первичных преобразований в сборе данных.

Суть предлагаемого метода состоит в следующем. Систематическая составляющая погрешности в данных при сборе информации может быть уменьшена до сколь угодно малого наперед заданного значения при введении обратной функции преобразования с известной погрешностью.

Действительно, если существует автоизоморфизм математических моделей первичных измерительных преобразователей с функцией преобразования $f(x)$, то существует $f^{-1}(x)$ обратная функции $f(x)$, т.е. если $y = f(x)$, то $x = f^{-1}(y)$. И если:

$$\begin{aligned} y_1 &= y + \Delta y = f(x) + \Delta f(x), \text{ то} \\ x_1 &= f^{-1}(y_1) + \Delta x = f^{-1}(y_1) + \Delta f^{-1}(x). \end{aligned} \quad (6)$$

Так как преобразования осуществляются в пространстве действительных чисел, то любому математическому объекту x^k соответствует математический объект:

$$y^k = f(x^k) + \varepsilon_1^k.$$

Справедливо и обратное – объекту y_1^k соответствует объект:

$$x_1^k = f^{-1}(y_1^k) + \varepsilon_2.$$

А так как $x^k, \varepsilon_1, x_1^k, y^k, y_1^k, \varepsilon_2$ – для конкретного x^k являются фиксированными, то погрешность последовательных преобразований $f(x^k)$ и $f^{-1}(y_1^k)$ определяется как:

$$\varepsilon = f^{-1}(f(x^k) + \varepsilon_1) + \varepsilon_2 - x^k. \quad (7)$$

При известном ε_2 и вычисленном ε получаем:

$$\varepsilon - \varepsilon_2 = f^{-1}(f(x^k) + \varepsilon_1) - x^k, \quad (8)$$

и ε_1 может быть найдено из решения данного уравнения при известных значениях функций прямого и обратного преобразования. Вычислив ε_1 можно компенсировать составляющую погрешности $\Delta f(x)$ выполнив:

$$y = y_1 - \varepsilon_1. \quad (9)$$

При этом применение обратного преобразования с известной погрешностью обеспечивает обнаружение и коррекцию ошибки прямого преобразования с точностью, задаваемой погрешностью обратного преобразования ε_2 . Следствием этого является необходимость выполнения обратного преобразования сочень высокой точностью. А это не приводит к решению задачи обеспечения наперед заданной погрешности прямого преобразования при известной погрешности обратного преобразования без ограничения на точность выполнения последнего.

Для компенсации погрешности прямого преобразования до наперед заданного значения при известной некоторой погрешности обратного преобразования решим задачу нахождения корректирующей поправки δf , которая приведет $y + \delta y$ к $f(x)$ при $y \neq f(x)$.

Определим ε_1 при неизвестном значении функции прямого преобразования $f(x)$. Из (7) определим погрешность ε при компенсации погрешности ε_1 из выражения:

$$\varepsilon = \lim_{\varepsilon_1 \rightarrow 0} f^{-1}[(f(x) + \varepsilon_1) + \varepsilon_2] - x = f^{-1}[f(x)] + \varepsilon_2 - x = \varepsilon_2. \quad (10)$$



При существовании погрешности ε_1 представим выражение (10) в виде:

$$f_1(x) = f(x) + \varepsilon_1 = Wf(x), \quad (11)$$

и запишем среднеквадратическую ошибку E в виде:

$$E = (f^{-1}(f_1(x) - x^*)^2 = (f^{-1}(Wf(x) - x^*)^2, \quad (12)$$

где $x^* = x + \varepsilon_2$.

Если положить $W = 1 + \delta f$, то задача компенсации ошибки прямого преобразования сводится к нахождению такого δf , которое обеспечивает минимум (12).

Данная задача относится к задачам безусловной оптимизации и решается градиентным методом, при котором вектор веса W в (12) изменяется в направлении противоположном значению E , что представляется выражением:

$$W(j+1) = W_j + hg(j) - e(j), \quad (13)$$

где значение $W(j+1), W(j), e(j)$ берутся на соответствующих шагах процесса адаптации, $g(j)$ – направление противоположное направлению изменения ошибки (12), а h некоторый параметр, задающий скорость адаптации. Тогда второе слагаемое в (13) определяет значение δf . При этом начальное значение $W(0) = 1, \delta f(0) = 0$.

Перенесем решение задачи компенсации погрешностей прямого преобразования на преобразование функции многих переменных.

Будем считать, что x является вектором с компонентами x_1, x_2, \dots, x_n . Тогда преобразующая функция представляется функцией многих переменных. Для обнаружения ошибки прямого преобразования и ее компенсации достаточно обратного преобразования хотя бы для получения одного из аргументов функции.

Рассмотрим преобразующую функцию двух переменных

$$y = f(a, b), \quad (14)$$

для которой существует единственное обратное преобразование:

$$a_1 = f^{-1}(y, b). \quad (15)$$

Пусть как и ранее преобразования (14), (15) выполнены соответственно с погрешностями $\varepsilon_1, \varepsilon_2$. В этом случае:

$$y_1 = f(a, b) + \varepsilon_1, \quad (16)$$

$$a_1 = f^{-1}(y_1, b) + \varepsilon_2, \quad (17)$$

и (7) представляется в виде:

$$\varepsilon = a_1 - a = f^{-1}(f(a, b) + \varepsilon_1, b) + \varepsilon_2 - a. \quad (18)$$

При известном ε_2 и вычисленном ε аналогично (7) получаем:

$$f^{-1}(f(a, b) + \varepsilon_1, b) - a = \varepsilon - \varepsilon_2. \quad (19)$$

Из которого при известном значении $f(a, b)$ может быть определена ε_1 и далее скорректировано значение y_1 согласно (9).

Определим значение ε при минимуме погрешности ε_1 в (18):

$$\varepsilon = \lim_{\varepsilon_1 \rightarrow 0} [f^{-1}(f(a, b) + \varepsilon_1, b) + \varepsilon_2 - a] = \varepsilon_2. \quad (20)$$

Отличие выражения (20) от (10) заключается лишь в функции прямого преобразования, которое в данном случае является функцией двух переменных, что приводит и функцию обратного преобразования в функцию двух переменных:

$$f^{-1}(y, b) = f^{-1}(f(a, b), b). \quad (21)$$

Из значения погрешности ε при минимальном значении погрешности прямого преобразования (20) следует, что требуемое значение функции обратного преобразования следует определить как:

$$a^* = a + \varepsilon_2.$$



Тогда условие минимума погрешности прямого преобразования ε_1 определяется минимальной среднеквадратической ошибкой:

$$E = (a - a^*)^2,$$

где a – определяется (17) и представляет результат обратного преобразования.

Как и ранее примем в (20):

$$f_1(a, b) + \varepsilon_1 = y_1,$$

и представим:

$$a = f^{-1}(f(y_1, b) + \varepsilon_2) = f^{-1}(Wf(a, b)b) + \varepsilon_2 \quad (22)$$

В этом случае компенсация погрешности прямого преобразования сводится к определению такого значения W , которое обеспечивает минимум среднеквадратической ошибки и не отличается от минимизации (12) при замене $f(x)$ на $f(a, b)$.

Таким образом, метод обратных преобразований при косвенных измерениях позволяет не только обнаружить погрешность преобразователей, но и скорректировать ошибочный результат.

Литература

1. Пархоменко П.П., Согомоян Е.С. Основы технической диагностики / Под ред. П.П. Пархоменко. – М.: Энергия, 1981. – 320с.
2. Цапенко М.П. Измерительные информационные системы: Структуры и алгоритмы, системно-техническое проектирование. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 438с.
3. Тимонтеев, Валерий Николаевич. Аналоговые перемножители сигналов в радиоэлектронной аппаратуре / В. Н. Тимонтеев, Л. М. Величко, В. А. Ткаченко, 1982. – 113с.
3. Гельман М.М. Аналого-цифровые преобразователи для информационно-измерительных систем / Гельман М.М. .-М.: Изд-во стандартов, 2009 . – 317с.

THE INVERSION TRANSFORMATION IN DETECTING COMPENSATING FOR ERRORS AT INDIRECT MEASUREMENTS

N. I. KORSUNOV
A. A. NACHETOV

*Belgorod National
Research University*

*e-mail:
aleksandr@nachetov.org.ua*

The paper proposes a method of detecting and correcting errors in the indirect measurement transducers.

Keywords: inverse transformations, indirect measurement, error compensation.



ОБ ЭФФЕКТИВНОМ ПОДХОДЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В НЕОГРАНИЧЕННОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Е. А. КАУННИКОВА

*Белгородский
государственный
национальный
исследовательский
университет*

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

В статье представлены существующие подходы моделирования стационарных физических полей в неограниченном пространстве. Приводится перспективный подход, основанный на конформном преобразовании неограниченного пространства к конечной двусоставной области. Описываются особенности алгоритма. Проведено сравнение данных вычислительного и натурального экспериментов.

Ключевые слова: моделирование стационарных полей, аналитико-численный подход, неограниченное пространство.

Возникающие потребности практики, требующие повышения эффективности сложных и, как правило, дорогостоящих систем (воздушных линий постоянного тока с высокотемпературными проводами, систем молниезащиты, систем рассеивания тумана и др.), приводят к необходимости совершенствования, разработки методов математического моделирования физических полей, методов, обеспечивающих высокую точность, при одновременном ограничении на допустимые объем вычислений и памяти. Следует отметить, что такие задачи решаются только методами моделирования. Задачи, связанные с определением электрических полей исследуемых систем, относятся к классу внешних краевых задач. Известны методы моделирования физических полей в неограниченном пространстве, описываемых рассматриваемым классом уравнений, И. Яна (I. Yang) [4], Ф. де Алессандро (F. D'Alessandro) [2], С. Алексик (S.R. Aleksić) [1], З.М. Наркуна [13], М.М. Резинкиной [15], Г.А. Рязанова [17], Л.В. Ницецкого [14], Н.Н. Калиткина [11, 10], Е.А. Альшиной [7, 10], И.Л. Софронова [18], В.С. Рябенского [16] и др. Известные методы решения внешних краевых задач, как правило, сложны в реализации, не гарантируют нахождения точного решения или применимы для узкого класса задач, что ведет к необходимости их модификации, развития. Перспективным является метод инверсии [12], используемый при моделировании стационарных физических полей в неограниченном пространстве и полупространстве, решении внешних краевых задач с граничными условиями Дирихле и Неймана в двумерном и трехмерном полупространстве.

В отличие от ранее выполненных работ сходной тематики данный подход позволяет решать внешние краевые задачи в двумерном и трехмерном полупространстве с заданием граничных условий как на замкнутых, так и на полубесконечных и бесконечных поверхностях в соответствии с методом инверсии, учитывающем значения в обеих частях двусоставной области и повышающем быстродействие решения подобного класса задач при моделировании электрических полей.

Метод инверсии позволяет сводить неограниченное пространство к конечной двусоставной области, в которой строится разностная задача, например, методом конечных разностей.

Если обозначить конечную область, ограниченную кривой $C^{1/2}$ и прямой Ξ_2 , через $D^{1/2}_C$, а неограниченную область, внешнюю к полуокружности $C^{1/2}$ и ограниченную прямой Ξ_2 , через $D^{1/2}_\infty$, то полупространство $\mathbb{R}^2_{1/2} = G \cup \Gamma \cup \Xi_2^1 \cup G_e^{1/2}$, $G_e^{1/2} = D_C^{1/2} \cup C^{1/2} \cup D_\infty^{1/2}$ (рис. 1, а) преобразуется в конечную область

$D_2^{1/2} = G \cup \Gamma \cup \Xi_2^1 \cup \tilde{D}_2^{1/2}$, $\tilde{D}_2^{1/2} = D_C^{1/2} \cup C^{1/2} \cup D_{1/2}^*$ (рис. 1, б), где $D_{1/2}^*$ — конечная область, представляющая собой отображение неограниченной области $D^{1/2_\infty}$. При этом следует отметить, что граница Ξ_2^1 проходит через геометрический центр области $D^{1/2_2}$.

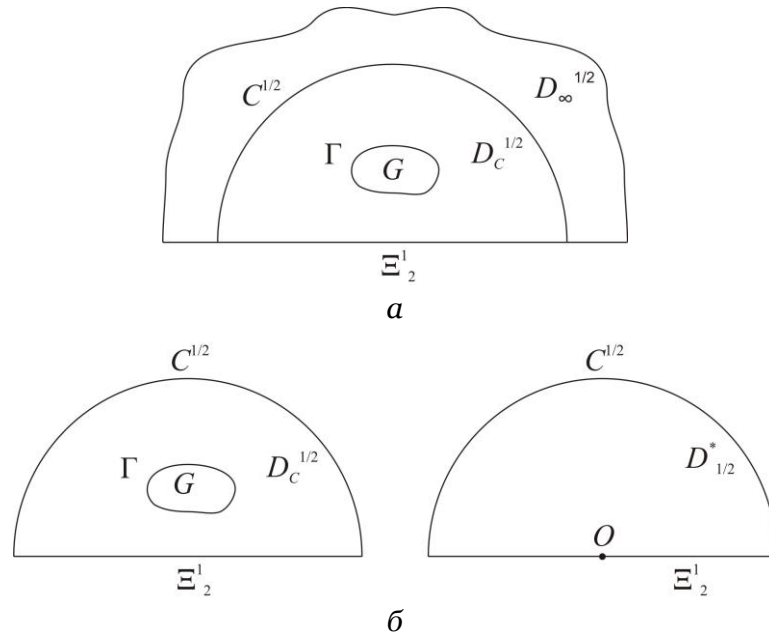


Рис. 1. Схематическое изображение: а – полупространства $\mathbb{R}^2_{1/2}$; б – двусоставной области $D^{1/2_2}$

Аналогично преобразуется трехмерное полупространство $\mathbb{R}^3_{1/2} = G \cup \Sigma \cup \Xi_3^1 \cup G_e^{1/2}$, $G_e^{1/2} = D_S^{1/2} \cup S^{1/2} \cup D_\infty^{1/2}$ относительно полусферы $S^{1/2}$ в конечную область $D_3^{1/2} = G \cup \Sigma \cup \Xi_3^1 \cup \tilde{D}_3^{1/2}$, $\tilde{D}_3^{1/2} = D_S^{1/2} \cup S^{1/2} \cup D_{1/2}^*$.

При моделировании плоскопараллельного электрического поля необходимо решить внешнюю задачу Дирихле для уравнения Лапласа на плоскости

$$\left. \begin{aligned} \Delta u &= 0 \quad \text{в } G_e^{1/2}, \\ u|_\Gamma &= \varphi(P), \quad P \in \Gamma, \\ u|_{\Xi_2^1} &= 0, \\ u(M) &\rightarrow 0 \quad \text{при } M \rightarrow \infty, \end{aligned} \right\}$$

которая согласно методу инверсии принимает вид:

$$\left. \begin{aligned} \Delta u &= 0 \quad \text{в } \tilde{D}_2^{1/2}, \\ u|_\Gamma &= \varphi(P), \quad P \in \Gamma, \\ u|_{\Xi_2^1} &= 0, \\ u(M) &= 0, \quad M \in D_{1/2}^*. \end{aligned} \right\}$$

При моделировании трехмерного электрического поля необходимо решить внешнюю задачу Дирихле следующего вида:

$$\left. \begin{aligned} \Delta u &= 0 \quad \text{в } G_e^{1/2}, \\ u|_\Sigma &= \varphi(P), \quad P \in \Sigma, \\ u|_{\Xi_3^1} &= 0, \\ u(M) &\rightarrow 0 \quad \text{при } M \rightarrow \infty, \end{aligned} \right\}$$



которая согласно методу инверсии записывается следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} \Delta u &= 0 \quad \text{в } \tilde{D}_3^{1/2}, \\ u|_{\Sigma} &= \varphi(P), \quad P \in \Sigma, \\ u|_{\Gamma_3} &= 0, \\ u(M) &= 0, \quad M \in D_{1/2}^* \end{aligned} \right\}$$

Следует отметить, что при наличии симметрии добавляется граница с однородным условием Неймана, а задача рассматривается в четверной части конечной двусоставной области, полученной согласно методу инверсии.

Для построения двумерной и трехмерной разностных задач методом конечных разностей вводится универсальная регулярная прямоугольная сетка в области $D^{1/2}_d$, $d=2, 3$ и аппроксимируется на этой сетке уравнение и краевые условия.

Матрицы полученных систем алгебраических уравнений являются редкими, поэтому для их решения используются итерационные методы, которые не требуют хранения многих матричных элементов, являются самокорректирующимися, что минимизирует ошибки округления. Существует ряд итерационных методов с быстрой сходимостью, например, экстраполяционный метод Либмана [9].

Детализируя особенности алгоритма расчета задач, отметим, что для повышения быстродействия геометрия тел, источников задается при помощи уравнений эллипса, прямой, плоскости, а расчет начинается на сетке с крупным шагом. В частности, при расположении источников, оставляющих расщепленного полюса по окружности расщепленный полюс может быть заменен одиночным эквивалентным проводом [6], который при том же потенциале имеет тот же заряд, поэтому для плоскопараллельного поля первоначально решается задача для эквивалентного одиночного провода. При повторном расчете шаг сетки уменьшается в 2 раза, и так производится до тех пор, пока не будет достигнута заданная допустимая погрешность расчетов.

Ввиду того, что при численном решении краевой задачи учитываются точки всей двусоставной области $D^{1/2}_d$, $d=2, 3$, то значения в точках обеих частей двусоставной области используются как при решении задач, так и при анализе численных результатов, а координаты точек области $D_{1/2}^*$ определяются исходя из метода инверсии.

Произведенные тестовые расчеты показали, что разработанные алгоритмы сокращают требуемый объем вычислительных ресурсов, в частности, для задачи, приведенной в [5], время расчета задачи по методу инверсии составило 2 % времени расчета задачи в искусственно ограниченной области с обычными характеристическими граничными условиями. Обнаружено существенное увеличение точности тестовых расчетов согласно развиваемому методу инверсии по сравнению с другими подходами, используемыми, в частности, обычные характеристические граничные условия. Помимо этого, компьютерное моделирование стационарных физических полей на основе метода инверсии адекватно результатам вычислительного и натурального экспериментов, проведенных другими авторами [3, 5, 8, 13, 15], качественно и количественно.

В заключении отметим, что полученные результаты представляют интерес при решении комплекса задач, связанных с различными аспектами моделирования стационарных физических полей в неограниченном пространстве, а предложенный подход, который основан на применении метода инверсии, удачно сочетающего в себе универсальность численных и точность аналитических подходов, позволяет эффективно проводить исследования. Рассматриваемый подход открывает возможность аналогичных экономных и высокоточных решений многих других задач, которые в данной работе не рассмотрены и требуют дальнейшего детального изучения, в частности, при комплексном исследовании научных и технических, фундаментальных и прикладных проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента на новых высокопроизводительных системах.



Литература

1. Aleksić, S.R. Determination of critical atmospheric electric field around Franklin's lightning protection rod that leads to break-down / S.R. Aleksić, S.S. Ilić // *Acta Electrotechnica et Informatica*. – 2007. – № 2. – Vol. 7. – P. 3–9.
2. D'Alessandro, F. Electric field modelling of structures under thunderstorm conditions / F. D'Alessandro, J.R. Gumley // *Proc. of the 24th International Conf. on Lightning Protection*. – Birmingham, Britain, 1998. – P. 457–462.
3. Holtzhausen, J.P. Corona On The Cahora Bassa DC Line: Theory And Tests On A Scale Model / J.P. Holtzhausen, H. Hendricks, P.J. Pieterse // *SAUPEC 2002, Vanderbijlpark, January 2002*. – P. 283–287.
4. Yang, Y. The strip simulation method for computing electric field on conductor surfaces / Y. Yang, D. Dallaire, J. Ma, and F.P. Dawalibi // *Power and Energy Systems (EuroPES 2003): proceedings of the Third IASTED International Conference 3-5 sept. 2003, Marbella*. – 2003. – P. 353–357.
5. Zhang, Z. Measurement of Corona Characteristics and Electromagnetic Environment of ± 800 kV HVDC Transmission Lines under High Altitude Condition / Z. Zhang, R. Zeng., Z. Yu // *Progress In Electromagnetics Research Symposium : PIERS Proceedings, 18-21 Aug. 2009. – Moscow, 2009*. – P. 61–65.
6. Александров, Г.Н. Сверхвысокие напряжения / Г.Н. Александров. – М., 1973.
7. Альшина, Е. А. Численное решение краевых задач в неограниченной области / Е.А. Альшина, Н.Н. Калиткин, С.Л. Панченко // *Математическое моделирование*. – 2002. – Т. 14, №11. – С. 10–22.
8. Бессонов, Л.А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле / Л.А. Бессонов. – М.: Гардарики, 2001. – 317 с.
9. Бинс, К. Анализ и расчет электрических и магнитных полей / К. Бинс, П. Лауренсон. – М.: Энергия, 1970. – 376 с.
10. Вычисления на квазиравномерных сетках / Н. Н. Калиткин, А. Б. Альшин, Е. А. Альшина и др. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 224 с.
11. Калиткин, Н. Н. Метод квазиравномерных сеток в бесконечной области / Н. Н. Калиткин, Н. О. Кузнецов, С. Л. Панченко // *ДАН*, 2000. – Т. 374, № 5. – С.598–601.
12. Канунникова, Е. А. Математическое моделирование электрических полей методом инверсии: монография / Е. А. Канунникова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 92 с.
13. Наркун, З. М. Вычисление электрической емкости системы проводов круглого и эллиптического сечения и в виде пластин в присутствии проводящей плоскости / З. М. Наркун // *Журнал технической физики*. – 2000. – Т.70, вып. 2. – С. 1–5.
14. Ницецкий, Л. В. Аналоговые и разностные методы решения внешних краевых задач / Л.В. Ницецкий // *Учен. зап. Риж. политех. ин-та*. – Рига, 1965. – Т. XII, вып. 2.
15. Резинкина, М. М. Расчет трехмерных электрических полей в системах, содержащих тонкие проволоки / М. М. Резинкина // *Электричество*. – 2005. – № 1. – С. 44–49.
16. Рябенький В.С. Метод разностных потенциалов и его приложения. – М.: Физматлит, 2002. – 496 с.
17. Рязанов, Г. А. Опыты и моделирование при изучении электромагнитного поля / Г. А. Рязанов. – М.: Наука, 1966. – 191 с.
18. Софронов, И.Л. Точные искусственные граничные условия для некоторых задач аэродинамики и дифракции: автореферат дис. ... доктора физико-математических наук: 01.01.07/ Софронов Иван Львович. – М.: ИПМ РАН им. М.В. Келдыша. – 1999. – 28 с.

ON EFFECTIVE APPROACH TO SIMULATE STATIONARY PHYSICAL FIELDS IN AN INFINITE DOMAIN

E. A. KANUNNIKOVA

*Belgorod National Research
University*

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

The article discusses some problems relating to the existing approaches to simulate the stationary physical fields in an infinite domain. The perspective approach based on a conformal transformation of the domain from infinite to bounded is considered. The algorithm features are described. The computation results have been compared with full-scale experiment results.

Keywords: stationary fields simulation, analytical-and-numerical approach, infinite domain.



ОБЕСПЕЧЕНИЕ СКРЫТНОСТИ КОДИРОВАНИЯ ДАННЫХ ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫМИ КОДАМИ

А. И. ТИТОВ
Н. И. КОРСУНОВ

*Белгородский
государственный
национальный
исследовательский
университет*

*e-mail:
titov@programist.ru*

В статье рассматривается эволюционный метод как обобщающий существующих симметричных методов кодирования данных. Парадигма эволюционного кодирования данных вводит не используемую ранее мутацию. Предложен пример использования мутации на основе помехоустойчивого кодирования Хемминга.

Ключевые слова: скрещивание, ген, поколение, мутация, родитель, кодирование, декодирование, слово, ключ.

Возможности метода кодирования данных можно выявить сравнением его с другими методами. Будем считать, что эффективность метода кодирования данных определяется расширением его возможностей по сравнению с другим, что можно представить в виде:

$$M \in M_i, \quad (1)$$

где M – метод эффективность которого оценивается,
 M_i – известный метод, $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Для рассмотрения эволюционного метода кодирования данных [1], его положительных сторон и недостатков, необходимо разобрать метод на составляющие.

- 1 этап – выбор родителей;
- 2 этап – скрещивание;
- 3 этап – формирование потомка;
- 4 этап – мутация;
- 5 этап – селекция потомства.

Первые три этапа не являются новыми и присутствуют в существующих методах криптографии уже давно. Соответственно в той или иной форме изменяя последовательность этапов и критерии отбора на каждом этапе, мы можем получить любой из существующих симметричных шифров. И проанализировав наличие или отсутствие приведенных этапов в методе M_i , также определим положительные и отрицательные стороны присутствия этапов M_i в M .

В качестве M_i выберем: M_1 – алгоритм Виженера [2]; M_2 – алгоритм ГОСТ 28147-89 [3]; M_3 – алгоритм Rijndael [4].

Выделим в каждом алгоритме предложенные выше этапы.

M_1 формирование мультязычных систем шифрования, используем 1-3 этап с четко заданными параметрами.

- 1 этап – выбор родителей.

Параметры:

1 родитель – i -тая, буква открытого текста. (1 байт сообщения.)

2 родитель – i -тая буква ключа. (1 байт ключа)

Если $i > \text{lengkey}$

то $i \bmod \text{lengkey}$

2 этап – скрещивание родителей по таблице Вижнера или по алгоритму [2].

3 этап – результат скрещивания напрямую записывается в потомство.

M_2 можно также представить как частный случай эволюционного кодирования. В работе алгоритма используются 1, 2, 5 этапы.

1 этап – выбор 1 родителя $L = 32$ бита

выбор 2 родителя $R = 32$ бита.

Родители в этом случае левая и правая части 64 битного блока.

2 этап – скрещивание можно описать следующими действиями:

$$L_i = R_i - 1, \quad (2)$$

$$R_i = L_i - 1 f(R_i - 1, k_i). \quad (3)$$

5 этап – Алгоритм ГОСТ селекция для отбора потомка используется итеративное 32 кратное выполнение второго этапа, после чего потомок записывается в закрытый текст.

М3 является более изощренным [5], но поддающимся описанию поэтапной моделью эволюционного метода.

Рассматривая принятый за стандарт алгоритм с размерностью блока 128 бит выделяем следующее:

1 этап – выбор родителя осуществляется в зависимости от этапа либо блок сообщения + ключ, либо блок сообщения + блок сообщения, выборка из сообщения осуществляется в прямом порядке.

2 этап – скрещивание производится с использованием S-box (соответствует замене из мультиязычных систем) и сложением по модулю с ключом.

3 этап – для большего распределения в процесс формирования потомка заложены сдвиг блоков и перемешивание.

5 этап – селекция потомка производится на 10, 12 или 14 раунде шифрования в зависимости от длины ключа. Здесь уже нет четкой фиксации, но для всего сообщения этап селекции будет одинаковым.

Эволюционный метод кодирования данных можно считать обобщенным методом для всех симметричных алгоритмов. Из пятиэтапного описанного выше метода, в существующих системах встречаются различные этапы в разном порядке следования, за исключением этапа мутации.

Термин «мутация» был введен одним из ученых, переоткрывших законы Менделя, – Г. де Фризом в 1901 г. (от лат. мутатио – изменение, перемена). Этот термин означал вновь возникшие, без участия скрещиваний, наследственные изменения. Мутации делят на генные мутации, хромосомные мутации и геномные мутации. В эволюционном кодировании особое место занимает генные мутации. При переносе определения генной мутации на кодирование данных получим следующее определение: генные мутации – это мутация при которой изменяется количество и значение хромосом или хромосомных наборов, без участия скрещиваний [6].

Основываясь на предложенной модели эволюционного кодирования, разработаем алгоритм и ПО для обеспечения безопасности при несанкционированном доступе.

История шифрования показывает нам несложные технологии повышения криптостойкости.

Усиление Алгоритма DES при помощи введения в него тройной итерации, привело к повышению более стойкого TREE DES. Здесь введение итераций можно сравнить с этапом №5 эволюционного метода.

Усовершенствовав введение селекции Алгоритм Вижнера мы получим новый шифр [7].

Недостатком данного метода является последовательность шифрования и дешифрования. Для устранения этого недостатка и приведения Алгоритма к блочной структуре внесет изменения [3].

В представленном Алгоритме большую роль играет период ключа шифрования. Даже после формирования маски шифрования могут встречаться ситуации, показывающие соответствие.

При наличии у злоумышленника большого объема закрытых и открытых сообщений, есть вероятность подбора маски шифрования для сообщения конкретной длины. Определение ключа шифрования, при наличии точной маски шифрования и знания длины файла, осуществляется грубым перебором.

Для формирования более стойкого Алгоритма возьмем за прототип сегодняшний стандарт шифрования ГОСТ. Его основа скрещивание левой и правой части блока и выбор потока на 32-ой селекции. Здесь этап селекции явно прописан в Алгоритме и не может быть изменен без вмешательства разработчиков в код программы.



Устраним этот недостаток введением в ключ шифрования шага селекции. В ГОСТ 24 шага идёт взаимодействие с прямым ключом, а последние 8 с обратным. Это возможно из-за его четкого определения количества итераций. В нашем Алгоритме шаг следующий задан не явно, поэтому этап скрещивания будет иметь следующее представление:

Кодирование данных:

1) Читаем в закрытый ключ первый и второй биты. В зависимости от значений закрепляем блоки данных «0» – закрепляем первый блок слова, «1»- закрепляем второй блок слова. Здесь первый бит информации отвечает за первое слово, второй бит за второе слово.

Оставшиеся блоки записываем из первого слова в третью позицию, из второго слова в четвёртую.

2) Делаем скрещивание $C_1 \text{ XOR } C_2$ записываем результат в D_1 .

3) Читаем закрытый ключ третий бит, если:

«0» – берём C_1 последний, C_2 первый(записываем в D_2);

«1» – берём C_1 первый, C_2 последний;

4) Если количество поколений не удовлетворяет критерию то повторить шаг 1-3, при этом ключ шифрования двигается дальше.

Наглядный пример работы алгоритма кодирования:

Ключ шифрования: 011100

Входные слова: первое слово(10001101)

второе слово(10110110)

Количество поколений для достижения стойкости: 2

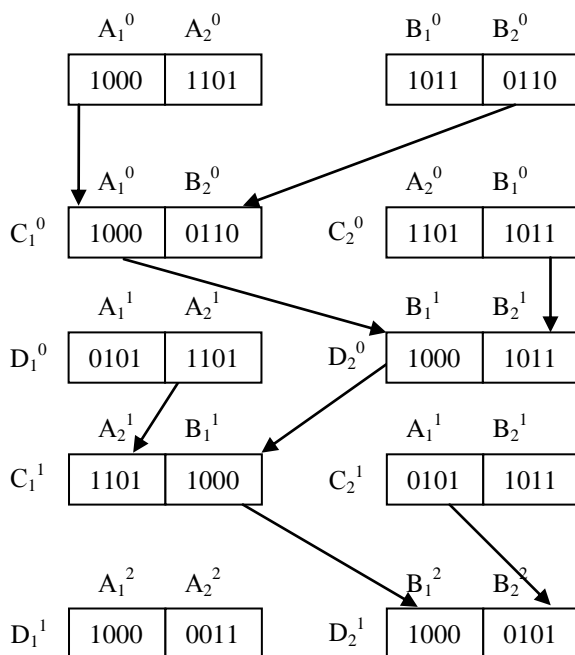


Рис. 1. Работа алгоритма кодирования данных эволюционными методами

Декодирование данных предполагает наличие секретного ключа использованного при кодировании. Обмен ключом происходит по уже существующим закрытым каналам связи, или же во время «рукопожатия»[8].

Декодирование:

1) Читаем ключ с конца.

Если бит имеет значение «0» то B_1^0 во второй блок слова $C_1(Y_2)$, а B_2^0 в первый блок слова $C_2(X_1)$;

Если бит имеет значение «1» то B_1^0 в первый блок слова $C_1(Y_1)$, а B_2^0 во второй блок слова $C_2(X_2)$;



- 2) В зависимости от значения считанного бита ключа на предыдущем шаге проводим восстановление предка по генотипу потомков.
Если «0» то $Y_1=(A_1^0 \text{ XOR } X_1)$; $X_2=(A_2^0 \text{ XOR } Y_2)$
Если «1» то $Y_2=(A_2^0 \text{ XOR } X_2)$; $X_1=(A_1^0 \text{ XOR } Y_1)$
- 3) Читаем следующие с хвоста два бита ключа, в зависимости от их значений меняем блоки местами:

Таблица

Скрещивание блоков слова

Значение бит ключа	Запись блоков информации			
00	$A_1=Y_1$	$A_2=X_1$	$B_1=Y_2$	$B_2=X_2$
01	$A_1=Y_1$	$A_2=X_1$	$B_1=X_2$	$B_2=Y_2$
10	$A_1=X_1$	$A_2=Y_1$	$B_1=Y_2$	$B_2=X_2$
11	$A_1=X_1$	$A_2=Y_1$	$B_1=X_2$	$B_2=Y_2$

- 4) Если количество поколений не удовлетворяет критерию то повторить шаг 1-3, при этом ключ шифрования двигается дальше.

Наглядный пример работы алгоритма декодирования данных:

Ключ шифрования: 011100

Входные скрытые слова: первое слово(10000011)

второе слово(10000101)

Количество поколений для достижения стойкости: 2

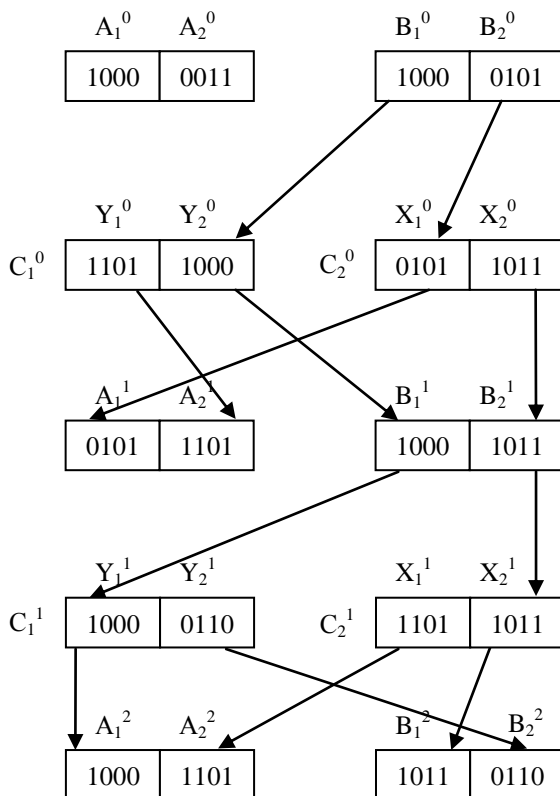


Рис. 2. Работа алгоритма декодирования данных эволюционными методами

Наилучший результат и полное соответствие с моделью эволюционного кодирования даст введение мутации.

Мутацию будем базировать на известном методе помехоустойчивого кодирования Хемминга. Так как предложенный Алгоритм скрещивания дает нам возмож-



ность без труда изменять величину входных блоков данных, то соответственно эта величина может быть секретной. Идея предложенного Хеммингом метод помехоустойчивости кодирования в следующем: все биты, номера которых есть степень 2, — контрольные, остальные — биты сообщения. Каждый контрольный бит отвечает за чётность суммы некоторой группы бит. Один и тот же бит может относиться к разным группам. Чтобы определить какие контрольные биты контролируют бит в позиции k надо разложить k по степеням двойки: если $k=11=8+2+1$, то этот бит относится к трём группам — к группе, чья чётность подсчитывается в 1-ом бите, к группе 2-ого и к группе 8-ого бита.

Этап мутации представляется как добавление контрольных битов в потомка и введение однократной случайной ошибки. Без знания величины блока шифрования определить местоположение контрольных битов можно только в 1 блоке. Для введения ошибки в мутации будем использовать генератор случайной последовательности (ГСП) ANSI X9.17

Ранее ГСП применялся только для формирования ключа шифрования [9] или используемых в алгоритме блоков и никогда не являлись непосредственно частью процесса модификации данных.

Литература

1. Титов А.И. Эволюционные методы кодирования данных, пример работы алгоритмов кодирования и декодирования /Корсунов Н.И.// «Научные ведомости» БелГУ №1(120) 2012.
2. Панасенко С.П. «Алгоритмы шифрования». Специальный справочник. [Текст]// СПб.: БХВ-Петербург. — 2009. — 576с.: ил.
3. Титов А.И. Модифицированный алгоритм шифрования данных /Корсунов Н.И. // Научно-технический журнал «Информационные системы и технологии» №2(64) 2011
4. ГОСТ 28147-89. Системы обработки информации. Защита крипто-графическая. Алгоритм криптографического преобразования. // М.:Госстандарт СССР. — 1989.
5. Joan Daemen The Design of RijndaeL: AES — The Advanced Encryption Standard (Information Security and Cryptography) /Vincent Rijmen//QA 76.9.A25 D 32 2001 ISBN 3540-42580-2.
6. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы = Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte/ Пилиньский М., Рутковский Л. // М.:Горячая линия-телеком. — 2-е изд. -2008. — С. 452.
7. Корсунов Н.И. Повышение эффективности защиты информации модификацией шифра Вижинера /Титов А.И. // Научные ведомости БелГУ. —2010. № 7 (78) вып. 14. — С. 171-175.
8. Баричев С.Г. Основы современной криптографии./Баричев С.Г., Гончаров В.В., Серов О.Е. // М.:Горячая линия-телеком.- 2001.
9. Proakis J.G. Digital communications/ перевод на русский язык — Кловский Д.Д. Николаев Б.И.//М-Радио и связь. 2000 — 800с.: ил.

ENSURING DATA SECURITY CODING NOISE-RESISTANT CODES

A. I. TITOV
N. I. KORSUNOV

*Belgorod National
Research
University*

e-mail:
titov@programist.ru

The article discusses the evolutionary synthesis method as the existing symmetric data encryption methods. The paradigm of evolutionary coding data input is not used early mutation. An example of the use of mutation on the basis of the Hamming error-correcting coding.

Keywords: crossing, the gene, generation, mutation, parent, encoding, decoding, word key.



СИНТЕЗ МНОГОМЕРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В МНОГОПОЗИЦИОННОЙ СИСТЕМЕ РЛС НА ОСНОВЕ ОБОБЩЕННОГО РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ДИФРАКЦИИ В ПРИБЛИЖЕНИИ ФИЗИЧЕСКОЙ ОПТИКИ

А. Н. ЗУБАРЕВ
А. А. ЛУЧИН
А. К. СТРОЕВ

*Институт проблемных
исследований Российской
академии естественных
наук,
г. Серпухов*

*e-mail:
ipraes@online.stack.net
la210594@yandex.ru
ak.stroev@gmail.com*

На основе решения обратной задачи дифракции (ОЗД) в приближении физической оптики (ФО) проведен синтез двух- и трехмерных изображений в многопозиционной системе РЛС. Показано, что для практической реализации такого подхода достаточно одной пачки широкополосных сигналов при условии ее когерентной обработки.

Ключевые слова: синтез радиоизображений, обратная задача дифракции, многопозиционная система РЛС, томографирование.

Результат, полученный Н. Боярским [3], и известный как физико-оптическое тождество (ФОТ), содержит решение обратной задачи дифракции (ОЗД) в приближении физической оптики (ФО). ФОТ сводится к трехмерному преобразованию Фурье-функции от комплексного коэффициента рассеяния (ККР) в пространстве угло-частотных измерений. Эта функция содержит сумму ККР, измеренных в «диаметральных» направлениях, поэтому может быть получена лишь в «лабораторных» условиях.

В практических приложениях приходится рассматривать угло-частотное преобразование типа Фурье только от ККР, полученного в некоторой области этого пространства. Здесь, в сущности, имеет место обобщение ФОТ, поскольку изменяется вид и трактовка получаемых решений. Причем, их томографическая сущность сохраняется, т.е. трехмерные или двумерные изображения формируются как результат обратного проецирования соответствующих проекций меньшей размерности [1,2].

В частных случаях обобщенное ФОТ приводит к получению радиолокационных изображений (РИ) различного вида за счет сверхразрешения, которое физически определяется обращенным синтезом апертуры в полосе частот сигнала. Следует также отметить, что неполнота частотных измерений в радиолокации обычно соответствует отсутствию низкочастотных составляющих в спектре сигнала. По сути это эквивалентно дифференцированию РИ и имеет регуляризирующий характер, приводящий к получению изображений электродинамически сложных рассеивающих объектов в виде набора «блестящих точек». В этом смысле ФОТ является теоретической основой разнообразных методов получения РИ с позиций не только ФО, но и в рамках физической теории дифракции [1].

Цель статьи состоит в синтезе многомерных изображений в многопозиционной системе РЛС на основе обобщенного решения обратной задачи дифракции в приближении физической оптики.

При малых угловых (временных) интервалах измерений с использованием широкополосных сигналов появляется возможность получать двумерные картины. Увеличение угловых (временных) интервалов когерентных измерений на практике проблематично, поэтому целесообразен переход в трехмерное пространство на основе метода томографирования [1, 2].

В работах [4, 5] рассмотрены некоторые случаи решения ОЗД в приближении ФО и разнесенного приема-передачи в классической постановке Н.Боярского. Обобщая эти результаты, можно показать, что для разнесенного приема, когда обращенный синтез

апертуры с использованием одной пачки отраженных широкополосных сигналов производится как на приеме-передающей позиции, так и на приемной, можно реализовать получение трехмерных РИ. Этот результат распространяется на случай использования произвольного числа приемных (приемо-передающих) позиций.

В частности, при активно-пассивной локации существует возможность получить сразу два двумерных изображения в различных плоскостях в пространстве. В результате, создаются предпосылки для получения трехмерного изображения на основе томографирования (обратного проецирования) с использованием единственной пачки широкополосных сигналов в многопозиционной системе. В сущности, разнесенный прием сигналов дает принципиально новое качество, поскольку происходит увеличение размерности пространства, в котором синтезируется РИ.

Рассмотрим частный случай многопозиционной системы РЛС, включающий несколько приемных или приемо-передающих РЛС – двухпозиционную систему РЛС, состоящую из одной активной (приемо-передающей) позиции и одной пассивной (приемной) позиции, соответственно РЛС-А и РЛС-П (рис. 1).

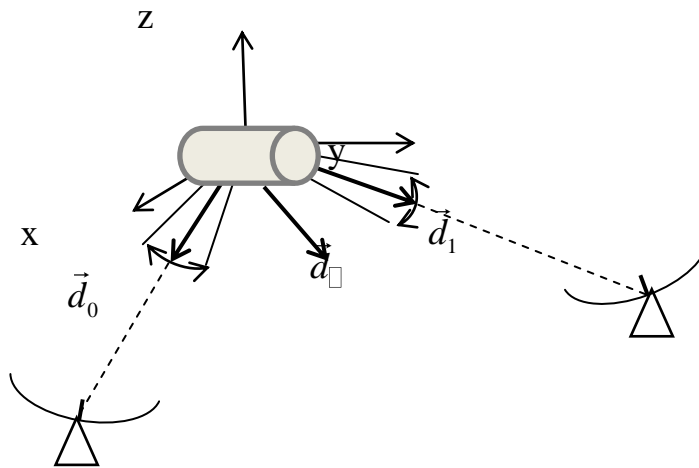


Рис. 1. Геометрические соотношения

Здесь \vec{d}_0 – единичный вектор, направленный от цели на РЛС-А, а вектор \vec{d}_1 – на РЛС-П. Характер изменения этих векторов будет определяться расположением позиций, а также параметрами движения и вращения объекта и, в общем случае, может быть достаточно сложным. На малых угловых (временных) интервалах обращенного синтеза апертуры может быть принят упрощенный вариант, когда можно считать изменения углов в плоскости получения изображений близкими клинейным.

В соответствии с обобщенным тождеством Боярского, радиолокационное изображение, получаемое при зондировании и приеме сигналов РЛС-А может быть представлено в виде [1]:

$$I_0(\vec{x}) = C_0 \int_D W(\vec{k}) \cdot \dot{A}(\vec{k}) \cdot e^{j\vec{k} \cdot \vec{x}} d\vec{k}, \quad (1)$$

где $\vec{k} = k\vec{d}_0 = \frac{2\omega}{c} \vec{d}_0 = \frac{4\pi f}{c} \vec{d}_0$, $\vec{x} = (x, y, z)$ – вектор в пространстве координат объ-

екта, $\dot{A}(\vec{k})$ – комплексный коэффициент рассеяния, $W(\vec{k})$ – весовая функция, которая в основном определяется спектром сигнала, D – область угло-частотных измерений, C_0 – константа.

Соответственно приобращенном синтезе апертуры на РЛС-П РИ определяется соотношением

$$I_1(\vec{x}) = C_1 \int_{D_\Delta} W(\vec{k}_\Delta) \cdot \dot{A}(\vec{k}_\Delta) \cdot e^{j\vec{k}_\Delta \cdot \vec{x}} d\vec{k}_\Delta, \tag{2}$$

где $\vec{k}_\Delta = \frac{\omega}{c}(\vec{d}_0 + \vec{d}_1)$, D_Δ – область угло-частотных измерений, $\vec{d}_\Delta = \vec{d}_0 + \vec{d}_1$ – «вектор локации» для двухпозиционной системы, $W(\vec{k}_\Delta)$ – также весовая функция, C_1 – константа.

Для малых угловых интервалов изменения вектора локации \vec{d}_0 в случае, когда его изменение сводится к вращению в какой-либо одной плоскости, соотношение(1) можно записать как

$$I_0(\vec{x}'_0) = C_0 \int W(\omega) \cdot \dot{A}(\omega, \varphi) e^{j\frac{2\omega}{c}(x'_0 + y'_0 \cdot \varphi)} d\omega \cdot d\varphi, \tag{3}$$

где область интегрирования по частоте определяется шириной полосы сигнала, а область интегрирования по угловой координате – интервалом синтеза апертуры (длительностью пачки). Здесь введена новая связанная с объектом система координат. Ось x' этой системы в один из моментов времени совпадает с направлением вектора \vec{d} , ось y' направлена перпендикулярно ей в плоскости вращения \vec{d} . Тогда, при малых угловых интервалах верно

$$\vec{d} \cdot \vec{x} = x' \cos \varphi + y' \sin \varphi \approx x' + y' \varphi.$$

Аналогично соотношение (2) преобразуется к виду:

$$I_1(\vec{x}'_1) = C_1 \int W(\omega) \cdot \dot{A}(\omega, \psi) e^{j\frac{2\cos(\frac{\theta}{2})\omega}{c}(x'_1 + y'_1 \cdot \psi)} d\omega \cdot d\psi, \tag{4}$$

где θ – угол между векторами \vec{d}_0 и \vec{d}_1 (бистатический угол), ψ - угол, характеризующий изменение вектора $\vec{d}_\Delta = \vec{d}_0 + \vec{d}_1$.

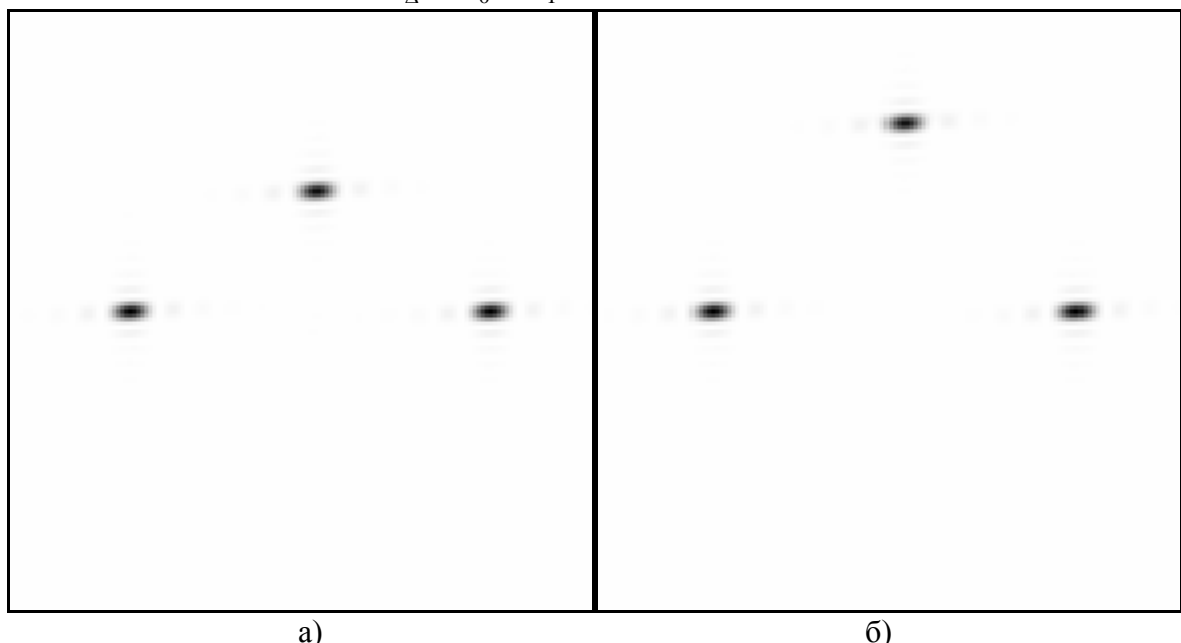


Рис. 2. Двумерные радиолокационные изображения трехточечной цели, полученные на РЛС-А (рис. 2а) и РЛС-П (рис. 2б) (полоса частот сигнала составила 300 МГц при несущей частоте 10 ГГц и изменении ракурса 0,1 рад.)

Трехмерное изображение получается методом томографирования (обратного проецирования) в пространстве, причем в качестве проекций выступают двумерные изображения полученные в двух различных плоскостях. Условие, при котором восстанавливается трехмерное РИ в сущности соответствует уравнению «перпендикуляра» к парциальному (меньшей размерности) изображению и, как следует из (1), (2) есть $\vec{\delta} \cdot \vec{d} = const$. Затем комплексные значения парциальных изображений суммируются в трехмерном пространстве в области реального расположения цели.

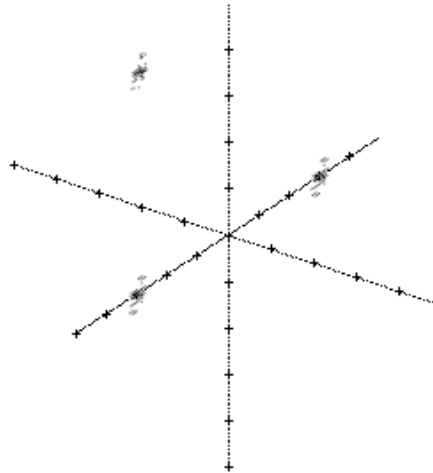


Рис. 3. Трехмерное РИ трехточечной цели, восстановленное из проекций, приведенных на рис. 2, цена деления по осям координат 1 м

Таким образом, проведен синтез многомерных изображений многопозиционной системе РЛС на основе обобщенного решения обратной задачи дифракции в приближении физической оптики. Практически для этого достаточно реализовать зондирование, когерентный прием и обработку сигналов одной пачки широкополосных сигналов на разных позициях.

Литература

1. А.А. Лучин Методы приближенного решения обратной задачи дифракции в радиолокации. Зарубежная радиоэлектроника, 1999, №8, с.30-44.
2. W.M. Boerner, C.M. Ho, B.Y. Foo Use of Radon's projection theory in electromagnetic inverse scattering. IEEE Trans., 1981, v.AP-29, no. 2, pp.336-341.
3. N. Bojarski. A survey of the physical optics inverse scattering identity. IEEE Trans., 1982, VAP-30, no. 5, pp. 980-989.
4. C.K. Chan, N.H. Farhat. Frequency swept tomographic imaging of three-dimensional perfectly conducting objects. IEEE Trans., 1981, v.AP-29, no. 2, pp.312-319.
5. S.Rosenbaum-Raz. On scatterer reconstruction from far-field data. IEEE Trans., 1976, v.AP-24, no.1, pp.66-70.

SYNTHESIS OF MULTIDIMENSIONAL IMAGES IN MULTIPosition RADAR SYSTEMS BASED ON GENERALIZED SOLUTION OF INVERSE DIFFRACTION PROBLEM IN PHYSICAL OPTICS APPROXIMATION

A.N. ZUBAREV
А.А. ЛУЧИН
А.К. СТРОЕВ

*Institute of problem research,
Serpukhov*
e-mail:
la210594@yandex.ru
ak.stroev@gmail.com

Based on solving of inverse diffraction problem in physical optics approximation, two- and three-dimensional images synthesis in multiposition radar system is performed. It is shown, that for practical realization of that approach one pack of signals is enough provided its coherent processing.

Key words: radar images synthesis, inverse diffraction problem, multiposition radar system, tomography.



СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 004.422.635.3

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ДЕРЕВЬЕВ РЕШЕНИЙ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧ КЛАССИФИКАЦИИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Т. В. ЗАЙЦЕВА¹
Н. В. ВАСИНА²
О. П. ПУСНАЯ¹
Н. Н. СМОРОДИНА¹

¹⁾ *Белгородский
государственный
национальный
исследовательский
университет*

²⁾ *Тульский государственный
университет*

*e-mail:
zaitseva@bsu.edu.ru
natavasina71@yandex.ru
pusnaya@bsu.edu.ru
smorodina@bsu.edu.ru*

Применение гибридных методов технологии Data Mining позволяет эффективно использовать их при решении задач, которые направлены на автоматический анализ и выявление закономерностей в большом объеме данных.

В статье рассматривается метод деревьев решений с учетом вероятностной неопределенности классификации. Дерево решений строится автоматически в зависимости от статистических данных.

Приведен пример принятия решения о выдаче кредита потребителю.

Ключевые слова: деревья решений, теорема Байеса, принятие решения, классификация, прогнозирование, правила-продукции.

Развитие компьютерных технологий послужило значительному увеличению объема хранимых данных. Что в свою очередь привело к тому, что человеку стало все труднее проанализировать их. Хотя необходимость проведения такого анализа вполне очевидна, ведь в этих «сырых данных» заключены знания, которые могут быть использованы при принятии решений. Поэтому стали развиваться методы, позволяющие проводить автоматический анализ данных.

Data Mining – процесс обнаружения в «сырых» данных ранее неизвестных нетривиальных практически полезных и доступных интерпретации знаний, необходимых для принятия решений в различных сферах человеческой деятельности.

Большинство аналитических методов, используемые в технологии Data Mining – это известные математические алгоритмы и методы. Новым в их применении является возможность их использования при решении тех или иных конкретных проблем, обусловленная появившимися возможностями технических и программных средств.

Задачи интеллектуального анализа данных можно разделить по типу извлекаемой информации: классификация; кластеризация; выявление ассоциаций; выявление последовательностей; прогнозирование. Наиболее часто в экономической практике встречаются задачи классификации и прогнозирования. Одним из старейших и наиболее популярных методов решения данных задач является метод деревьев решений (decision trees).

Преимущества деревьев решений.



1. Интуитивность деревьев решений.
2. Деревья решений дают возможность извлекать правила из базы данных на естественном языке.
3. Алгоритм конструирования дерева решений не требует от пользователя выбора входных атрибутов.
4. Высокая точность создаваемых моделей.
5. Быстрый процесс обучения.
6. Большинство алгоритмов конструирования деревьев решений имеют возможность специальной обработки пропущенных значений.

Рассмотрим задачу определения кредитонадежности заемщика. База данных, на основе которой должно осуществляться прогнозирование, содержит следующие ретроспективные данные о клиентах банка, являющиеся ее атрибутами: возраст, наличие недвижимости, образование, социальное положение, среднемесячный доход, вернул ли клиент вовремя кредит и т.д. В принципе условия выдачи кредита в разных банках являются различными, однако, все вышеперечисленные атрибуты присутствуют в явном или неявном виде. Задача состоит в том, чтобы на основании перечисленных выше данных (кроме последнего атрибута) определить, стоит ли выдавать кредит новому клиенту. Такая задача решается в два этапа: построение классификационной модели и ее использование. На этапе построения модели строится дерево классификации или создается набор неких правил. На этапе использования модели построенное дерево, или путь от его корня к одной из вершин, являющийся набором правил для конкретного клиента, используется для ответа на поставленный вопрос «Выдавать ли кредит?». Правилom является логическая конструкция, представленная в виде «если : то :».

Качество построенного дерева решения весьма зависит от правильного выбора критерия расщепления. Традиционно дерево решений строится, начиная с первого атрибута (то есть в данном примере с возраста), не учитывая характер и силу влияния каждого атрибута. Более эффективным является подход, основанный на учете вероятностной неопределенности классификации. Другими словами, событие, состоящее в установлении соответствия между значениями цепочки атрибутов и определенным классом, является случайным и характеризуется некоторой вероятностью. При использовании нескольких атрибутов в качестве первого атрибута для анализа выбирается тот, который обеспечивает максимальное снижение неопределенности классификации по отношению к исходному множеству (т.е. минимальное значение энтропии).

Согласно предложенной методике построения дерева решений начинает строиться с атрибута, который больше всего уменьшает неопределенность (в рассмотренном примере это факт возврата кредита). Далее по формуле Байеса находятся апостериорные условные вероятности, которые будут использованы для построения правил-продукций.

Далее отдельно рассматриваются те данные, записи которых соответствуют положительному значению рассмотренного атрибута, и данные, записи которых соответствуют отрицательному значению. Аналогично выбирается следующий из критериев расщепления дерева решений и т.д. По полученному дереву решений строится система продукционных правил:

ЕСЛИ ($C_{10} = \text{Да}$) И ($C_5 \leq 5$) И ($C_8 > 200$) И ($C_3 = \text{КД}$), ТО клиент К1 с вероятностью 100%.

ЕСЛИ ($C_{10} = \text{Да}$) И ($C_5 \leq 5$) И ($C_8 > 200$) И ($C_3 = \text{НКД}$), ТО клиент К1 с вероятностью 86%; клиент К2 с вероятностью 14%. И т.д.

Совокупность полученных правил-продукций после небольшой доработки преобразуется в законченную базу знаний и может быть использована в продукционных или гибридных экспертных системах.

Программная поддержка на примере определения кредитонадежности заемщика реализована в идее программных модулей: получения дерева решений по статистическим данным; создания продукционных правил для экспертной системы.

Рассмотрим пользовательский интерфейс прототипа системы «Дерево решений». При запуске программной системы «Дерево решений» на экране монитора появляется диалоговая форма, представленная на рисунке 1.

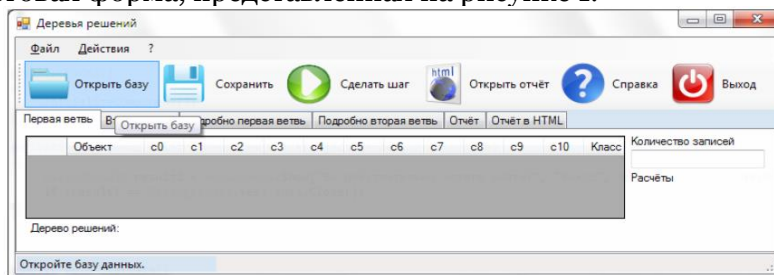


Рис. 1. Интерфейс программы

После загрузки базы данных, программная система принимает вид, отображенный на рисунке 2.

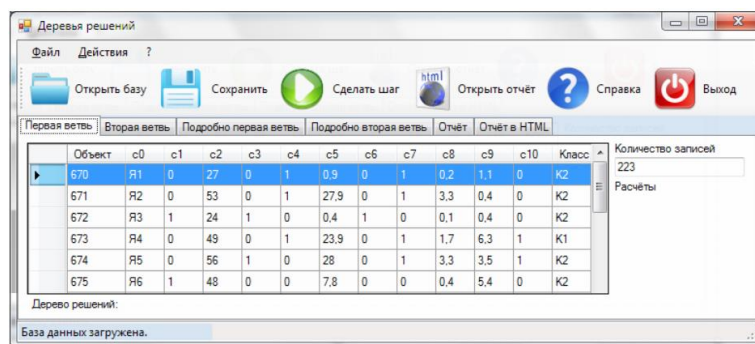


Рис. 2. Открытая база данных

В поле «Количество записей» выдается общее число записей в базе данных. Есть возможность упорядочить данные по одному из полей (атрибутов). Далее выбирая пункт меню или используя кнопку на панели инструментов «Сделать шаг», вычисляем энтропии для каждого атрибута, находим минимальное значение энтропии и ему соответствующий номер атрибута (рисунок 3). Построение дерева решений начнем именно с этого атрибута.

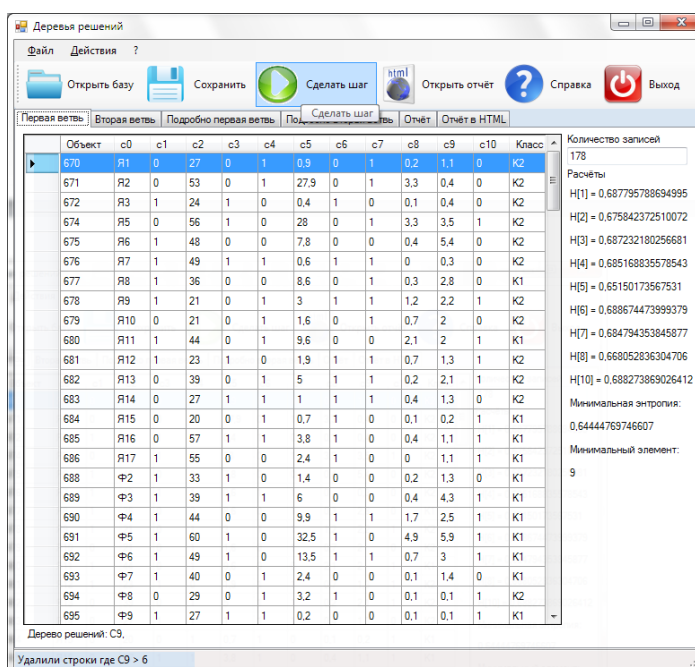


Рис. 3. Первый шаг построения дерева решений

Далее по формуле Байеса находим апостериорные условные вероятности при условии, что атрибут S_9 принял одно из двух значений в данной ветке $S_9 < 6$. Выбираем минимальную энтропию и находим номер атрибута, которому соответствует минимальная энтропия. Вторая ветвь ($S_9 \geq 6$) приводит к готовому продукционному правилу. Построение дерева решений происходит с расчётом всех возможных комбинаций. Во вкладке «Вторая ветвь» выводятся удалённые строки из базы данных, и по ним производится параллельный расчёт. Аналогично первой ветке во второй происходит расчёт энтропии и нахождение минимального элемента. Количественные характеристики, а также энтропии по атрибутам можно посмотреть во вкладке «Первая ветвь подробно» (рис. 4). Подробные расчёты второй ветки дерева можно посмотреть, открыв вкладку «Вторая ветвь подробно».

№ столбца	Число первых	Число первых K1	Число первых K2	Число вторых	Число вторых K1	Число вторых K2	K1	K2
1	96	45	51	82	40	42	85	93
2	66	27	39	112	58	54	85	93
3	85	42	43	93	43	50	85	93
4	96	41	55	82	44	38	85	93
5	115	48	67	63	37	26	85	93
6	82	40	42	96	45	51	85	93
7	81	33	48	97	52	45	85	93
8	141	65	76	37	20	17	85	93
9	177	84	93	1	1	0	85	93
10	90	45	45	88	40	48	85	93

$H(1) = 114/223 * (-60/114 * \ln(60/114) - 54/114 * \ln(54/114)) + 109/223 * (-62/109 * \ln(62/109) - 47/109 * \ln(47/109)) = 0,687795788694995$
 $H(2) = 68/223 * (-29/68 * \ln(29/68) - 39/68 * \ln(39/68)) + 155/223 * (-93/155 * \ln(93/155) - 62/155 * \ln(62/155)) = 0,675842372510072$
 $H(3) = 106/223 * (-61/106 * \ln(61/106) - 45/106 * \ln(45/106)) + 117/223 * (-61/117 * \ln(61/117) - 56/117 * \ln(56/117)) = 0,687232180256681$
 $H(4) = 120/223 * (-61/120 * \ln(61/120) - 59/120 * \ln(59/120)) + 103/223 * (-61/103 * \ln(61/103) - 42/103 * \ln(42/103)) = 0,685168835578543$
 $H(5) = 117/223 * (-49/117 * \ln(49/117) - 68/117 * \ln(68/117)) + 106/223 * (-73/106 * \ln(73/106) - 33/106 * \ln(33/106)) = 0,65150173567531$
 $H(6) = 105/223 * (-57/105 * \ln(57/105) - 48/105 * \ln(48/105)) + 118/223 * (-65/118 * \ln(65/118) - 53/118 * \ln(53/118)) = 0,688674473999379$
 $H(7) = 104/223 * (-52/104 * \ln(52/104) - 52/104 * \ln(52/104)) + 119/223 * (-70/119 * \ln(70/119) - 49/119 * \ln(49/119)) = 0,684794353845877$
 $H(8) = 149/223 * (-71/149 * \ln(71/149) - 78/149 * \ln(78/149)) + 74/223 * (-51/74 * \ln(51/74) - 23/74 * \ln(23/74)) = 0,668052836304706$
 $H(9) = 177/223 * (-84/177 * \ln(84/177) - 93/177 * \ln(93/177)) + 46/223 * (-38/46 * \ln(38/46) - 8/46 * \ln(8/46)) = 0,64444769746607$
 $H(10) = 114/223 * (-64/114 * \ln(64/114) - 50/114 * \ln(50/114)) + 109/223 * (-58/109 * \ln(58/109) - 51/109 * \ln(51/109)) = 0,688273869026412$

Удалили строки где $S_9 > 6$

Рис. 4. Подробные расчёты энтропии первой ветки дерева

Ветвь с $S_9 < 6$ разбиваем на подмножества по следующему выбранному атрибуту. Критерием выбора атрибута, по которому должно пойти разбиение соответствующего подмножества, является минимальная энтропия. Далее шаги повторяются до тех пор, пока не получим вершину, для которой апостериорная вероятность принадлежности объекта к определенному классу равна единице. На последнем шаге можно увидеть атрибуты, влияющие на построение дерева решений, их порядок и значения энтропии. После выполнения последнего шага можно посмотреть готовое дерево решений либо в приложении на вкладке «Отчёт», либо во внешнем браузере, выбрав пункт меню «Открыть отчёт». Результаты построения дерева показаны на рис. 5. Для проверки работоспособности и эффективности разработанного алгоритма было проведено сравнение результатов классификации с использованием разных алгоритмов.

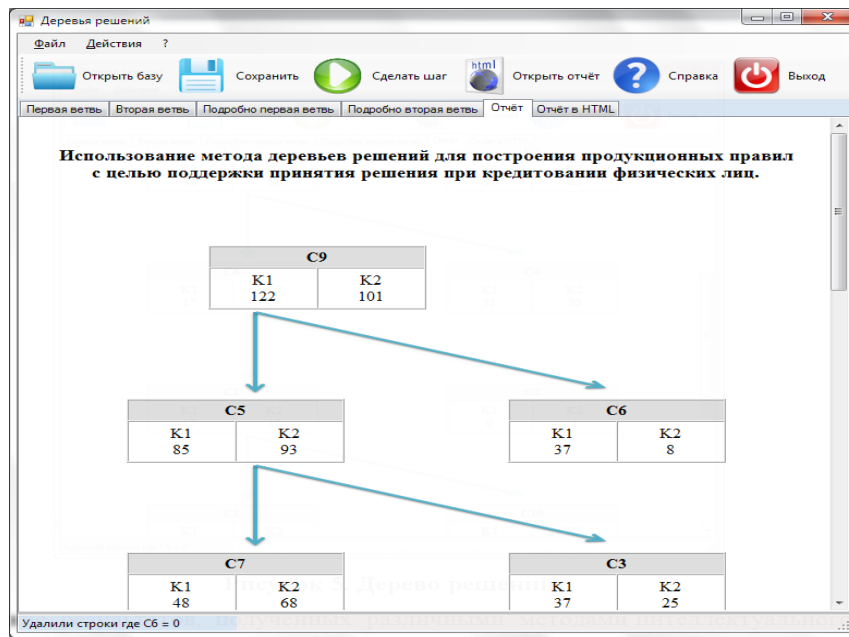


Рис. 5. Дерево решений

После построения дерева решений можно формировать продукционные правила. Выбирая пункт меню «Сформировать правила» (рис. 6), формируем продукционные правила вида IF () AND () AND () ... AND () THEN (). Сформированные правила автоматически сохраняются в текстовом формате (рис. 7).

	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	Класс			
	1	0.6	1	1	0	0.3	0	0	K2			
813	C9	1	60	1	0	2.8	1	1	0.3	0.3	1	K2
871	D3	1	56	1	0	4.2	1	1	0.4	0.7	1	K2
872	D4	1	42	1	1	1.8	0	1	0.1	0.1	0	K2
884	D16	1	54	1	0	0.4	0	1	0	0.1	1	K2

Количество записей: 7
 Расчёты:
 H[4] = 0.333601615692125
 H[6] = 0.389523741052341
 H[10] = 0.389523741052341
 Минимальная энтропия:

Рис. 6. Формирование продукционных правил

```

20_05.txt - Блокнот
ИФ C9<6 AND C5<5 AND C7=1 AND C8<1 AND C1=1 AND C2>30 AND
C3=1 AND C4=1 THEN Выдать кредит FS87
ИФ C9<6 AND C5<5 AND C7=1 AND C8<1 AND C1=1 AND C2>30 AND
C3=1 AND C4=0 THEN Выдать кредит FS63
ИФ C9<6 AND C5<5 AND C7=1 AND C8<1 AND C1=1 AND C2>30 AND
C3=0 THEN Выдать кредит FS57
ИФ C9<6 AND C5<5 AND C7=1 AND C8<1 AND C1=1 AND C2<30
THEN Не выдать кредит FS43
ИФ C9<6 AND C5<5 AND C7=1 AND C8<1 AND C1=0 THEN Не
выдать кредит FS63
ИФ C9<6 AND C5<5 AND C7=1 AND C8>1 THEN Не выдать кредит
FS73
ИФ C9<6 AND C5<5 AND C7=0 THEN Не выдать кредит FS78
ИФ C9<6 AND C5>5 THEN Не выдать кредит FS84
ИФ C9>6 THEN Не выдать кредит FS100
  
```

Рис. 7. Текстовый файл со сформированными правилами



Сравнение результатов, полученных различными методами интеллектуального анализа данных, и с применением предлагаемого алгоритма проводилось на примере базы данных одного из региональных банков за 2006-2010 года (бралась выборка в размере 140 записей за каждый год). Все записи в базе данных (отдельно по годам и в целом за 5 лет) были разбиты на две группы:

- обучающая;
- тестовая.

Следует отметить, что анализ данных показал влияние человеческого фактора при принятии решения о выдаче кредита. В базе данных из 700 записей было отмечено 96, когда было принято неправильное решение:

- 83 записи о выданных кредитах, которые в последствии не были возвращены;
- 13 записей о не выданных кредитах заемщикам, которые удовлетворяют всем критериям для выдачи.

То есть работники в среднем ошибаются в 14 случаях из 100 при принятии решений.

Сравнивались результаты, полученные следующими методами:

- 1) предлагаемая модель;
- 2) нейронная сеть на примере программы Neural Network Wizard;
- 3) линейная регрессия (Microsoft Linear Regression) пакета Microsoft SQL Server 2005;
- 4) решающие деревья (Sipina с алгоритмом C4.5).

Полученные результаты по процентам ошибок по годам, в целом за 5 лет и в среднем за 5 лет приведены в таблице.

Предлагаемая модель в среднем выдает 7-8 неправильных рекомендаций из 140 за год по вопросу выдачи кредитов. При этом, как показал анализ, 4-6 рекомендаций относятся к упущенной выгоде банка (программа рекомендует не выдавать кредит благонадежному заемщику) и только 2-3 рекомендации можно отнести к потери банком собственных денежных средств (программа рекомендует выдавать кредит, при этом он не был возвращен). При рассмотрении дерева решений с количеством ветвей больше двух процент ошибок возрастает незначительно, максимальная ошибка составила 7,2%.

Таблица

Процент ошибок для различных методов

Методы	По годам, %					За 5 лет	Среднее за 5 лет
	2006	2007	2008	2009	2010		
Предлагаемая модель	5	4,6	5,5	4,9	5,8	5,2	5,2
Нейронные сети	14	13,1	13,3	12,9	14,9	13,7	13,64
Нейронные сети (с предобработкой)	4,7	4,3	4,8	5,1	5,7	5	4,92
Линейная регрессия	18,5	17	23	19,8	22,5	35,2	20,16
Решающие деревья	13,4	16	13,8	15,6	14,2	15,6	14,6
Решения, принятые работниками банка	14,3	12,9	13,6	12,9	15	13,7	13,74

При этом никакой дополнительной предобработки данных не производилось, все результаты были получены полностью в автоматическом режиме. Результаты, полученные с помощью нейронной сети, оказались очень близкими к решениям, которые принимали работники банка (проценты ошибок сопоставимы).

После проведения предобработки данных (были удалены все записи с неправильно принятыми решениями сотрудниками банка) нейронные сети показали очень хороший результат. Процент ошибок в этом случае был сопоставим с процентом ошибок по предлагаемой модели. Однако, для получения такого результата необходимо проводить предварительную обработку базы данных с удалением части записей, что потребует дополнительных временных затрат или создание дополнительного программного модуля отбора данных.

Результаты, полученные с помощью пакета Microsoft SQL Server 2005 (линейная регрессия), являются неоднозначными. Если рассматривать отдельно каждый год, то про-



цент ошибки не превышает 23%, а при рассмотрении данных за 5 лет процент ошибки вырастает до 35%. Это связано с особенностями данного метода – автоматическим выбором наиболее значимых результатов. Если при рассмотрении по годам значимыми критериями являлись 7-8 (при этом в различные годы значимыми оказывались различные критерии), то при рассмотрении данных за 5 лет значимыми критериями остались только 5 из 10 рассматриваемых. То есть данный метод можно использовать в течение небольшого временного периода (1-2 года) для предварительной оценки. Кроме того, полученные результаты, представленные в графическом виде, являются сложными для восприятия и понимания без хороших знаний статистических пакетов. Результаты, полученные с помощью алгоритма С4.5, показали среднюю величину ошибки в 15%.

Это достаточно хороший результат в случае предварительного анализа данных. Однако, при построении деревьев с количеством ветвей больше двух, процент ошибок возрастает значительно.

Преимуществами разработанного алгоритма являются:

- 1) быстрый процесс обучения;
- 2) генерация правил в областях, где эксперту трудно формализовать свои знания;
- 3) извлечение правил на естественном языке;
- 4) понятная на интуитивном уровне классификационная модель;
- 5) высокая точность прогноза, сопоставимая с другими методами (статистика, нейронные сети)

В заключение следует отметить, что использование вариационных алгоритмов в задачах классификации является весьма актуальным в связи с постоянным ростом вычислительной мощности компьютеров. Такого рода алгоритмы позволяют добиться хороших (адекватных) результатов. Но в связи с большой долей эвристики исследование их свойств сильно затрудняется. Таким образом, имеет смысл продолжать исследования в данном направлении и создавать новые алгоритмы, использующие вариационный принцип, которые будут более универсальными и адекватными.

Литература

1. Зайцева Т.В., Игрунова С.В., Путивцева Н.П., Пусная О.П., Манзуланич М.Ю. Компьютерная технология генерации правил для гибридных продукционно–фреймовых экспертных систем // Вопросы радиоэлектроники. Серия Электронная вычислительная техника. 2011. Вып. 1. С. 105–115.
2. Зайцева Т.В., Нестерова Е.В, Игрунова С.В., Пусная О.П., Путивцева Н.П., Смородина Н.Н. Байесовская стратегия оценки достоверности выводов // Научные ведомости БелГУ Серия История. Политология. Экономика. Информатика. Белгород: Изд-во БелГУ. 2012. №13(132). Выпуск 23/1. – С. 180-183.
3. Зайцева Т.В., Устинов Р.М., Пусная О.П. Компьютерная реализация алгоритма обработки статистических данных с учетом вероятностной неопределенности классификации // Вопросы радиоэлектроники. Серия Электронная вычислительная техника. 2012. Вып. 12. – С. 119-130.

SOFTWARE IMPLEMENTATION METHOD OF DECISION TREE FOR A PARTICULAR PURPOSE OF CLASSIFICATION AND PREDICTION

T. V. ZAITSEVA¹
N. V. VASINA²
O. P. PUSNAYA¹
N. N. SMORODINA¹

¹Belgorod National
 Research University
²Tula State University

e-mail:
 zaitseva@bsu.edu.ru
 natavasina71@yandex.ru
 pusnaya@bsu.edu.ru
 smorodina@bsu.edu.ru

The use of hybrid methods of Data Mining technology can effectively use them to solve problems that are aimed at carrying out the automatic analysis and identification of patterns in large data.

The article discusses a method of decision trees based probabilistic uncertainty classification. A decision tree is built automatically based on statistical data.

The article is an example of the decision to grant credit to consumers.

Keywords: decision trees, Bayes' theorem, decision making, classification, forecasting, rules-products.



АНАЛИЗ СИНТАКСИЧЕСКИХ ДИАГРАММ И СИНТЕЗ ПРОГРАММ-РАСПОЗНАВАТЕЛЕЙ ЛИНЕЙНОЙ СЛОЖНОСТИ

Ю. Д. РЯЗАНОВ
М. Н. СЕВАЛЬНЕВА

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

e-mail:
Ryazanov.iurij@yandex.ru

Рассматриваются вопросы использования синтаксических диаграмм для автоматизации проектирования трансляторов. Определен класс детерминированных синтаксических диаграмм, разработан алгоритм анализа табличного представления синтаксической диаграммы с целью определения ее принадлежности классу детерминированных диаграмм и алгоритм синтеза программы-распознавателя линейной сложности.

Ключевые слова: транслятор, детерминированная синтаксическая диаграмма, множество выбора, программа-распознаватель.

Введение. Одним из удобных способов описания формальных языков является синтаксическая диаграмма (СД). Этот графический, оперирующий образами способ ориентирован на человека и в основном применялся в руководствах по языкам программирования [1]. Сейчас известны примеры использования СД при инженерном, ручном проектировании трансляторов [2–6]. В системах автоматизированного построения трансляторов [7–10] СД не применяются. Как правило, спецификация транслятора в этих системах представляется в нотации РБНФ, выполняется классическое проектирование транслятора [11] и его реализация с использованием алгоритмов линейной сложности, если это позволяет исходная РБНФ, либо с использованием универсальных алгоритмов более высокой сложности, таких как GLR, GLL или алгоритмов с возвратами.

Здесь дается формальное определение СД, позволяющее использовать табличное представление СД, удобное для автоматической обработки, определяется класс детерминированных СД, которые можно преобразовать в программы линейной сложности, предлагаются алгоритмы анализа таблиц СД с целью определения принадлежности СД классу детерминированных СД и алгоритм преобразования таблиц детерминированных СД в программу-распознаватель линейной сложности.

Табличный способ представления СД и предложенные алгоритмы ориентированы на их использование в системах автоматизированного проектирования трансляторов.

Определение синтаксической диаграммы. Синтаксическую диаграмму будем задавать четверкой $D = (T, N, S, G)$, где T — конечное множество терминалов; N — конечное множество нетерминалов; $S \in N$ — начальный нетерминал; $G = (V, E)$ — ориентированный граф, где

$$V = V_T \cup V_N \cup V_u \cup V_{\text{вход}} \cup V_{\text{выход}}, \text{ где}$$

$V_{\text{вход}}$ — множество точек входа, $|V_{\text{вход}}| = |N|$;

V_T — множество терминальных вершин;

V_N — множество нетерминальных вершин;

V_u — конечное множество узлов;

$V_{\text{выход}}$ — множество точек выхода, $|V_{\text{выход}}| = |N|$;

$$E = E_1 \cup E_2 \cup E_3 \cup E_4 \cup E_5, \text{ где}$$

$E_1 \subseteq \{(a, b) \mid a \in V_{\text{вход}}, b \in V_u\}$ — множество входных дуг;

$E_2 \subseteq \{(a, b) \mid a \in V_u, b \in V_{\text{выход}}\}$ — множество выходных дуг;

$E_3 \subseteq \{(a, b) \mid a \in V_u, b \in V_T \cup V_N\}$ — множество дуг, выходящих из узлов;

$E_4 \subseteq \{(a, b) \mid a \in V_T \cup V_N, b \in V_u\}$ — множество дуг, входящих в узлы;

$E_5 \subseteq \{(a, b) \mid a \in V_u, b \in V_u\}$ — множество ε -дуг, соединяющих узлы.



Каждому нетерминалу соответствует связанная компонента графа. Компонента именуется соответствующим нетерминалом, имеет только одну точку входа и одну точку выхода и конечное множество вершин других типов. Точки входа и выхода на диаграмме компоненты не изображаются. Нетерминальная вершина изображается прямоугольником, в который вписан терминальный символ. Узел изображается на диаграмме жирной точкой. В точку входа не входит ни одна дуга и выходит конечное множество дуг (входные дуги компоненты). Узлы, в которые входят входные дуги, называются начальными. Из точки выхода не выходит ни одна дуга и входит конечное множество дуг (выходные дуги компоненты). Узлы, из которых выходят выходные дуги, называются заключительными. Каждая дуга, за исключением входных и выходных дуг, может выходить из узла и входить в терминальную или нетерминальную вершину или другой узел, либо выходить из терминальной или нетерминальной вершины и входить в узел. В каждую терминальную и нетерминальную вершину входит только одна дуга и выходит только одна дуга. На количество дуг, входящих в узлы и выходящих из них, ограничений нет. На рис. 1 приведен пример синтаксической диаграммы.

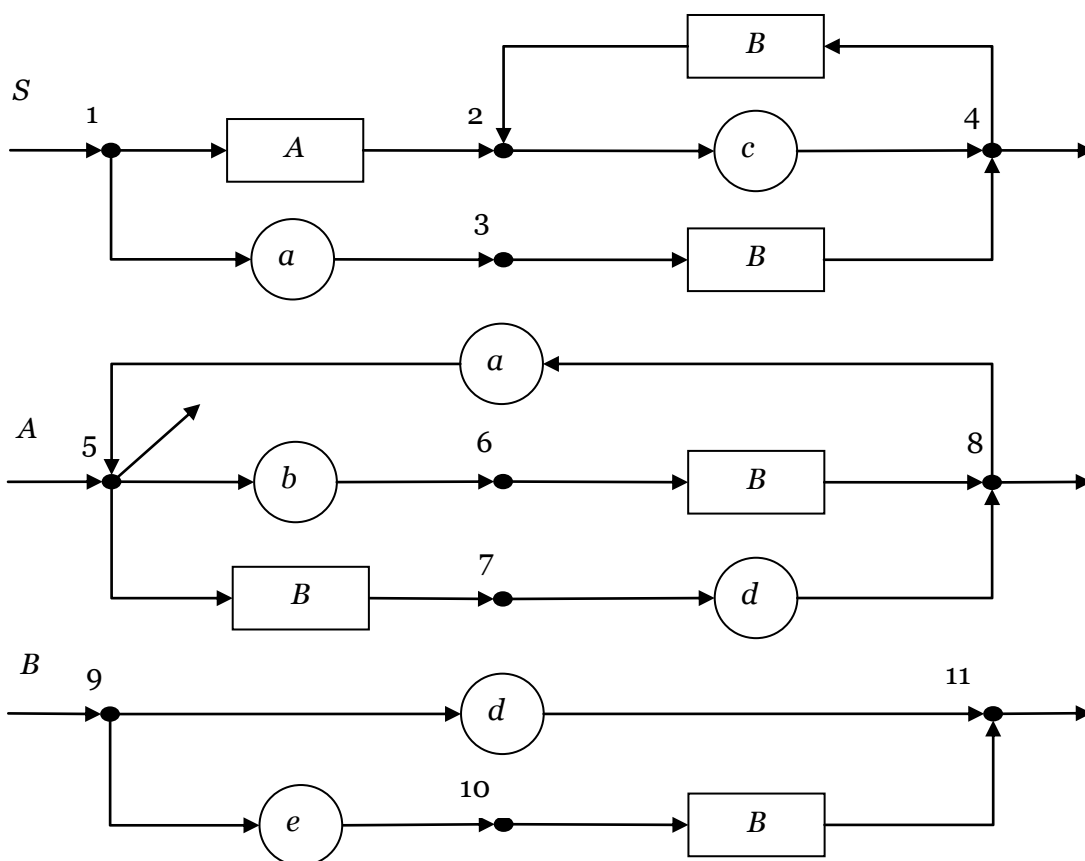


Рис. 1. Синтаксическая диаграмма

Таблицы синтаксических диаграмм. Синтаксическую диаграмму D можно представить множеством таблиц T , по одной для каждой компоненты.

Определим функцию $R : U \rightarrow \{1, 2, \dots, |V_u|\}$ разметки узлов, которая каждому узлу синтаксической диаграммы ставит во взаимнооднозначное соответствие элемент из множества $\{1, 2, \dots, |V_u|\}$.

Компоненту A синтаксической диаграммы будем представлять одноименной таблицей A , содержащей m строк и n столбцов, где n — количество узлов в компоненте A , $m = |T| + |N| + 1$. Столбцы таблицы соответствуют узлам и отмечаются метками в соответствии с функцией R . Столбцы, соответствующие начальным узлам, отмечаются

стрелочками. Столбцы, соответствующие заключительным узлам, отмечаются символом 1. Строки отмечаются терминалами, нетерминалами и символом ε . Каждый элемент таблицы содержит некоторое, возможно пустое, множество меток.

Пустая таблица A заполняется по следующим правилам. Если в диаграмме компоненты из узла с меткой i существует путь в узел с меткой j , проходящий только через одну терминальную вершину с терминалом $a \in T$, то в элемент таблицы $A_{a,i}$ добавляем метку j . Если из узла с меткой i существует путь в узел с меткой j , проходящий только через одну нетерминальную вершину с нетерминалом $B \in N$, то в элемент таблицы $A_{B,i}$ добавляем метку j . Если существует ε -дуга из узла i в узел j , то в элемент таблицы $A_{\varepsilon,i}$ добавляем метку j . Синтаксическая диаграмма (см. рис. 1) в табличной форме представлена в табл. 1.

Таблица 1

Табличное представление синтаксической диаграммы

S	↓			1
	1	2	3	4
a	3			
b				
c		4		
d				
e				
S				
A	2			
B			4	2

A	↓ 1			1
	5	6	7	8
a				5
b	6			
c				
d			8	
e				
S				
A				
B	7	8		

B	↓		1
	9	10	11
a			
b			
c			
d	11		
e	10		
S			
A			
B		11	

Вывод в синтаксической диаграмме. Пусть в компоненте A синтаксической диаграммы существует путь l от точки входа до точки выхода. Если начать движение по этому пути и, проходя через терминальную или нетерминальную вершину, переписывать символ из вершины в некоторую изначально пустую цепочку α , то по окончании движения, когда придем в точку выхода, будет сформирована цепочка α , соответствующая пути l . Если путь l от точки входа до точки выхода не проходит ни через одну терминальную или нетерминальную вершину, то цепочка α пустая.

Пусть L_A — множество всех путей от точки входа до точки выхода в компоненте A . Определим функцию $F : L_A \rightarrow \alpha_A$, которая каждому пути $l \in L_A$ ставит в соответствие цепочку α по описанному выше правилу.

Выводимые в СД цепочки определим следующим образом:

- 1) цепочка S — выводимая, где S — начальный нетерминал;
- 2) если цепочка $\gamma A \beta$ выводимая, где γ и β — цепочки, состоящие из терминалов и нетерминалов, возможно пустые, а A — нетерминал, и некоторая цепочка $\alpha \in \alpha_A$, то цепочка $\gamma \alpha \beta$ выводимая. Цепочка $\gamma \alpha \beta$ получается из цепочки $\gamma A \beta$ путем замены нетерминала A на цепочку $\alpha \in \alpha_A$.

Будем говорить, что цепочка $\gamma \alpha \beta$ непосредственно выводится из $\gamma A \beta$ и записывать $\gamma A \beta \Rightarrow \gamma \alpha \beta$. Выводимая в СД цепочка, содержащая хотя бы один нетерминал, называется промежуточной, а цепочка, не содержащая нетерминалов — терминальной.

Выводом в СД называется последовательность замен нетерминалов A в промежуточных цепочках на цепочки $\alpha \in \alpha_A$. Вывод заканчивается получением терминальной цепочки. Терминальная цепочка принадлежит языку, заданному синтаксической диаграммой.

Если на каждом шаге вывода заменяется самый левый нетерминал в промежуточной цепочке, то вывод называется левым.



Псевдодетерминированные синтаксические диаграммы. СД назовем псевдодетерминированной, если все ее компоненты псевдодетерминированные.

Компоненту СД назовем псевдодетерминированной, если:

- 1) содержит только один начальный узел;
- 2) не имеет ε -дуг;
- 3) все ее узлы — псевдодетерминированные.

Узел u компоненты A синтаксической диаграммы назовем псевдодетерминированным, если любые две дуги, выходящие из узла u , входят в вершины, содержащие различные символы.

Отличительной особенностью таблицы A псевдодетерминированной компоненты является следующее:

- 1) имеет только один начальный узел;
- 2) все элементы в строке ε — пустые;
- 3) в остальных строках таблицы элементы либо пустые, либо одноэлементные множества.

Любую СД можно преобразовать в эквивалентную ей псевдодетерминированную диаграмму [12].

Детерминированные синтаксические диаграммы. СД назовем детерминированной, если все ее компоненты — детерминированные.

Компоненту СД назовем детерминированной, если она псевдодетерминированная и каждый ее узел детерминированный.

Узел u назовем детерминированным, если множества выбора (определяется ниже) любых двух дуг, выходящих из узла u , не пересекаются. Отметим, что дуги, выходящие из заключительного узла псевдодетерминированной компоненты СД, могут идти в терминальную, нетерминальную вершину или в точку выхода.

Процесс левого вывода терминальной цепочки в СД можно представить как «движение» по дугам от точки входа начальной компоненты к ее точке выхода. При этом если дуга идет в терминальную вершину, то вписанный в нее символ добавляем в терминальную цепочку, если дуга идет в нетерминальную вершину, то переходим в соответствующую компоненту и движемся по ней аналогичным образом до точки выхода, после чего возвращаемся в предыдущую компоненту и продолжаем движение. После прохождения выходной дуги начальной компоненты в терминальную цепочку добавляем концевой маркер и вывод заканчивается.

Символ x , который может быть добавлен в терминальную цепочку непосредственно после прохождения дуги e , принадлежит множеству выбора дуги e ($x \in \text{ВЫБОР}(e)$).

Для нахождения множества выбора дуг СД определим множества первых и следующих для нетерминалов.

Множество первых для нетерминала X ($\text{ПЕРВ}(X)$) содержит в себе все те терминалы, с которых начинаются терминальные цепочки, выводимые из нетерминала X . Если из нетерминала X выводится пустая цепочка, то символ ε принадлежит множеству $\text{ПЕРВ}(X)$.

Алгоритм формирования множеств ПЕРВ для каждого нетерминала СД.

Вход: множество таблиц СД.

Выход: $\text{ПЕРВ}(X)$ — множество первых для каждого нетерминала X СД.

1. Для всех нетерминалов X выполнить $\text{ПЕРВ}(X) := \emptyset$.
2. Для всех нетерминалов X выполнить процедуру $\text{ПервУзла}(u)$, где u — начальный узел компоненты X .
3. Повторять п.2, пока множества $\text{ПЕРВ}(X)$ изменяются.
4. Конец алгоритма.

Алгоритм процедуры ПервУзла(u).

Вход: u — узел обрабатываемой компоненты X .

Глобальные параметры:

X — таблица обрабатываемой компоненты X ;

ПЕРВ — массив множеств ПЕРВ каждого нетерминала.



1. Если u — заключительный узел, то $\text{ПЕРВ}(X) := \text{ПЕРВ}(X) \cup \{\varepsilon\}$.
2. Для всех дуг (u, x) , выходящих из узла u выполнить:
 - 2.1. Если x — терминал, то $\text{ПЕРВ}(X) := \text{ПЕРВ}(X) \cup \{x\}$.
 - 2.2. Если x — нетерминал, то $\text{ПЕРВ}(X) := \text{ПЕРВ}(X) \cup (\text{ПЕРВ}(x) \setminus \{\varepsilon\})$ и если $\varepsilon \in \text{ПЕРВ}(x)$, то выполнить процедуру $\text{ПервУзла}(X_{x,u})$, т. е. процедуру ПервУзла для узла, в который идет дуга из вершины с нетерминалом x .
3. Конец алгоритма.

Множество следующих для нетерминала X ($\text{СЛЕД}(X)$) включает в себя те терминалы, которые могут появиться в какой-либо промежуточной цепочке вывода непосредственно после нетерминала X . Так как любая цепочка заканчивается конечным маркером, а вывод начинается с цепочки, содержащей только начальный нетерминал, то множество следующих для начального нетерминала содержит конечный маркер (\dagger).

Алгоритм формирования множеств СЛЕД для каждого нетерминала СД.

Вход: множество таблиц СД.

Выход: $\text{СЛЕД}(X)$ — множество следующих для каждого нетерминала X СД.

1. Для начального нетерминала S $\text{СЛЕД}(S) := \{\dagger\}$, для всех остальных нетерминалов X выполнить $\text{СЛЕД}(X) := \emptyset$.
2. Для всех нетерминалов X выполнить:

для каждого узла u , в который идет дуга из вершины с нетерминалом X (определяется непустыми элементами в строке X таблиц СД), выполнить процедуру $\text{СледУзла}(u)$.
3. Повторять п.2, пока множества $\text{СЛЕД}(X)$ изменяются.
4. Конец алгоритма.

Алгоритм процедуры СледУзла(u).

Вход: u — обрабатываемый узел.

Глобальные параметры:

A — таблица компоненты A , которой принадлежит узел u ;

X — нетерминал, для которого формируется множество СЛЕД;

СЛЕД — массив множеств СЛЕД каждого нетерминала.

1. Если u — заключительный узел компоненты A , то $\text{СЛЕД}(X) := \text{СЛЕД}(X) \cup \text{СЛЕД}(A)$.
2. Для всех дуг (u, x) , выходящих из узла u в вершину с символом x выполнить:
 - 2.1. Если x — терминал, то $\text{СЛЕД}(X) := \text{СЛЕД}(X) \cup \{x\}$.
 - 2.2. Если x — нетерминал, то $\text{СЛЕД}(X) := \text{СЛЕД}(X) \cup (\text{ПЕРВ}(x) \setminus \{\varepsilon\})$ и если $\varepsilon \in \text{ПЕРВ}(x)$, то выполнить процедуру $\text{СледУзла}(A_{x,u})$, т. е. процедуру СледУзла для узла, в который идет дуга из вершины с нетерминалом x .
3. Конец алгоритма.

Применяя эти алгоритмы к СД, представленной на рис. 1, получим множества ПЕРВ и СЛЕД для каждой компоненты, представленные в табл. 2.

Таблица 2

Множества ПЕРВ и СЛЕД

	ПЕРВ	СЛЕД
S	$\{a, b, c, d, e\}$	$\{\dagger\}$
A	$\{b, d, e\}$	$\{c\}$
B	$\{d, e\}$	$\{a, c, d, \dagger\}$

Множество выбора для дуги (u, x) ($\text{ВЫБОР}(u, x)$) компоненты A определяется следующим образом:

- 1) если x — терминал, то $\text{ВЫБОР}(u, x) := \{x\}$;
- 2) если x — нетерминал, то $\text{ВЫБОР}(u, x) := \text{ВЫБОР}(u, x) \cup (\text{ПЕРВ}(x) \setminus \{\varepsilon\})$ и если $\varepsilon \in \text{ПЕРВ}(x)$, то выполнить процедуру $\text{ВыборУзла}(A_{x,u})$;
- 3) если u — заключительный узел и $x = \text{выход}$ (дуга (u, x) — выходная), то $\text{ВЫБОР}(u, x) := \text{СЛЕД}(A)$.

Алгоритм процедуры ВыборУзла(u).



Вход: y — обрабатываемый узел.

Глобальные параметры:

A — таблица компоненты A , которой принадлежит узел u ;

$\text{ВЫБОР}(u, x)$ — множество выбора для дуги (u, x) .

1. Если y — заключительный узел компоненты A , то

$$\text{ВЫБОР}(u, x) := \text{ВЫБОР}(u, x) \cup \text{СЛЕД}(A).$$

2. Для всех дуг (y, z) , выходящих из узла y в вершину с символом z выполнить:

2.1. Если z — терминал, то $\text{СЛЕД}(X) := \text{СЛЕД}(X) \cup \{z\}$.

2.2. Если z — нетерминал, то $\text{ВЫБОР}(u, x) := \text{ВЫБОР}(u, x) \cup (\text{ПЕРВ}(z) \setminus \{\varepsilon\})$ и если $\varepsilon \in \text{ПЕРВ}(z)$, то выполнить процедуру $\text{ВыборУзла}(A_{z,y})$, т. е. процедуру ВыборУзла для узла, в который идет дуга из вершины с нетерминалом z .

3. Конец алгоритма.

Результат применения алгоритма нахождения множеств выбора для дуг компонент СД (см. рис. 1), представлен в табл. 3.

Для определения детерминированности узла необходимо просмотреть соответствующий столбец в таблице и убедиться, что множества, записанные в любой паре ячеек этого столбца, не пересекаются. Анализируя столбцы таблиц каждой компоненты, видим, что все узлы детерминированные. Таким образом, синтаксическая диаграмма, представленная на рис. 1, принадлежит классу детерминированных диаграмм.

Таблица 3

Множества выбора для дуг синтаксической диаграммы

S	↓			1
	1	2	3	4
a	a			
b				
c		c		
d				
e				
S				
A	b,c,d,e			
B			d,e	d,e
ВЫХОД				⊥

A	↓ 1			1
	5	6	7	8
a				a
b	b			
c				
d			d	
e				
S				
A				
B	d,e	d,e		
ВЫХОД	3			3

B	↓		1
	9	10	11
a			
b			
c			
d	d		
e	e		
S			
A			
B		d,e	
ВЫХОД			a,c,d,⊥

Синтез программ-распознавателей по таблицам детерминированных синтаксических диаграмм. Не ориентируясь на конкретный язык программирования, будем представлять программу-распознаватель на псевдокоде. Дадим краткое неформальное описание элементов и команд псевдокода:

- 1) *читать(x)* — чтение очередного символа входной цепочки в переменную x ;
- 2) *Программа* и *Конец программы* — начало и конец основной программы;
- 3) *Подпрограмма A* и *Конец A* — начало и конец подпрограммы, соответствующей компоненте A ;
- 4) *Вызов A* — обращение к подпрограмме, соответствующей компоненте A ;
- 5) *выход* — выход из подпрограммы;
- 6) 1, 2, 3 ... — метки, соответствующие узлам СД;
- 7) операции отношения: $x=t$ и $x \in \{a, b, c\}$, где x — переменная, хранящая обрабатываемый символ входной цепочки; t — терминал или концевой маркер (\perp); $\{a, b, c\}$ — множество терминалов;
- 8) *если <отношение> то <Оператор1> иначе <Оператор2>* — условный оператор, где $\langle \text{Оператор1} \rangle$ может представлять собой один из четырех вариантов: — *читать(x)*, *переход на <метка>*;



- *Вызов A, переход на <метка>;*
- *выход;*
- *Допустить;*
- <Оператор2> – *условный оператор или Отвергнуть, конец.*

Программа-распознаватель представляет собой множество подпрограмм, соответствующих компонентам СД, и основную программу, в которой читается первый символ входной цепочки и вызывается подпрограмма, соответствующая начальному нетерминалу. Если после выхода из этой подпрограммы анализируемый символ входной цепочки представляет собой концевой маркер, то цепочка допускается, иначе — отвергается.

Текст основной программы-распознавателя для распознавания цепочек языка, заданного СД (см. рис. 1 и табл. 1) представлен ниже на псевдокоде:

Программа

читать (x);

Вызов S;

если $x = \downarrow$ то Допустить иначе Отвергнуть

Конец программы.

Подпрограмма, соответствующая компоненте A СД, представляет собой последовательность фрагментов кода, описывающих узлы компоненты. Каждому узлу соответствует фрагмент кода, который отмечен одноименной меткой и представляет собой последовательность описаний дуг, выходящих из узла. Дуга описывается условным оператором, в котором определяется принадлежность обрабатываемого символа множеству выбора дуги. Если символ принадлежит множеству выбора и дуга идет в терминальную вершину, то читается следующий символ входной цепочки и выполняется переход на метку, соответствующую узлу, в который идет дуга из терминальной вершины. Если символ принадлежит множеству выбора и дуга идет в нетерминальную вершину, то вызывается подпрограмма, соответствующая нетерминалу, записанному в вершине, и, после выхода из нее, выполняется переход на метку, соответствующую узлу, в который идет дуга из нетерминальной вершины. Если символ не принадлежит множеству выбора и дуга не последняя, то описывается следующая дуга, выходящая из рассматриваемого узла, а если дуга последняя, то цепочка отвергается. Выходная дуга заключительного узла, идущая в точку выхода, описывается последней. Если символ принадлежит множеству выбора, то происходит выход из подпрограммы, иначе цепочка отвергается.

Текст подпрограмм, соответствующих компонентам СД (см. рис. 1, табл. 1 и 3) представлен ниже на псевдокоде:

Подпрограмма S

1: если $x = a$ то читать (x), переход на 3 иначе

если $x \in \{b, c, d, e\}$ то Вызов A, переход на 2 иначе Отвергнуть, конец.

2: если $x = c$ то читать (x), переход на 4 иначе Отвергнуть, конец.

3: если $x \in \{d, e\}$ то Вызов B, переход на 4 иначе Отвергнуть, конец.

4: если $x \in \{d, e\}$ то Вызов B, переход на 2 иначе

если $x \in \{\downarrow\}$ то выход иначе Отвергнуть, конец.

Конец S

Подпрограмма A

5: если $x = b$ то читать (x), переход на 6 иначе

если $x \in \{d, e\}$ то Вызов B, переход на 7 иначе

если $x \in \{c\}$ то выход иначе Отвергнуть, конец.

6: если $x \in \{d, e\}$ то Вызов B, переход на 8 иначе Отвергнуть, конец.

7: если $x = d$ то читать (x), переход на 8 иначе Отвергнуть, конец.

8: если $x = a$ то читать (x), переход на 5 иначе

если $x \in \{c\}$ то выход иначе Отвергнуть, конец.

Конец A

Подпрограмма B

9: если $x = d$ то читать (x), переход на 11 иначе



- если $x = e$ то читать (x), переход на 10 иначе Отвергнуть, конец.
10: если $x \in \{d, e\}$ то Вызов B , переход на 11 иначе Отвергнуть, конец.
11: если $x \in \{a, c, d, \downarrow\}$ то выход иначе Отвергнуть, конец.

Конец B

Текст основной программы-распознавателя не зависит от СД, поэтому алгоритм его формирования тривиален.

Алгоритм синтеза подпрограмм, соответствующих компонентам СД следующий: для всех компонент СД сформировать подпрограмму, используя процедуру Синтез-Подпрограммы.

Алгоритм процедуры СинтезПодпрограммы(A, MV).

Вход: A — таблица компоненты A ;

MV — таблица, хранящая множества выбора дуг, выходящих из узлов компоненты A .

Выход: текст подпрограммы, соответствующий компоненте A .

1. Выдать «Подпрограмма A »

2. Для всех узлов u компоненты A (столбцов таблицы A) выполнить:

2.1. Выдать метку, соответствующую узлу u .

2.2. Для всех строк-терминалов t выполнить:

если $A_{t,u} \neq \emptyset$, то выдать «если $x = t$ то читать (x), переход на t иначе», где $t = A_{t,u}$.

2.3. Для всех строк-нетерминалов Y выполнить:

если $A_{Y,u} \neq \emptyset$, то выдать «если $x \in MV_{Y,u}$ то Вызов Y , переход на t иначе», где $t = A_{Y,u}$.

2.4. Если $A_{\text{выход},u} \neq \emptyset$, то выдать «если $x \in MV_{\text{выход},u}$ то выход иначе».

2.5. Выдать «Отвергнуть, конец.».

3. Выдать «Конец A ».

Заключение. В статье определен класс детерминированных синтаксических диаграмм, разработан алгоритм анализа табличного представления синтаксической диаграммы с целью определения ее принадлежности классу детерминированных диаграмм и алгоритм синтеза программы-распознавателя линейной сложности. Эти алгоритмы реализованы в разрабатываемой системе автоматизированного построения трансляторов на основе синтаксических диаграмм.

Литература

1. Йенсен К., Вирт Н. Паскаль. Руководство для пользователя и описание языка. — М: Финансы и статистика, 1982. — 151 с.
2. Легалов А. И. Основы разработки трансляторов. URL: <http://www.softcraft.ru/translat/lect/content.shtml>
3. Легалов А. И., Швец Д. А., Легалов И. А. Формальные языки и трансляторы. — Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2007. — 213 с.
4. Свердлов С. З. Введение в методы трансляции. — Вологда: Издательство «Русь», 1994. — 80 с.
5. Свердлов С. З. Языки программирования и методы трансляции.— СПб.: Питер, 2007. — 638 с.
6. Карпов Ю. Г. Теория и технология программирования. Основы построения трансляторов. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. — 272 с.
7. ANTLR. URL: <http://www.antlr.org/>
8. ASF+SDF. URL: <http://www.cwi.nl/projects/MetaEnv/>
9. Bison. URL: <http://www.gnu.org/software/bison/>
10. Coco/R. URL: <http://www.ssw.uni-linz.ac.at/Research/Projects/Coco/>
11. Ахо А., Ульман Дж. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции. — М.: Мир, 1978. Т. 1, 612 с. — т. 2, 487 с.
12. Рязанов Ю. Д., Севальнева М. Н. Псевдодетерминированные синтаксические диаграммы // Прикладная математика, управление и информатика: сборник трудов Междунар. молодеж. конф., Белгород, 3 — 5 октября 2012 г.: в 2 т. — Белгород: ИД «Белгород», 2012. Т. 2. С. 546 — 553.



THE ANALYSIS OF SYNTAX DIAGRAMS AND AUTOMATIC GENERATION OF LINEAR-TIME PROGRAMS-RECOGNIZER

Y. D. RYAZANOV
M. N. SEVAI'NEVA

*Belgorod Shukhov State
Technology University*

e-mail:

Ryazanov.iurij@yandex.ru

There are considered the problems of applying syntax diagrams to automatize the translators designing. There is determined the class of determined syntax diagrams, developed an algorithm analysis tabular representation syntax diagram to define its belongs to the class of deterministic diagrams and algorithm of automatic generation of linear-time program-recognizer.

Keywords: translator, determined syntax diagrams, set of a choice, the program-recognizer.



УДК 001.57; 658.818; 681.3

О СИСТЕМНО-ОБЪЕКТНОМ МЕТОДЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ЗНАНИЙ

А. Г. ЖИХАРЕВ
С. И. МАТОРИН
Е. М. МАМАТОВ
Н. Н. СМОРОДИНА

*Белгородский
государственный
национальный
исследовательский
университет*

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

В статье рассматривается оригинальный гибридный метод представления знаний, основанный на системно-объектном подходе «Узел-Функция-Объект», который впервые формализован путем интеграции алгебраических аппаратов исчисления объектов и исчисления процессов. Метод предназначен для хранения и обработки организационных знаний средствами вычислительной техники.

Ключевые слова: системно-объектный метод представление знаний, системно-объектный подход «Узел-Функция-Объект», организационные знания, исчисление объектов, исчисление процессов.

Введение.

По данным журнала Fortune, почти половина компаний, входящих в рейтинг Fortune 1000, внедрила у себя и продолжает развивать управление знаниями, еще треть планирует сделать это в ближайшее время. The American Productivity & Quality Center (неприбыльная образовательно-исследовательская организация) рассматривает управление знаниями как совокупность стратегий и процессов по выявлению, приобретению, распространению, использованию, контролю и обмену знаниями, необходимыми для обеспечения конкурентоспособности организации. Таким образом, в последнее десятилетие можно наблюдать повышающийся интерес компаний к такому понятию как «организационное знание». Переход мировой экономики в новое качественное состояние (экономики, основанной на знаниях) непосредственно связан с повышением роли внутренних, нематериальных ресурсов предприятия (интеллектуального капитала организации), важнейшими из которых выступают знания. Мировой финансовый кризис заставил современные предприятия мобилизовать свой интеллектуальный потенциал и задуматься о механизме управления организационными знаниями, рассматривать данные процессы как главное условие для создания конкурентных преимуществ предприятия в условиях нестабильности и неопределенности внешней среды [1].

Организационное знание выражается в улучшении продуктов, процессов, технологий и позволяет организации оставаться конкурентоспособной и жизнеспособной. Приобретая новое знание первой, организация может вместе с этим приобрести уникальное конкурентное преимущество. Таким образом, организационное знание является стратегическим активом. Это предполагает, что организации, желающей остаться конкурентоспособной, следует развивать механизмы приобретения необходимых знаний и распространения знаний точно, последовательно, своевременно, в необходимой форме всем, кому они нужны в организации. [2]

Управление организационными знаниями становится предметом профессионального труда когнитолога – специалиста, который формализует организационные знания и делает их доступными для всеобщего пользования. Работа «инженера по знаниям» включает несколько направлений деятельности. В первую очередь, когнитолог должен организовать информационные потоки таким образом, чтобы удовлетворять потребности каждого конкретного пользователя. [3]

Для обеспечения управления организационными знаниями, в первую очередь, необходимо эти знания иметь в явном, причем, в настоящее время, в компьютерном виде. С этой точки зрения актуальными и востребованными являются исследование и разработка эффективного метода представления знаний об организационно-деловых и производственно-технологических процессах.



Рассмотрим основные концепции нового гибридного системно-объектного метода представления знаний (СОМПЗ), предназначенного для хранения и обработки организационных знаний.

Содержательные и формальные основы СОМПЗ

В основе СОМПЗ лежит системно-объектный подход к моделированию организационных систем «Узел-Функция-Объект» (УФО-подход) [4]. Суть УФО-подхода сводится к рассмотрению любой системы (в том числе организационной) с трех сторон. С одной стороны, как перекрестка входных и выходных связей/потоков, т.е. как **Узла**. С другой стороны, как процесса преобразования элементов, втекающих по входным потокам, в элементы, вытекающие по выходным потокам, т.е. как **Функции**. С третьей стороны, как материального явления, реализующего (выполняющего) функцию преобразования входа в выход, т.е. как **Объекта**. Интеграция этих трех аспектов позволяет представить любую организационную систему как элемент «Узел-Функция-Объект» или **УФО-элемент**, формализующий три очевидных факта. Во-первых, любая система обязательно находится в структуре (является узлом) системы более высокого уровня (надсистемы). Во-вторых, любая система обязательно как-то функционирует (преобразует вход в выход). В-третьих, любая система (если она находится в структуре и функционирует) обязательно существует как материальное явление (персонал, здания, оборудование, документы и т.д. и т.п.). На примере организационных знаний, это выглядит следующим образом: узел – *отдел планирования затрат*, функция – *планирование затрат*, объект – *сотрудник отдела планирования затрат*.

На основе УФО-подхода разработана **УФО-технология** визуального графоаналитического моделирования и анализа сложных (в первую очередь организационных) систем, которая, реализована в виде специального CASE-инструментария «UFO-toolkit» [<http://www.ufo-toolkit.ru>]. Анализ системы средствами УФО-технологии проводится с помощью компьютерных графических моделей «Узел-Функция-Объект» (**УФО-моделей**), представляющих любую систему в терминах «Узел-Функция-Объект» (в виде **УФО-диаграмм**). Результаты применения УФО-подхода и УФО-моделей для создания визуальных графоаналитических средств СОМПЗ представлены, в частности, в работах [5 и 6]. В данных работах показано, что предлагаемый метод представления знаний является гибридным и универсальным, так как учитывает традиционные модельные подходы (сетевой, производственный и фреймовый).

Опыт применения УФО-подхода и УФО-технологии убедил в необходимости и возможности формализации их основных положений для повышения результативности и эффективности. В настоящее время предприняты попытки такой формализации средствами *теории паттернов (PT)* Гренандера [7], средствами *исчисления процессов (Calculus of Communication Systems – CCS)* и *Пи-исчисления* Милнера [6, 8], а также за счет интеграции алгебраических аппаратов PT и CCS [9]. Анализ результатов формализации показал, что для повышения степени формализованности УФО-подхода и УФО-моделей, в том числе, в интересах создания на их основе метода представления знаний и обеспечения вывода на них, актуально интегрировать с упомянутыми алгебраическими средствами возможности алгебраического аппарата *исчисления объектов* Аббади-Карделли [10].

Рассмотрим этот вопрос подробнее. В рамках УФО-подхода процесс анализа и синтеза модели организационной системы начинается с построения иерархии связей, использующихся в дальнейшей работе. Иерархия связей представляет все ресурсы, отходы, результаты производства, документы и т.п., которые участвуют в моделируемом процессе. После анализа и построения иерархии связей системы, начинается разработка УФО-диаграмм, на которых связи выступают в роли материальных и/или информационных потоков, передающих соответствующие объекты от одного узла (УФО-элемента) к другому узлу (УФО-элементу). Сказанное позволяет ввести в терминологию УФО-подхода понятие «потоковый объект», которое дополняет существующее понятие об объекте, реализующем функциональный узел в рамках УФО-элемента. Т.е. будем рассматривать два вида объектов: **узловой объект** в рамках УФО-элемента (будем далее обозначать заглавными латинскими буквами) и **потоковый объект** в рамках потока\связи (будем далее обозначать строчными латинскими буквами).

Применим к рассматриваемым объектам упомянутый выше алгебраический аппарат исчисления объектов с целью повышения степени формализованности УФО-подхода и УФО-моделей.

В исчислении объектов [10] абстрактный объект представляет собой набор полей и методов. Использование метода объекта – это вызов метода, изменение метода – это переопределение. Поле – частный случай метода (константный метод). Изменение значения поля является частным случаем переопределения метода. Методы выполняются в контексте некоторого объекта (имеют ссылку на объект). Таким образом, любой абстрактный объект «*o*» формально в исчислении объектов представляется в следующем виде:

$$o = [l_i = b_i^{i \in 1, \dots, n}, l_j = \sigma(x_j) b_j^{j \in 1, \dots, m}],$$

где l_i представляют собою поля объекта, в которых записаны характеристики объекта *o*; l_j – методы данного объекта, в которых в скобках указаны их аргументы, а за скобками результаты их работы; $o \in O, b_i \in O, b_j \in O$ (*O* – множество термов исчисления объектов).

Вычисление в исчислении объектов – это последовательность вызовов и переопределения методов, для чего определены правила редукции. Для нас наибольший интерес представляет правило вызова следующего вида (вызов метода l_j объекта *o*):

$$o.l_j \rightarrow b_j\{x_j \mid \rightarrow o\}.$$

Используем средства исчисления объектов для формального описания УФО-элемента с точки зрения его узлового объекта. Например, рассмотрим УФО-элемент, объект которого занимает функциональный узел, имеющий входные потоки, обозначенные как $a?_i$, и выходные потоки, обозначенные как $a!_i$ (см. рис. 1). Данные обозначения в стиле теории процессов подчеркивают тот факт, что потоки состоят из объектов, которые по ним (потокам) передаются из одного узла (объекта) в другой. Таким образом, объект *G* рассматриваемого УФО-элемента представляет собой сущность, которая за счет своей функциональности преобразует входные потоковые объекты $a?_i$ в выходные потоковые объекты $a!_i$.

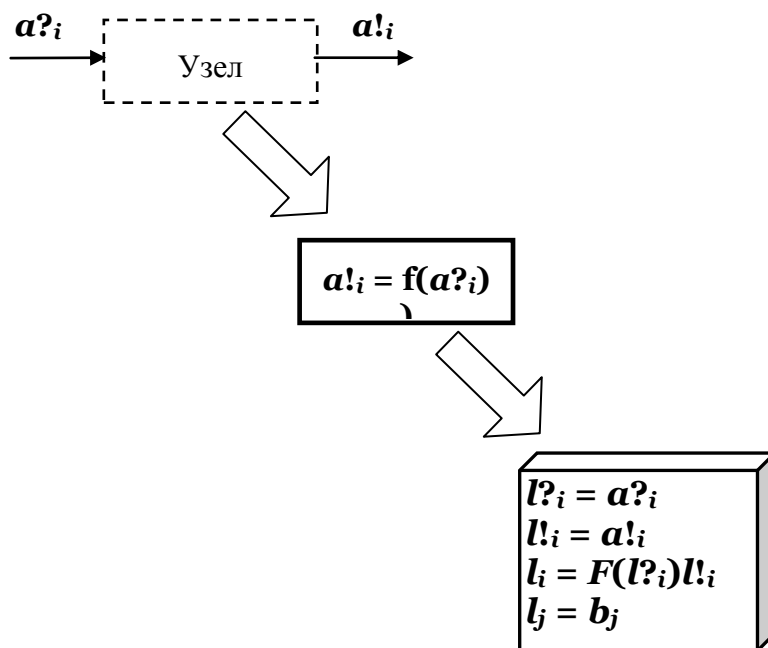


Рис. 1. УФО-элемент с точки зрения исчисления объектов

В соответствии с упомянутыми выше правилами исчисления объектов данный узловой объект *G* (и, следовательно, соответствующий УФО-элемент) формально может быть представлен в виде следующего выражения:

$$G = [l?_i = a?_i, l!_i = a!_i; l_i = F(l?_i)l!_i; l_j = b_j],$$



где:

– I_i – поле узлового объекта (может представлять собой набор или множество), которое содержит значение входных потоковых объектов a_i и, соответственно, имеет такой же тип данных;

– U_i – поле узлового объекта (может представлять собой набор или множество) которое содержит значения выходных потоковых объектов a_i и имеет такой же тип данных;

– I_i – метод узлового объекта (может представлять собой набор или множество), преобразующий входные потоковые объекты узла в выходные.

– I_j – поле узлового объекта (может представлять собой набор или множество), которое содержит основные характеристики данного объект (b_j);

В соответствии с правилами исчисления объектов каждый метод объекта имеет один аргумент и один результат (см. выше), т.е. количество аргументов и результатов совпадает. В системном же моделировании, когда моделируются реальные процессы и объекты, такого может и не быть. Возможны следующие варианты. Результатов в реальности больше, чем аргументов, тогда для обеспечения соответствия формальному описанию некоторые аргументы дублируются, что, собственно, будет соответствовать реальному положению вещей. Результатов в реальности меньше, чем аргументов, тогда для обеспечения соответствия формальному описанию необходимо вводить нужное количество пустых результатов.

Нетрудно видеть, с одной стороны, что представленное формальное описание с точки зрения объекта УФО-элемента учитывает и *структурную*, и *процессную*, и *субстанциальную* его характеристики. И, таким образом, может рассматриваться как новый способ формального описания систем как УФО-элементов. Действительно, во-первых, имена полей I_i и U_i могут рассматриваться как имена потоков, связывающих УФО-элемент с другими элементами, т.е. как структурная характеристика данного УФО-элемента. Во-вторых, метод $I_i = F(I_i)U_i$ представляет собой процессную (функциональную) характеристику данного УФО-элемента. В-третьих, поле $I_j = b_j$, а также значения входных и выходных потоков (потоковых объектов) a_i и a_i представляют собой объектную характеристику данного УФО-элемента.

С другой стороны, представленное формальное описание УФО-элемента учитывает описательные возможности упомянутого выше алгебраического аппарата РТ. Средствами РТ УФО-элемент описывается как *образующая*, т.е. как графический формализм, представляющий собой именованный объект со связями, который характеризуется признаком α и показателями входных и выходных связей β [7]. Средствами исчисления объектов это учитывается именем поля I_j (которое может рассматриваться как имя объекта), значением данного поля b_j (которое может рассматриваться как признак α) и значениями входных и выходных потоков a_i и a_i (которые могут рассматриваться как показатели входных и выходных связей β).

Кроме того, исчисление объектов дополнительно позволяет учесть возможности исчисления процессов (CCS). Дело в том, что функциональные характеристики УФО-элемента формально могут быть описаны по аналогии с CCS, что обосновано нами в работе [6]. Таким образом, в соответствии с этим обоснованием метод I_i узлового объекта G (тело этого метода) формально можно представить в виде:

$$F = (S, S^o, a\tau),$$

где S – множество подпроцессов процесса, соответствующего данному методу; $S^o \subset S$ – множество интерфейсных (входных $S^?$ и выходных $S!$) подпроцессов (причем $S^o = S^? \cup S!$; в число входных связей множества подпроцессов $S^?$ входит множество связей I_i , в число выходных связей множества подпроцессов $S!$ входит множество связей U_i); $a\tau$ – множество потоков в S , осуществляющих передачу объектов глупинного яруса связанных подпроцессов: $(s_i a\tau_{ij} s_j)$



При этом, если УФО-элемент (узловой объект) рассматривается без учета декомпозиции (на контекстном уровне), то выражение в скобках принимает вид, соответствующий так называемой «нулевой функции»:

$$F^o = (\{s^o \in S\}, \{s^o \in S^o\}, \emptyset) = s^o.$$

Это означает, что в первом случае метод узлового объекта (УФО-элемента) может быть представлен, в том числе, в виде УФО-диаграммы, а во втором случае только в виде формулы или алгоритма.

Учет возможностей CCS позволяет использовать для методов сформулированные нами в работе [6] по аналогии с CCS операции над функциями: *префиксное действие, постфиксное действие и альтернативная композиция.*

Средствами исчисления объектов можно формально описать не только узловые объекты, но и потоковые. Поточковый объект в рамках потока\связи можно представить как объект, обладающий только набором полей, содержащих основные характеристики объекта, т.е. методы и входы, выходы объекта в данном случае не учитываются. Такой объект формально средствами исчисления объектов представляется с помощью следующего выражения:

$$a_i = [l_i = b_i],$$

где: a_i – потоковый объект с именем a ; $l_i = b_i$ – поля потокового объекта с некоторыми значениями b_i .

Если для хранения и обработки организационных знаний представлять их в виде УФО-элементов, то, с учетом формального их описания средствами исчисления объектов, манипулирование этими знаниями, в частности вывод на них, можно обеспечить путем организации цепочки вызовов методов узловых объектов со стороны соответствующих потоковых объектов. Цепочка организуется на уровне декомпозиции УФО-элемента, метод объекта которого не принимает вид «нулевой функции»

(см. выше). В нашем случае вызов метода узлового объекта формально записывается следующим образом:

$$G.l_i \rightarrow !i\{l?_i \mid \rightarrow G\}.$$

Подобный вызов метода (например, метода l_i) узлового объекта (например, объекта G) будет иметь место в том случае, если на вход узлового объекта поступает поток, наименование объектов которого (потоковых) совпадает со значением поля узлового объекта, которое содержит значение входных потоковых объектов (например, поля $l?_i$). Старт процедуры логического вывода осуществляется путем инициализации некоторого контекстного потокового объекта, после чего значение контекстного потокового объекта попадает в соответствующее поле интерфейсного узлового объекта, после чего вызывается метод этого узлового объекта, который выполнив некоторые действия, вызывает метод следующего узлового объекта и так пока не достигается конец модели. Формально с учетом описания УФО-элементов средствами исчисления объектов упомянутая процедура вывода может быть представлена следующим образом:

$$a_i = [l_i = b_i]: a_i = a?_i = l?_i \rightarrow G_i.l_i \rightarrow !i\{l?_i \mid \rightarrow G_i\} \rightarrow a_{i+1} = [l_{i+1} = b_{i+1}]: a_{i+1} = a?_{i+1} = l?_{i+1} \rightarrow G_{i+1}.l_{i+1} \rightarrow !i_{i+1}\{l?_{i+1} \mid \rightarrow G_{i+1}\} \rightarrow a_{i+2} = [l_{i+2} = b_{i+2}]: a_{i+2} = a?_{i+2} = l?_{i+2} \rightarrow G_{i+2}.l_{i+2} \rightarrow !i_{i+2}\{l?_{i+2} \mid \rightarrow G_{i+2}\} \rightarrow a_{i+3} = [l_{i+3} = b_{i+3}]: \dots$$

Организация цепочки вызовов методов узловых объектов со стороны потоковых объектов аналогична определению *трассы* (протокола) *функции*, предложенному нами в работе [6], по аналогии с *трассой* (протоколом) *процесса* в CCS. Если $l?_i^{i \in 1, \dots, n} = a_i^{i \in 1, \dots, n}$, то можно организовать следующую цепочку вызовов в рамках некоторого УФО-элемента, для которого $a_i^{i \in 1, \dots, n} \in a\tau$.

$$\xrightarrow{a_i} F(l?_i)!i \xrightarrow{a_{i+1}} F(l?_{i+1})!i_{i+1} \xrightarrow{a_{i+2}} F(l?_{i+2})!i_{i+2} \xrightarrow{a_{i+3}} \dots$$

Представленные выражения можно рассматривать как формальное описание механизма вывода знаний в случае их представления в виде УФО-элементов с

учетом формального их описания средствами исчисления объектов, т.е. как описание механизма вывода в рамках СОМПЗ.

Пример применения СОМПЗ

Рассмотрим пример применения СОМПЗ в описании производственно-технологических процессов элеватора. Если связи диаграмм УФО рассматривать как потоковые объекты системы, тогда перед разработкой моделей организационно-деловых и производственно-технологических процессов, необходимо разработать иерархию потоковых объектов. Объекты в иерархии связаны стандартным видом отношения «наследование», со всеми вытекающими отсюда последствиями. Т.е. если объект является потомком родителя, то он наследует все свойства и методы родителя. Рассмотрим фрагмент иерархии объектов, которые участвуют в производственно-технологических процессах элеватора (технологический комплекс для хранения и переработки зерновых культур).

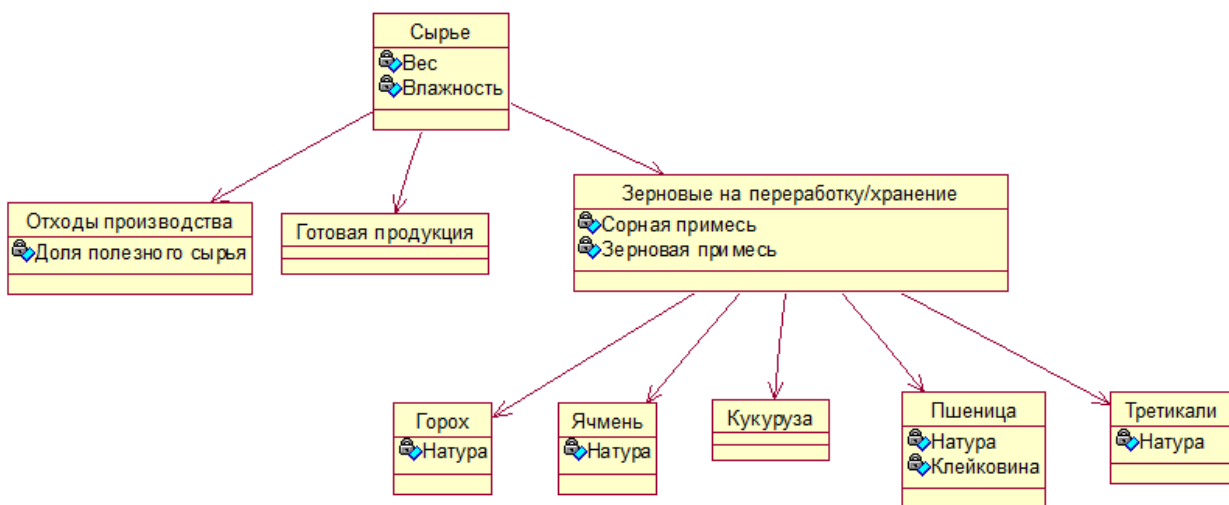


Рис. 2. Фрагмент иерархии потоковых объектов

В соответствии с наследованием, все дочерние объекты наследуют атрибуты и методы родителя, поэтому, например объект кукуруза будет иметь следующие атрибуты: вес, влажность, сорная примесь, зерновая примесь. Формально потоковые объекты, представленные на рисунке 2 можно представить в формальном виде. Тогда, например, объект «пшеница» будет выглядеть следующим образом:

пшеница[вес=b1, влажность=b2, сорная примесь=b3, зерновая примесь=b4, натура=b5, клейковина=b6].

Причем свойства: вес, влажность, сорная примесь и зерновая примесь наследуются объектом «пшеница» от объектов расположенных выше по иерархии (см. рисунок 2).

Для дальнейшего построения модели знаний, необходимо смоделировать процессы, которые участвуют в обработке потоковых объектов. Рассмотрим системно, объектную модель производственно-технологического процесса элеватора. Модель производственно – технологических процессов элеватора представлена на рисунке 4. Весь производственно-технологический цикл элеватора можно поделить на несколько этапов:

- приемка;
- предварительная очистка;
- сушка;
- первичная очистка;
- хранение;
- отгрузка.

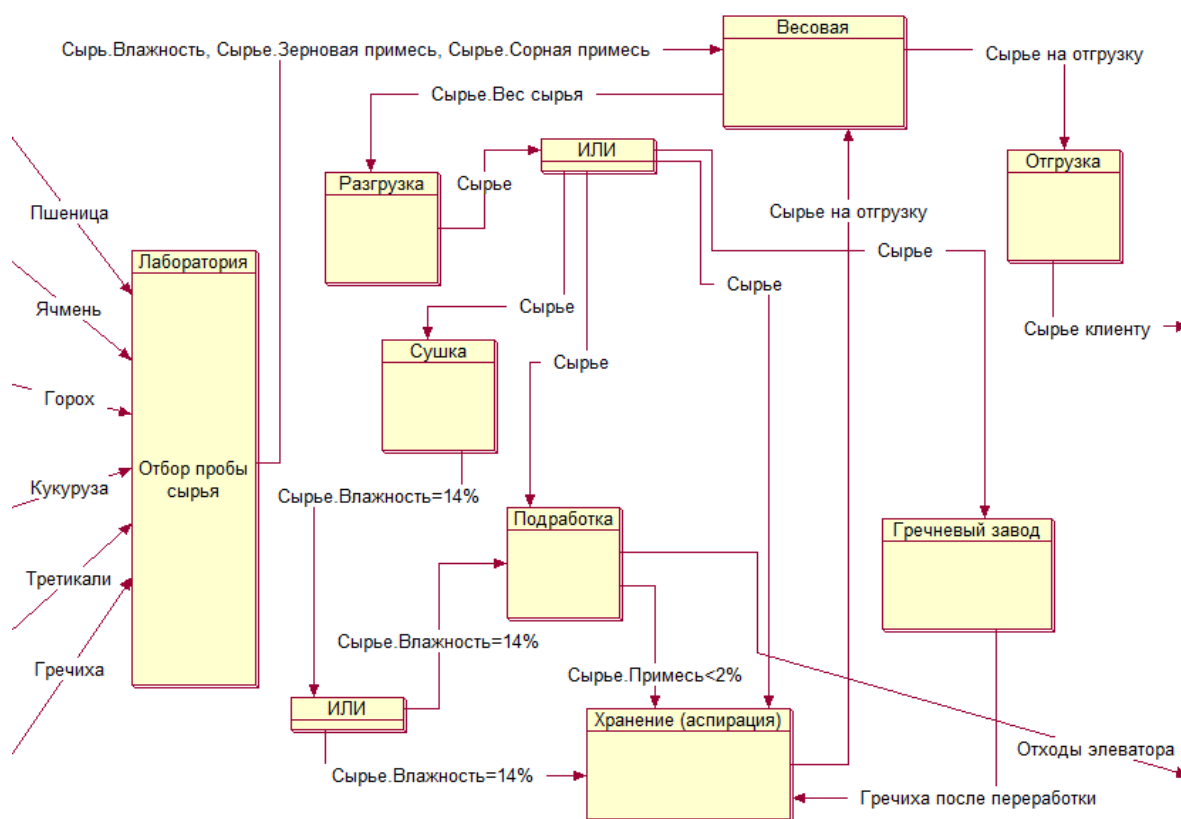


Рис. 3. Производственно-технологические процессы элеватора

Как видно из рисунка 3, если связи узлов рассматривать как потоковые объекты, то на каждом этапе узловой объект либо изменяет свойства некоторого потокового объекта (при прохождении зерна через сушилку, уменьшается влажность зерна), либо создает новый потоковый объект (после очистки зерна от сорной примеси, на выходе узла имеем отходы элеватора – новый потоковый объект). В результате мы получим карту изменения потоковых объектов. Каждый узел реализуется некоторым узловым объектом. Рассмотрим для примера процесс сушки зерна: узел «сушка» имеет объект «Зерносушильный комплекс» у которого, в соответствии со схемой на рисунке 2, будут обязательные поля, соответствующие входным и выходным потоковым объектам, а так же есть определенные поля (характеристики зерносушильного комплекса) присущие данному узловому объекту и методы (функции зерносушильного комплекса). Методом зерносушильного комплекса как объекта, является – уменьшение влажности поступающего сырья. Рассмотрим потоковый объект «Пшеница», поступающий в узел «сушка» как потоковый объект, причем, ограничимся двумя полями «вес» и «влажность». Тогда:

пшеница[вес=60 тонн, влажность=17%].

Сырье на выходе имеет такую же структуру, но здесь будет изменено значение влажности, поэтому обозначим его «Пшеница'». Далее рассмотрим зерносушильный комплекс как узловой объект «Сушилка»:

СУШИЛКА[Сырье?=пшеница, Сырье!=пшеница', Производительность = 32 тонн/час, Время работы=в1, Сушка=F(Сырье?)Сырье!].

Далее рассмотрим подробнее метод объекта «Сушилка.Сушка». (В рассматриваемой модели авторы рассматривают зерносушилку ДСП 32, производительность по паспорту, которой 32 тон в час, снижение процента влажности – 4%. Так же следует отметить что, согласно стандартам по хранению и переработке зерновых зерно поддается хранению и переработке с влажностью не выше 14%). Если рассматривать абстрактный язык программирования, тело метода Сушилка.Сушка будет выглядеть следующим образом:


```

F(Сырье?)Сырье!{
  This.Время работы=0;
  Сырье!.Влажность=Сырье?.Влажность;
  while Сырье!.Влажность>14 do {
    This.Время работы=This.Время работы+Сырье?.Вес /
This.Производительность;
    Сырье!.Влажность=Сырье!.Влажность - 4;
  }
  Следующий метод();
}
  
```

Оператор «this» используется как ссылка на поля собственного объекта, т.е. в теле которого реализован текущий метод. Работа метода заключается в следующем: сперва полю объекта Сушилка.Время работы присваивается начальное значение 0 (в часах). Далее присваивается значение влажности Сырья на выходе (оно равно значению влажности сырья на входе). Далее в цикле пока влажность сырья на выходе не станет меньше 14 %, выполняется сушка зерна. Математически, мы рассчитываем время работы сушилки исходя из параметров сырья на входе и снижаем значение влажности на 4 процента. Таким образом после выполнения цикла, мы получим время работы сушилки и влажность сырья на выходе. Для примера приведенного выше: Сырье!.Влажность будет равна 13 процентам, так как сырье достаточно прогнать через сушилку один раз, а время сушки сырья будет равно 1,8 часа.

На рисунке 3 так же имеется ветвление диаграммы (узел «или»), логика функционирования данного узла заключается в принятии решения: какому узловому объекту передавать управление в зависимости от значений входящего объекта. Фактически, данные узлы содержат продукции, которые срабатывают в зависимости от характеристики входных потоковых объектов. Например, при поступлении зерна, если его влажность выше 14 процентов, то его необходимо отправить на сушку, если ниже, тогда зерно отправляется на очистку. В рамках системно-объектного метода представления организационных знаний (СОМПЗ), такие ветвления реализуются с помощью соответствующего узлового объекта, который принимает решение какому следующему объекту передать управление. Т.о. на моделях СОМПЗ мы имеем возможность реализовать любые варианты производственно-технологических и организационно деловых процессов.

Далее сформулируем алгоритмы моделирования организационных знаний и процедуры логического вывода на рассматриваемых моделях. Графически алгоритм моделирования знаний с помощью СОМПЗ представлен на следующем (рис.4).

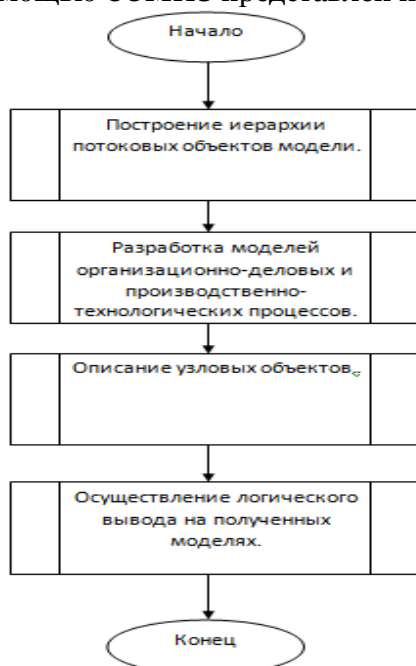


Рис. 4. Алгоритм описания знаний с помощью СОМПЗ

Как показано на рисунке 4, алгоритм моделирования знаний состоит из четырех этапов. Во-первых: (по аналогии с УФО-подходом), нам необходимо построить иерархию потоковых объектов модели, где необходимо определить, интересующие нас в данной предметной области, параметры потоковых объектов. После этого рисуется модель обработки потоковых объектов, на которой отображаются все узлы, ветвления и т.п. После этого, необходимо описать узловые объекты с их параметрами и методами, т.е. математически представить работу модели. Так же можно декомпозировать метод узлового объекта на подпроцессы нижнего уровня. Использование полученной модели заключается в инициализации начальных значений модели и запуске механизма логического вывода, в результате которого мы получим модель поведения системы для текущего конкретного случая, т.е. будут исключены все ветвления процесса. Математически механизм логического вывода на таких моделях (согласно теории исчисления объектов [10]) будет заключаться в последовательном вызове методов узловых объектов. Схематически процедура логического вывода будет выглядеть следующим образом (рис. 5).

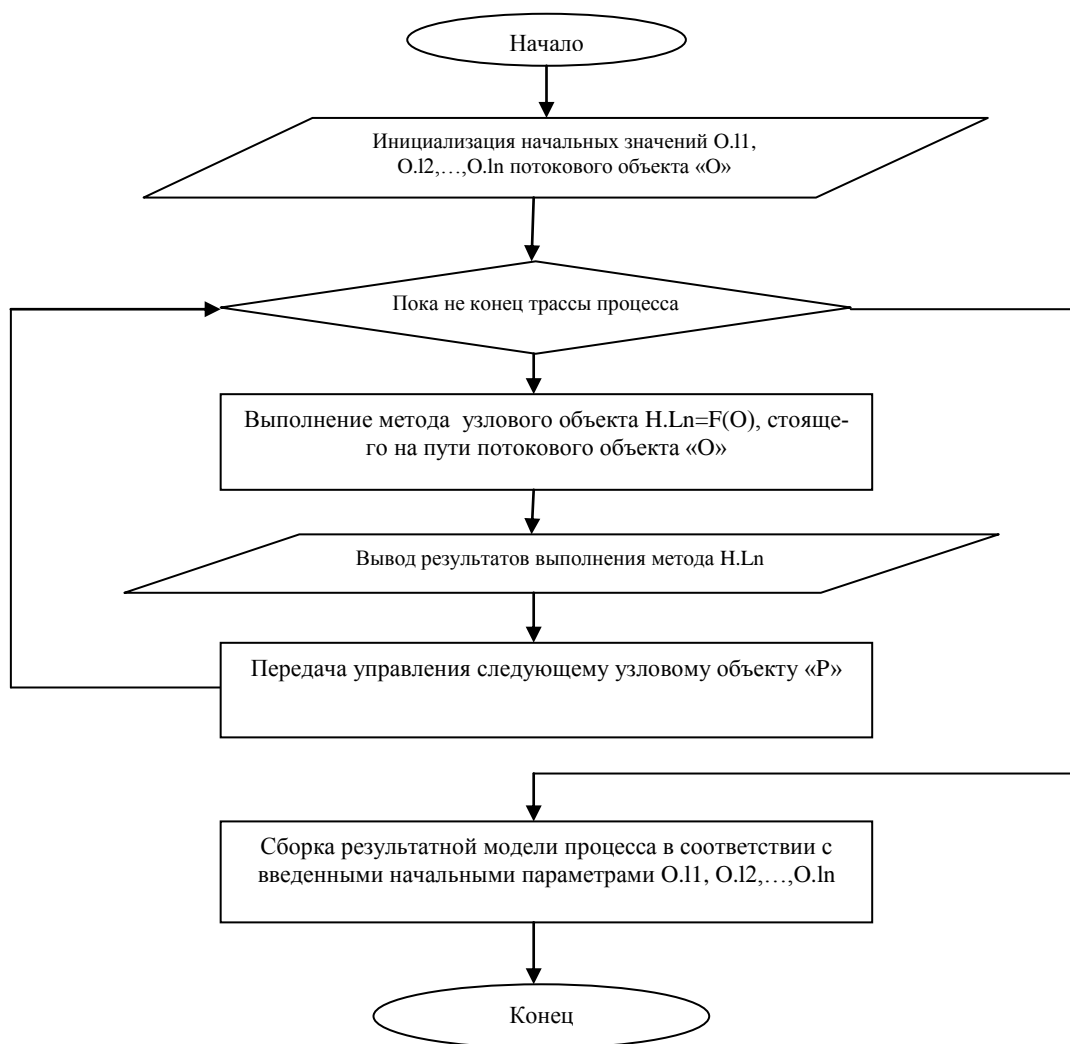


Рис. 5. Схема механизма логического вывода на моделях СОМРЗ

Для выполнения процедуры логического вывода, необходимо заполнить начальные значения контекстных входящих потоковых объектов. Далее выполняется (вызывается) метод или методы узлового объекта, для которого контекстные потоковые объекты являются входящими. После выполнения метода текущего узлового объекта, он (метод) передает управление следующему узловому объекту и так до тех пор,



пока не будет достигнут конец модели. В результате выполнения процедуры логического вывода, мы получим модель рассматриваемого процесса для конкретных исходных данных.

Рассмотренный способ описания организационных знаний является универсальным, так как позволяет описать объектные характеристики, структурные характеристики и функциональные характеристики изучаемой предметной области. Информационная система, основанная на таком методе хранения организационных знаний, позволяет хранить и обрабатывать опыт организации в удобном визуальном виде, чего не позволяют реализовать традиционные методы представления знаний. На рисунке 4, показана модель, на которой мы использовали продукции (узлы «или») фреймы (узловые объекты). Так же, иерархию потоковых объектов можно рассматривать как частный случай семантической сети с связями типа «имеет вид». Таким образом мы можем говорить об интегральном способе представления знаний.

Рассмотренный метод представления знаний является формализованным, так как в данной работе мы показали, что для формального описания модели (структурных характеристик системы) можно использовать теорию процессов [6], а для описания объектных характеристик – теорию объектов [10].

Литература

1. Дудяшова В.П., Кипень Н.А., Сизых Е.В. Понятие и структура организационных знаний // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2010. – № 24. – С. 119–122.
2. Бобрышев С. Управление организационным знанием как стратегическим активом // http://www.cfin.ru/management/strategy/knowledge_asset.shtml
3. Басова А.А., Дудяшова В.П. Организационные знания как предмет профессионального труда // Вестник Костромского государственного технологического университета – 2007. – №16. – С. 128-132
4. Маторин С.И., Попов А.С., Маторин В.С. Моделирование организационных систем в свете нового подхода «Узел-Функция-Объект» // НТИ. Сер.2. – 2005. – №1. – С. 1-8.
5. Жихарев А.Г. О новой технологии представления знаний для систем поддержки принятия решений // Научные ведомости БелГУ. Сер. Информатика. – 2011. – № 19 (114). – Вып. 20/1. – С.
6. Жихарев А.Г., Маторин С.И. Метод формализации организационных знаний // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2011. – №2. – С. 52-63.
7. Маторин С.И., Ельчанинов Д.Б. Применение теории паттернов для формализации системологического УФО-анализа // Научно-техническая информация. Сер.2. – 2002. – №11. – С. 1-11.
8. Михелев М.В., Маторин С.И. Формализация УФО элементов с помощью алгебраического аппарата ПИ-исчисления. // Научные ведомости БелГУ. Сер. Информатика. – 2010. – №19(90). – Выпуск 16/1. – С. 145-150.
9. Зимовец О.А., Маторин С.И. Интеграция средств формализации графоаналитических моделей «Узел-Функция-Объект» // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2012. – №1. – С.95-102.
10. Abadi Martin and Luca Cardelli A Theory of Objects. – Springer-Verlag. – 1996.

ABOUT SYSTEM-OBJECT METHOD PRESENTATION OF ORGANIZATIONAL KNOWLEDGE

A. G. ZHIKHAREV
S. I. MATORIN
E. M. MAMATOV
N. N. SMORODINA

*Belgorod National
Research University*

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

In the article the original hybrid method repose of knowledge based on a system-object approach "Node-Function-Object", which was first formalized by the integration of algebraic calculus of objects and devices of calculation processes. The method is intended for the storage and processing of organizational knowledge with computer equipment.

Keywords: system-object method of knowledge representation, system-object approach "Node-Function-Object", organizational knowledge, calculation of objects, the calculation processes.



УДК 004.2:004.9:620.9

СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

А. Л. ЧЕГЛАКОВ*Белгородский университет
кооперации, экономики и права**e-mail:
Cheglakov_al@mail.ru*

Проектирование и установка объектов возобновляемой энергетики требуют применение компьютерных моделей различного назначения. В статье предлагается сервис-ориентированная платформа, обеспечивающая модельную поддержку проектов малой энергетики на протяжении их жизненного цикла

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, компьютерное моделирование, сервис-ориентированная архитектура, мультиагентная система.

Развитие малой энергетики на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ) является одним из основных трендов в поддержке устойчивого развития национальных экономик во всем мире. Данная проблематика особенно актуальна в настоящее время и для России. Ряд законодательных актов на уровне федерального правительства и регионов направлены на стимулирование проектов децентрализованного электро- и теплоснабжения на основе возобновляемых источников (гелиостанций, ветровых установок, биогазовых станций).

Реализация таких проектов имеет ряд особенностей, отличающих их от типовых решений «большой» энергетики. Прежде всего, это связано с повышенным уровнем риска для инвесторов. Для проектов «малой» энергетики характерны как типичные рыночные риски, связанные с колебанием мировых цен на энергоресурсы, так и специфические риски, связанные с неопределенностью развития технологий использования возобновляемых ресурсов. Существенным компонентом неопределенности является политика государственной поддержки ВИЭ. Наличие такой поддержки (в виде «зеленых» тарифов, специальных схем финансирования и т.д.) может значительно ускорить продвижение проектов. Значимым фактором является кадровое обеспечение объектов малой энергетики. Для таких объектов характерно применение новых высоких технологий, что требует специальной подготовки персонала. Существенным фактором продвижения технологий ВИЭ является так же степень их принятия со стороны конечных потребителей. Децентрализованная энергетика ориентирована на широкий круг потребителей, начиная от домовладений и до промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Понимание возможностей и способов использования ВИЭ со стороны пользователей определяет распространение технологий возобновляемой энергетики в обществе.

Успешное продвижение проектов ВИЭ предполагает комплексный подход к обоснованию, реализации и сопровождению объектов малой энергетики с учетом изложенных особенностей. Представляется рациональным образование некоей экосистемы из заинтересованных организаций и лиц. Системообразующей основой такой экосистемы может служить информационная система (платформа), предоставляющая ресурсы и услуги заинтересованным лицам. Исследования показывают, что наиболее востребованной услугой в проектах ВИЭ является компьютерное моделирование. Современные программные приложения позволяют моделировать работу энергосистем, принимая во внимание множество факторов, и проводить детальный анализ их эффективности с технической и экономической точек зрения.

Так Национальной лабораторией возобновляемой энергетики США (National Renewable Energy Laboratory; NREL) разработаны ряд компьютерных моделей для финансово-экономического обоснования проектов гелиостанций, ветровых установок и биогазовых станций[3]. Центр поддержки принятия решений по производству чистой энергии RETScreen International (Канада) предлагает программные средства поддержки решений. Это программное обеспечение уменьшает затраты на проведение предварительных технико-экономических исследований; анализ технической и фи-

нансовой целесообразности реализации потенциальных проектов ВИЭ. Большой частью эти модели представляют собой автономные приложения, ориентированные на использование в узком направлении и учитывающие специфику страны или региона. Данные, которые используются при моделировании, могут быть составной частью программы, либо находиться в локальной базе данных.

В последнее время разработчики программ моделирования осуществляют переход от десктопных приложений на веб-базированные технологии. Такие приложения используют для моделирования on-line базы данных, библиотеки моделей, запускаемых под стандартным браузером и ориентированных на широкий круг пользователей. Так NREL использует on-line базы данных метеорологических и спутниковых наблюдений, геоинформационные системы. В отечественной практике такие разработки для сферы малой энергетики находятся на начальной стадии. Между тем современные программные решения позволяют поднять технологии моделирования на качественно новый уровень и сделать их доступными широкому кругу лиц.

В данной работе предлагается концепт и архитектура модельной платформы на основе сервис-ориентированного подхода. Платформа предназначена для предоставления веб-сервисов для компьютерного моделирования в проектах малой энергетики и ВИЭ. В основе платформы лежит веб-приложение, осуществляющее интеграцию различных сетевых ресурсов и приложений на основе сервис-ориентированного подхода.

Особенностью предлагаемого решения по архитектуре системы является комбинация использования веб-сервисов RESTful и мультиагентной системы. Архитектурный стиль создания распределенных приложений REST в настоящее время является очень популярным. Благодаря своей простоте, многие поставщики веб-сервисов используют его как альтернативу тяжеловесному SOAP(Simple Object Access Protocol). Веб-сервисы RESTful обеспечивают гибкость в интеграции гетерогенных систем. Однако остаются сложности в поиске, композиции, мониторинге и управлении веб-сервисами. Перспективным решением этой задачи реализации механизмов сервисной инфраструктуры быть использование мультиагентных технологий. Наиболее подходящим решением для нашей платформы явилась симметричная интеграция FIPA-совместимой мультиагентной системы[2] и веб-сервисов RESTful. Стандарт FIPA определяет архитектуру агентной платформы на основе языка коммуникации агентов[1]. Веб-службы RESTful определяют принцип построения распределенных систем на основе протокола HTTP и стандартизованного представления данных. Взаимодействие сервисов двух сред основано на шлюзах (рис. 1), что позволяет им функционировать независимо друг от друга и без каких-либо ограничений.

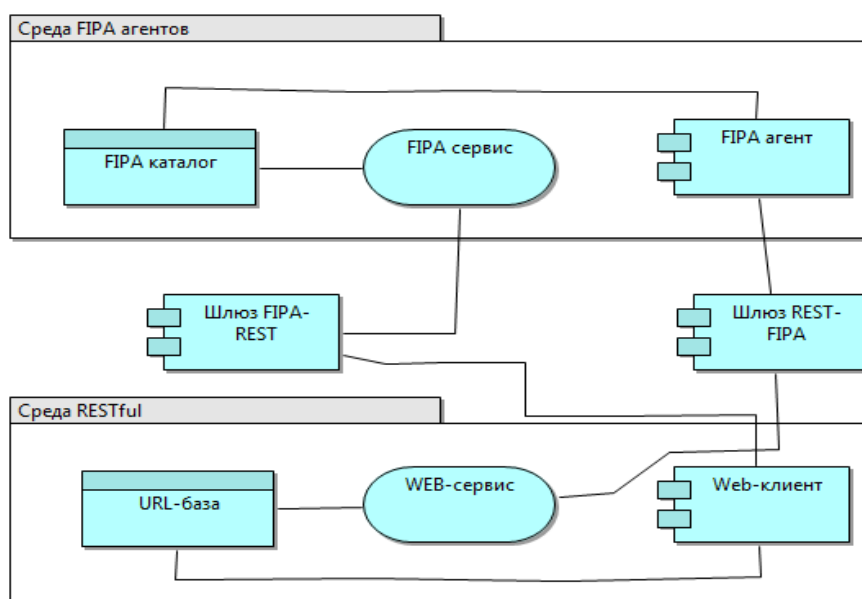


Рис. 1. Взаимодействие сервисов в платформе моделирования



Существенным моментом в реализации архитектуры платформы являются механизмы публикации и обнаружения сервисов. Для веб-сервисов RESTful предлагается использовать стандартные механизмы Domain Name System Service Discovery(DNS-SD). Единицей хранения и передачи информации в DNS является ресурсная запись. Каждая ресурсная запись имеет *имя*, *тип* и *поле данных*, формат и содержание которого зависит от *типа*. Наряду с такими важными типами записей как запись A(*address record*), запись MX(*mail exchange*), в DNS определены такие типы записей, как PTR(*pointer*), SRV(*server selection*) и TXT. Запись типа PTR связывает IP хоста с его каноническим именем, запись SRV указывает на серверы для сервисов, а запись TXT – на дополнительную информацию об экземплярах сервиса. Комбинация последних трех типов записей создает возможность нахождения сервисов RESTful с использованием DNS-SD.

Для реализации прототипа системы был определен набор инструментальных средств и приложений. Основными критериями отбора средств были соответствие ПО открытому лицензионному соглашению GNU (GPL) и кроссплатформенность. В наибольшей степени этому отвечают разработки на основе виртуальной машины Java(JVM). В табл. 1 приведены основные компоненты модельной платформы и средства разработки моделей.

С использованием сверхпродуктивной веб-платформы Grails было разработано приложение, предоставляющее следующие сервисы:

- on-line база данных, данные GIS для клиентских приложений;
- доступ к библиотеке моделей различного назначения через стандартный веб-браузер;
- поиск сетевых ресурсов по контекстным запросам.

С использованием указанных инструментов был разработан ряд моделей, демонстрирующих возможности модельной платформы. Так на EJS были реализованы модели процессов в биогазовых установках, которые загружались из библиотеки и выполнялись в виде апплетов под управлением стандартного браузера. На внутреннем языке моделирующей программы SAM реализован скрипт, демонстрирующий загрузку внешних данных из on-line базы данных в формате JSON.

Таблица

Компонентный состав модельной платформы

<i>Наименование</i>	<i>Краткое описание</i>
Grails	Фреймворк быстрой разработки Web-приложений
JADE	Мультиагентная система, совместимая со стандартом FIPA
RepastSymphony	Инструментарий разработки мультиагентных моделей с поддержкой геоинформационных систем
Easy Java Simulations(EJS)	Инструмент разработки имитационных моделей
System Advisor Model(SAM)	Программа моделирования финансово-экономических показателей для объектов малой энергетики

Представляемая платформа может быть использована для поддержки деятельности рабочих групп Белгородского института альтернативной энергетики[4]. В числе задач этих групп – анализ эффективности применения различных технических решений в области альтернативной энергетики применительно к климатическим и иным условиям Белгородской области. Использование модельной платформы может повысить эффективность решения указанных задач за счет оперативного доступа к инструментам моделирования.

Литература

1. FIPA specification XCo0061E: FIPA ACL Message Structure Specification. <http://www.fipa.org>, 2000.
2. Fabio Bellifemine, Giovanni Caire, Dominic Greenwood, –Developing Multi-agent System with JADE, JOHN WILEY & SONS, LTD, ISBN: 978-0-470-05747-6.
3. Technical Report NREL/TP-6A2-45656 September 2009.
4. Сайт Белгородского института альтернативной энергетики. <http://www/altenergo-nii.ru/>.



SERVICE-ORIENTED PLATFORM FOR THE SIMULATION OF RENEWABLE ENERGY FACILITIES

A. L. CHEGLAKOV

*Belgorod University
of Cooperation,
Economics and Law*

e-mail: Cheglakov_al@mail.ru

Design and installation of renewable energy facilities require the use of computer models for different purposes. The paper proposes a service-oriented platform that provides modeling support for small-scale energy projects throughout their life cycle.

Key words: renewable energy, computer modeling, service-oriented architecture, multi-agent system



УДК 004.82:378.14

ПОСТРОЕНИЕ ФОРМАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ ДЛЯ СИСТЕМ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

В. В. ЛОМАКИН
Р. Г. АСАДУЛЛАЕВ

*Белгородский
государственный
национальный
исследовательский
университет*

*e-mail:
lomakin@bsu.edu.ru
asadullaev@bsu.edu.ru*

Предложена структура предметной области учебных курсов, декомпозированная до элементарных блоков знаний, позволяющая адаптивной системе электронного обучения формировать индивидуальные образовательные траектории. Модульно-компетентностный подход формально описан в виде ориентированного графа связности компетенций и элементарных блоков знаний дисциплин образовательной программы.

Ключевые слова: формальная модель, система электронного обучения, модульно-компетентностный подход, элементарный блок знания, граф связности, матрица инцидентности.

Предметную модель, отражающую образовательную программу, необходимо представить в таком виде, который позволил бы гибко формировать образовательную траекторию [1] в зависимости от требований ФГОС, профессиональных стандартов, работодателя и личностных характеристик обучаемого [2, 3]. При этом необходимо учитывать современное состояние и тенденции развития электронных средств, позволяющих организовать индивидуальное обучение. В настоящее время решаются задачи построения адаптивных систем электронного обучения, учитывающих индивидуальные особенности обучаемых. Все это требует разработки формальных средств представления знаний, содержащихся в учебных курсах и определение способов формирования учебного материала индивидуально для каждого обучаемого, что позволит достичь более существенных результатов в обучении.

Структуру модели образовательной программы возможно сформировать в виде иерархического графа, который отражает содержимое предметной области и позволяет гибко формировать индивидуальные образовательные траектории [4]. Основными единицами образовательной программы являются учебные циклы, группирующие, с одной стороны, набор компетенций, которыми должен обладать обучаемый, с другой – набор дисциплин, необходимых для овладения соответствующими компетенциями. Учебные циклы представляют собой соответствие между множеством компетенций и множеством дисциплин, отражающих соответствующие компетенции. Дисциплины делятся на базовые и вариативные. Базовые дисциплины являются обязательными для изучения и определяются требованиями ФГОС. Вариативные дисциплины так же являются обязательными для изучения, но выбор той или иной вариативной дисциплины остается за образовательным учреждением, которое учитывает требования работодателя и сложившуюся ситуацию на рынке труда. Следовательно, выбираются те дисциплины, изучение которых способствует формированию наиболее востребованных компетенций.

Элементарный блок знаний (ЭБЗ) рассматривается нами, как семантически неделимое понятие, представляющее собой минимальную учебно-методическую единицу с точки зрения преподавателя. Под порцией учебного материала или дидактического блока в рамках данной работы будет пониматься тема дисциплины, динамически формируемая в зависимости от индивидуальных особенностей обучающегося.

Разделы, темы и ЭБЗ состоят из двух частей, где базовая часть является обязательной для изучения, а вариативная может определяться успеваемостью обучаемого. Здесь вариативная часть выступает в качестве дополнительных знаний, которыми может овладеть каждый обучаемый в зависимости от индивидуального темпа обучения. Когда обучаемый в достаточной мере овладел базовой частью материала, становится возможным расширить его область знаний за счет вариативных элементов образовательной программы.



Для исследования и последующей реализации возможности настройки системы электронного обучения на индивидуальные особенности обучаемого сформируем формальное представление учебных курсов, ориентируясь на компетентностный подход. Представим структуру предметной области в виде графа связности, отражающего взаимосвязь между ЭБЗ и компетенциями. ЭБЗ представляют собой семантически самостоятельные тексто-графические структуры, представляющие собой минимальные по содержанию высказывания, определяемые законченную мысль в рамках конкретной дисциплины. Компетенция определяет способность учащегося применять на практике ЭБЗ, содержащиеся в предметной области. Степень освоения компетенции предполагается оценивать на этапе тестирования изученных ЭБЗ.

Любая компетенция представляет собой комбинацию знаний, умений и навыков. Соответственно, каждый ЭБЗ должен представлять собой полное описание базового понятия предметной области. Под полным описанием понимается комбинация семантических тексто-графических структур, каждая из которых принадлежит множеству $|TGS| = n\{tgs_i\}$, $i = \overline{1, n}$. К элементам множества TGS относятся такие тексто-графические структуры, как определение, примечание, теорема, пример использования на практике, зависимость от изученных понятий, задачи и упражнения по изучаемому понятию, и другие учебно-методические структуры, позволяющие максимально раскрыть семантику изучаемого понятия в ЭБЗ. В зависимости от специфики предметной области мощность множества $|TGS| = n$ может изменяться, так как определенные тексто-графические структуры могут не использоваться в той или иной предметной области. Представленный способ организации ЭБЗ позволит при контрольном тестировании оценить знания, умения и навыки, которые в конечном итоге формируют определенную компетенцию.

Предложенная форма реализации ЭБЗ реализует основной принцип деятельностной теории, заключающийся в том, что цель обучения – не вооружение знаниями и их накоплением, а формирование умений действовать со знанием дела [5].

Все ЭБЗ должны быть реализованы в нескольких вариантах тексто-графического описания, каждый из которых описывает ЭБЗ на одном из четырех уровней абстракции [6]. Это позволит автоматизированной системе управления обучением формировать индивидуальные образовательные траектории в зависимости от личностного восприятия информации каждым обучаемым.

Вариативная часть ЭБЗ содержит материал для более детального и глубокого разъяснения содержания темы. Использование ЭБЗ в качестве атомарной единицы иерархической структуры образовательной программы позволяет гибко формировать индивидуальную программу обучения, так как в зависимости от индивидуальных особенностей восприятия информации обучаемым формализованная модель предметной области может изменять структуру за счет рационального формирования набора ЭБЗ.

Для формализованного представления компетентностной структуры предметной области опишем каждую тему учебного материала в виде графа связности, вершинами которого являются ЭБЗ. Граф связности ЭБЗ для темы в общем виде представлен на рис. 1.

Формализованное описание ориентированного графа связности GPT представим в виде:

$$GPT = \{V, E\} \quad (1)$$

где $V = \{ebz_i\}$, $i = \overline{1, g}$ – множество вершин графа, представляющих собой ЭБЗ.

Мощность множества $|V| = g$ определяет число ЭБЗ, содержащихся в теме дисциплины.

$E = \{e_i\}$, $i = \overline{1, q}$ – множество ребер графа, соединяющих ЭБЗ. Мощность множества $|E| = q$ определяет число взаимосвязей между ЭБЗ темы.

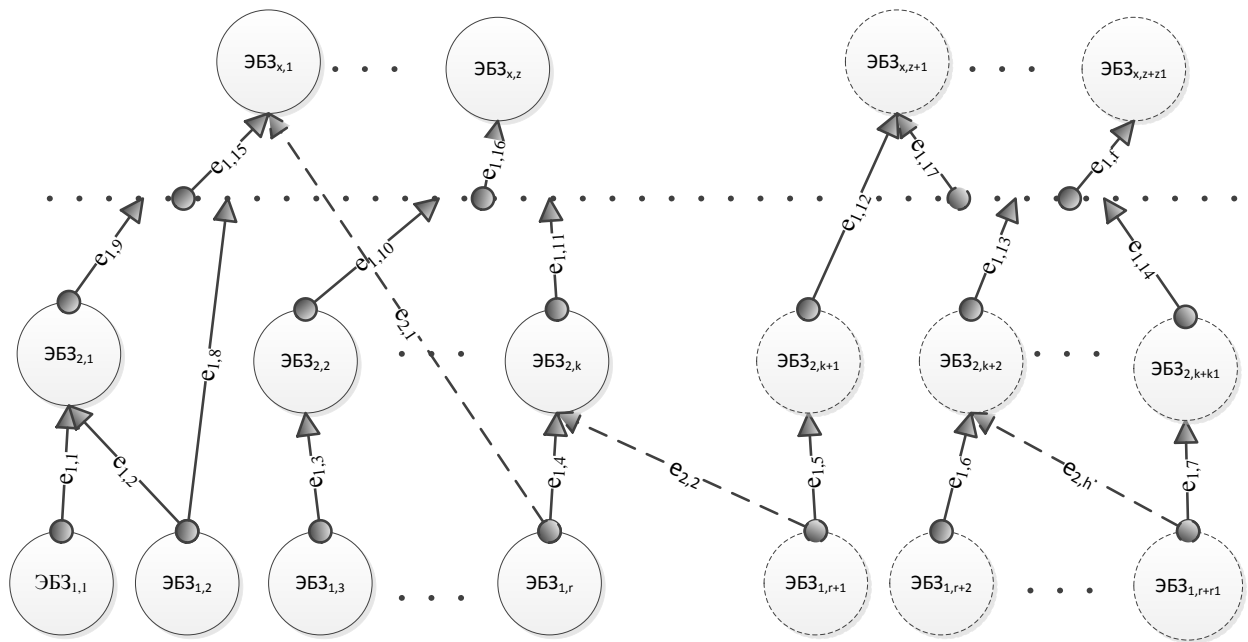


Рис. 1. Ориентированный граф связности ЭБЗ темы

Множество вершин графа V объединяет множества, элементами которых также являются ЭБЗ:

$$V = VB \cup WV \cup VF \tag{2}$$

где $VB = \{ebz_i\}, i = \overline{1, s}$ при $s = k + \dots + z$ – множество вершин графа (1), представляющих собой базовые ЭБЗ. Мощность множества $|VB| = s$ определяет число базовых ЭБЗ, являющихся основополагающими для изучения темы дисциплины. На рисунке 1 базовые ЭБЗ обозначены окружностями, обведенными сплошной линией.

$WV = \{ebz_i\}, i = \overline{1, l}$ при $l = k1 + \dots + z1$ – множество вершин графа (1), представляющих собой вариативные (расширенные) ЭБЗ. Мощность множества $|WV| = l$ определяет число вариативных ЭБЗ, расширяющих знания обучающегося по изучаемой теме дисциплины. На рисунке 1 вариативные ЭБЗ обозначены окружностями, обведенными пунктирной линией.

$VF = \{ebz_i\}, i = \overline{1, q}$ при $q = r + r1$ – множество вершин графа (1), представляющих собой фундаментальные ЭБЗ. Мощность множества $|VF| = q$ определяет число фундаментальных ЭБЗ, которыми необходимо владеть для эффективного изучения темы дисциплины. На рисунке 1 фундаментальные ЭБЗ расположены в нижнем ярусе графа. Фундаментальные ЭБЗ могут быть как базовыми, так и вариативными.

Для выражения (2) выполняется условие $VB \cap WV \cap VF = 0$, то есть в рамках темы один и тот же ЭБЗ может принадлежать лишь одному из трех множеств. Следовательно, выполняется равенство $|V| = |VB| + |WV| + |VF| = s + l + q = g$.

Множество ребер графа (1) E объединяет два множества, элементами которых являются ребра графа (1):

$$E = EF \cup ED \tag{3}$$

где $EF = \{e_{1,i}\}, i = \overline{1, f}$ – множество ребер, связывающих две вершины графа (1) $\{v_1, v_2\}$, представляющих собой фундаментальные связи между ЭБЗ, то есть ЭБЗ, расположенный в вершине v_2 , не может быть изучен без знания ЭБЗ, расположенного в



вершине v_1 . Мощность множества $|EF| = f$ определяет число «фундаментальных» ребер графа (1). На рисунке 1 «фундаментальные» ребра обозначены сплошными ориентированными отрезками.

$ED = \{e_{2,i}\}, i = \overline{1, h}$ – множество ребер, связывающих две вершины графа (1) $\{v_1, v_2\}$, представляющих собой дополнительные связи между ЭБЗ, то есть ЭБЗ, расположенный в вершине v_2 , может быть изучен без знания ЭБЗ, расположенного в вершине v_1 , но его знание облегчает понимание ЭБЗ расположенного в вершине v_2 . Мощность множества $|ED| = h$ определяет число «дополнительных» ребер графа (1). На рисунке 1 «дополнительные» ребра обозначены пунктирными ориентированными отрезками.

При построении графа связности необходимо обеспечить, чтобы количество ребер, связывающих вершины графа, стремилось к максимальному числу, так как чем больше связей, тем шире спектр построения адаптивных образовательных траекторий.

Мощность множества ребер графа (1) соответственно равна $|E| = |EF| + |ED| = f + h = a$.

Вершины графа GPT располагаются на нескольких ярусах. Номер яруса определяется сложностью изучаемого материала. Ребра графа могут связывать вершины, расположенные в различных ярусах. Чем больше расстояние между ярусами двух вершин, тем выше вероятность того, что соединяющее их ребро является дополнительным. Первый ярус графа (рисунок 1) представляет собой множество вершин $VF = \{ebz_{1,i}\}, i = \overline{1, r+r1}$, соответствующих ЭБЗ базового уровня, которыми на момент изучения темы необходимо овладеть. Каждый последующий ярус графа GPT связан с ЭБЗ, расположенными в предшествующих ему ярусах. Организация графа связности ЭБЗ в ярусной форме позволит системе тестирования определять знания обучающегося на каждом отдельном ярусе. Следовательно, если обучающийся прошел тестирование с вопросами, соответствующими уровню материала, содержащегося на третьем ярусе графа, то очевидно, что он успешно пройдет тестирование по материалу, соответствующему первому и второму ярусам графа.

При традиционной последовательности процесса обучения, обучающемуся предоставляется структура темы, состоящая из ЭБЗ, принадлежащих множеству вершин графа GPT , начиная со второго яруса $V_2 = \{ebz_{2,i}\}, i = \overline{1, k+k1}$ и заканчивая множеством вершин $V_x = \{ebz_{x,i}\}, i = \overline{1, z+z1}$. Если в результате входного тестирования определено, что у обучающегося отсутствуют знания, относящиеся к фундаментальным ЭБЗ для данной темы, то множество вершин $VF = \{ebz_{1,i}\}, i = \overline{1, r+r1}$ также включается в состав темы.

Всякая вершина графа (1) для i -й темы может быть базовой для тем с порядковыми номерами, большими i . Следовательно, понятия «базовая» и «вариативная» вершина, а также «фундаментальное» и «дополнительное» ребро, определяются только в рамках темы, так как в других темах они могут быть прямо противоположными.

Определенный ранее граф связности ЭБЗ $GPT = \{V, E\}$ является формализованным представлением иерархической связи ЭБЗ для определенной темы дисциплины. Для того чтобы определить связь между компетенциями и ЭБЗ необходимо определить множество компетенций и граф $GKPT$, описывающий связи между множеством вершин графа GPT и множеством компетенций через соответствия. Компетенции представлены двумя множествами общекультурных компетенций $OK_i = \{ok_i\}, i = \overline{1, n}$ и профессиональных компетенций $PK_i = \{pk_i\}, i = \overline{1, m}$. Введем



универсальное множество компетенций $K = \{k_i\}$, $i = \overline{1, p}$ такое, что $K = OK \cup PK$. В силу того, что $OK \cap PK = 0$, мощность множества $|K| = |OK| + |PK| = n + m = p$. Любой ЭБЗ, включенный в состав темы, участвует в формировании определенной компетенции. При этом каждый ЭБЗ может формировать одну и более компетенций, и каждая компетенция формируется более чем одним ЭБЗ. Определим множество компетенций $KP = \{kp_i\}$, $i = \overline{1, u}$, формируемых ЭБЗ темы. При этом $|K| > |KP| = p > u$.

Исходя из этого, можно определить соответствие $CPK \subseteq V \times KP$ между множеством вершин V графа $GPT = \{V, E\}$ и множеством компетенций KP . В принятых обозначениях, каждый элемент $kp_j \in KP$, соответствующий данному элементу $ebz_i \in V$, представляет собой образ при соответствии CPK . Каждый элемент $ebz_i \in V$ называется прообразом элемента $kp_j \in KP$ при соответствии CPK .

Вершины V графа $GPT = \{V, E\}$ соответствуют компетенциям множества $KP = \{kp_i\}$, $i = \overline{1, u}$, то есть каждой вершине $ebz_i \in V$ может быть поставлена в соответствие компетенция $kp_j \in KP$. Данное соответствие необходимо для организации процесса оценки степени овладения компетенцией в рамках темы по числу формирующих ее ЭБЗ.

Опишем свойства соответствия $CPK \subseteq V \times KP$.

CPK - полностью определенное соответствие, так как область определения $D(CPK) = V$. $\forall ebz_i \in V$, $i = \overline{1, g}$ $\exists kp_j \in KP$ $j = \overline{1, u}$, то есть каждый элемент множества $ebz_i \in V$, $i = \overline{1, g}$ имеет хотя бы один образ во множестве KP .

CPK сюръективно, так как область значений $E(CPK) = KP$. $\forall kp_j \in KP$ $j = \overline{1, u}$ $\exists ebz_i \in V$, $i = \overline{1, g}$, то есть каждому элементу множества $kp_i \in KP$, $i = \overline{1, u}$ соответствует хотя бы один прообраз во множестве V .

CPK является функциональным, так как каждому элементу множества $ebz_i \in V$, $i = \overline{1, g}$ может соответствовать более одного образа во множестве KP .

CPK является инъективным, так как соответствие $CPK \subseteq V \times KP$ не является функциональным и каждому образу из множества $kp_i \in KP$, $i = \overline{1, u}$ соответствует более одного прообраза из множества V .

CPK не является взаимно-однозначным, так как не удовлетворяет условиям функциональности и инъективности.

При формировании матрицы отношения RP в заголовки строк записываются все вершины $ebz_i \in V$, $i = \overline{1, g}$ графа $GPT = \{V, E\}$, а в заголовки столбцов записываются все компетенции $kp_j \in KP$, $j = \overline{1, u}$, где $KP \subset K$. Это позволяет сформировать матрицу отношения RP размера $g \times u$, в которой каждый элемент $rp_{i,j}$, $i = \overline{1, g}$, $j = \overline{1, u}$ определяется следующим образом:

$$rp_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если вершина } v_i \text{ формирует компетенцию } kp_j, \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$



Таким образом, определив отношение $RP \subseteq V \times KP$, устанавливающее связь между ЭБЗ и компетенциями, которые они формируют, можно перейти от графа связности ЭБЗ $GPT = \{V, E\}$ к графу связности компетенций и ЭБЗ (4).

$$GKPT = \{V, E, RP\} \quad (4)$$

Описав все множества и отношения на них в графе (4), необходимо перейти к его матричному виду. Матрица инцидентности MI является наиболее простым способом описания графа 4, при этом в ней можно задать значимость каждой пары вершина-ребро. Для графа $GKPT = \{V, E, RP\}$, описывающего связность компетенций и ЭБЗ темы, элементы на пересечении i -й вершины и j -го ребра матрицы инцидентности $MI = |m_{i,j}|$, $i = 1, g$, $j = 1, u$ размера $g \times u$, будут проставлены следующие значения:

$$m_{ij} = \left\{ \begin{array}{l} -1, \text{ если вершина } ebz_i \text{ является началом ребра } e_j \text{ и при этом выполняется условие} \\ ebz_i \in VB \text{ and } e_j \in EF; \\ 1, \text{ если вершина } ebz_i \text{ является концом ребра } e_j \text{ и при этом выполняется условие} \\ ebz_i \in VB \text{ and } e_j \in EF; \\ -2, \text{ если вершина } ebz_i \text{ является началом ребра } e_j \text{ и при этом выполняется условие} \\ ebz_i \in VB \text{ and } e_j \in ED; \\ 2, \text{ если вершина } ebz_i \text{ является концом ребра } e_j \text{ и при этом выполняется условие} \\ ebz_i \in VB \text{ and } e_j \in ED; \\ -3, \text{ если вершина } ebz_i \text{ является началом ребра } e_j \text{ и при этом выполняется условие} \\ ebz_i \in VV \text{ and } e_j \in EF; \\ 3, \text{ если вершина } ebz_i \text{ является концом ребра } e_j \text{ и при этом выполняется условие} \\ ebz_i \in VV \text{ and } e_j \in EF; \\ -4, \text{ если вершина } ebz_i \text{ является началом ребра } e_j \text{ и при этом выполняется условие} \\ ebz_i \in VV \text{ and } e_j \in ED; \\ 4, \text{ если вершина } ebz_i \text{ является концом ребра } e_j \text{ и при этом выполняется условие} \\ ebz_i \in VV \text{ and } e_j \in ED; \\ -5, \text{ если вершина } ebz_i \text{ является началом ребра } e_j \text{ и при этом выполняется условие} \\ ebz_i \in VF \text{ and } e_j \in EF; \\ 5, \text{ если вершина } ebz_i \text{ является концом ребра } e_j \text{ и при этом выполняется условие} \\ ebz_i \in VF \text{ and } e_j \in EF; \\ 0 - \text{ в остальных случаях.} \end{array} \right.$$

Граф связности (4) не содержит петель. Таким образом, обобщенная матрица инцидентности для графа $GKPT = \{V, E, RP\}$ (рисунок 1) описывает связи компетенций и ЭБЗ. По значениям в матрице инцидентности можно судить о степени усвоения курса обучаемым. Если курс выстроен дидактически грамотно, то в нем число ячеек матрицы инцидентности, содержащих нулевые значения, стремится к нулю.

При последовательном объединении, начиная с нижнего уровня иерархии декомпозиции материала образовательной программы, получим последовательно графы связности компетенций и ЭБЗ отдельных тем $GKPT = \{V, E, RP\}$, граф связности раздела $GKPR = \{V, E\}$, дисциплины $GKPD = \{V, E\}$, учебного цикла $GKPC = \{V, E\}$, и в конечном итоге – граф связности образовательной программы $GKPO$, содержащий все ЭБЗ, необходимые для успешного овладения предметной областью. Таким образом, можно



формально представить граф связности образовательной программы следующим образом:

$$GKPO = \{V, E, RP\} \tag{5}$$

где $|V| = d$ – все ЭБЗ образовательной программы;

$|E| = w$ – все ребра, соединяющие ЭБЗ образовательной программы.

При этом необходимо учесть, что при последовательном объединении графов $GKPT = \{V, E\}$, $GKPR = \{V, E\}$, $GKPD = \{V, E\}$ и $GKPC = \{V, E\}$ многие ЭБЗ будут дублироваться. Это связано с тем, что один и тот же ЭБЗ может быть «фундаментальным» в одной теме и одновременно быть «базовым» или «вариативным» в другой теме. Поэтому мощность вершин графа (5) рассчитывается, основываясь на формуле включения и исключения множеств:

$$\left| \bigcup_{i=1}^g V_i \right| = \sum_{i=1}^g |V_i| - \sum_{i,j=1}^g |V_{i,j}| + \sum_{i,j,k=1}^g |V_{i,j,k}| - \dots + (-1)^{g-1} |V_{i,j,k,\dots,g}| = d \tag{6}$$

Граф $GKPO = \{V, E, RP\}$ представляет собой компетентностную модель образовательной программы, так как на множестве его вершин V и множестве компетенций K задано бинарное отношение RP , устанавливающее взаимосвязь между парами элементов $ebz_i \in V, i = \overline{1, d}$ и $k_j \in K, j = \overline{1, p}$.

Предложенная иерархическая структура позволяет отслеживать состояние овладения компетенциями каждым обучающимся на всех этапах обучения. Кроме того, благодаря представленной структуре можно учесть в модели обучающегося дополнительные сведения, касающиеся индивидуальных особенностей, например, успеваемость, уровень осознанности и другие.

Для задания иерархии изучения программы обучения (5) необходимо описать кортеж SPO , отражающий структуру программы обучения и связи между ее составляющими. Для определения кортежа SPO введем следующие множества:

$T = \{t_i\}, i = \overline{1, n_1}$ множество тем программы обучения;

$R = \{r_i\}, i = \overline{1, g_1}$ множество разделов программы обучения;

$D = \{d_i\}, i = \overline{1, f_1}$ множество дисциплин программы обучения;

$C = \{c_i\}, i = \overline{1, s_1}$ множество учебных циклов программы обучения.

При этом каждый элемент:

$c_i \in C, i = \overline{1, s_1}$ является подмножеством, элементами которого являются $d_j \in D, j = \overline{1, f_2}$, где $d_j \in D, f_2 < f_1$;

$d_i \in D, i = \overline{1, f_1}$ является подмножеством, элементами которого являются $r_j \in R, j = \overline{1, g_2}$, где $r_j \in R, g_2 < g_1$;

$r_i \in R, i = \overline{1, g_1}$ является подмножеством, элементами которого являются $t_j \in T, j = \overline{1, n_2}$, где $t_j \in T, n_2 < n_1$.

Для установления связи между элементами множеств $T = \{t_i\}, i = \overline{1, n_1}$, $R = \{r_i\}, i = \overline{1, g_1}$ и $D = \{d_i\}, i = \overline{1, f_1}$ с целью задания иерархической структуры воспользуемся бинарным отношением квадратного вида RI «быть изученным», так как в заголовках столбцов и строк будут содержаться элементы соответствующих множеств:

$$r_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если элемент множества } v \text{ с номером } i \text{ должен быть изучен перед} \\ & \text{элементом множества } w \text{ с номером } j; \\ 0, & \text{если элемент множества } v \text{ с номером } i \text{ может быть изучен параллельно с} \\ & \text{элементом множества } w \text{ с номером } j. \end{cases}$$

Соответственно, для формализации SPO необходимо задать следующие отношения:

– RI_R «быть изученным» задает порядок изучения тем разделов $R = \{r_i\}$, $i = \overline{1, g_1}$;

– RI_D «быть изученным» задает порядок изучения разделов дисциплин $D = \{d_i\}$, $i = \overline{1, f_1}$;

– RI_C «быть изученным» задает порядок изучения дисциплин учебного цикла $C = \{c_i\}$, $i = \overline{1, s_1}$.

В итоге получаем кортеж, описывающий структуру образовательной программы и порядок изучения элементов, расположенных в ней (7):

$$SPO = \langle C, D, R, T, RI_R, RI_D, RI_C \rangle \quad (7)$$

Таким образом, модульно-компетентностная модель предметной области определяется при помощи следующих формальных конструкций:

– граф связности образовательной программы $GKPO = \{V, E, RP\}$;

– матрица инцидентности $MI = |m_{i,j}|$, $i = \overline{1, g}$, $j = \overline{1, u}$ графа $GKPO = \{V, E, RP\}$;

– кортеж, описывающий структуру образовательной программы и порядок изучения элементов, расположенных в ней SPO (7).

Модель предметной области имеет взаимную обратную связь с компетентностной моделью обучающегося, при этом по степени овладения компетенциями можно судить о соответствующем виде профессиональной деятельности, в котором обучающийся проявит наилучшие результаты. В результате, исходя из компетентностной модели обучающегося, можно установить соответствие между полученным результатом, характеризующим степень овладения компетенциями и видами профессиональной деятельности. Это позволит определить для обучающегося наиболее рациональный вид профессиональной деятельности.

В процессе формирования образовательной программы необходимо учитывать требования работодателя, которые выражаются в виде множества TR , элементами которого являются компетенции. Элементами TR могут быть компетенции, не отраженные в стандартной образовательной программе, при этом для каждой компетенции посредством весовых коэффициентов определена важность. Дополнительные компетенции учитывают специфику деятельности работодателя, когда сотрудники должны обладать определенным набором знаний, умений и навыков, который позволит им максимально эффективно выполнять свои обязанности. С точки зрения обучающегося дополнительные компетенции могут играть важную роль в том случае, когда их освоение способствует карьерному росту.

Элементами каждого вида профессиональной деятельности VPD в нашем случае являются компетенции K . Элементы множества TR практически взаимнооднозначно соответствуют множеству VPD . В случаях, когда специфика деятельности работодателя требует наличия у сотрудников дополнительных компетенций, отсутствующих в образовательной программе, соответствие может нарушаться.

$$(TR \approx VPD) = \{k_i\}, \quad i = \overline{1, y}, \quad \text{где } k_i \in K, \quad y < p \quad (8)$$



Множество VPD образует универсальное множество, описывающее профессиональную деятельность $PD = \{vpd_1, vpd_2, \dots, vpd_k\}$.

Структура образовательной программы (5) отражается множеством K . Исходя из этого, можно оценить потенциальную способность обучающегося к осуществлению определенной профессиональной деятельности. Для получения данной оценки необходимо произвести поочередное пересечение двух множеств $K \cap VPD_i, \text{ где } i = \overline{1, k}, VPD_i \in PD$.

При этом оценивают результаты выполнения следующих условий:

- если $K \cap VPD_i = VPD_i$, то обучающийся полностью освоил компетенции по i -му виду профессиональной деятельности;
- если $K \cap VPD_i \neq VPD_i$, то обучающийся не освоил в полном объеме компетенции по i -му виду профессиональной деятельности.

Соответственно, при выполнении равенства $K \cap VPD_i = VPD_i$ успешное изучение образовательной программы позволяет заниматься i -м видом профессиональной деятельности.

Таким образом, разработана формальная модель предметной области, представляющая собой ориентированный граф связности компетенций и ЭБЗ дисциплин образовательной программы $GKPO = \{V, E, RP\}$, а также кортеж, описывающий структуру образовательной программы и порядок изучения элементов, расположенных в ней $SPO = \langle C, D, R, T, RI_R, RI_D, RI_C \rangle$.

Исследование выполнено в рамках Государственного задания Министерства образования и науки РФ на выполнение НИР подведомственным вузам в 2013 году. Проект № 8.8600.2013.

Литература

1. Соловов, А.В. Электронное обучение: проблематика, дидактика, технология [Текст] / А.В. Соловов. – Самара: Новая техника, 2006. – 464 с.
2. Асадуллаев Р.Г. Повышение качества образования на основе использования автоматизированных обучающих систем [Текст] / Р.Г. Асадуллаев // Математическое и компьютерное моделирование в решении задач строительства, техники, управления и образования: сборник статей XVI Международной научно-технической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА. – 2011. – С. 8-11.
3. Ломакин В.В. Применение алгоритмов адаптации в автоматизированных системах управления процессом обучения [Текст] / В.В. Ломакин, С.С. Трухачев, Р.Г. Асадуллаев // Математическое и компьютерное моделирование в решении задач строительства, техники, управления и образования: сборник статей XVI Международной научно-технической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА. – 2012. – С. 8-11.
4. Ломакин В.В. Автоматизация процесса построения индивидуальных траекторий обучения в системе подготовки кадров промышленных предприятий [Текст] / В.В. Ломакин, Р.Г. Асадуллаев, С.С. Трухачев // Информационные системы и технологии: научно-технический журнал №6 (74). – Орел: Госуниверситет – УНПК. – 2012. – С. 75-84.
5. Атанов, Г.А. Обучение или искусственный интеллект, или основы современной дидактики высшей школы [Текст] / Г.А. Атанов, И.Н. Пустынникова. – Донецк: ДОУ, 2002. – 504 с.
6. Беспалько, В.П. Теория учебника: Дидактический аспект [Текст] / В.П. Беспалько. – Москва: Педагогика, 1988. – 160 с.



DEVELOPMENT OF KNOWLEDGE REPRESENTATION FORMAL MODEL FOR INDIVIDUAL E-LEARNING SYSTEMS

V. V. LOMAKIN
R. G. ASADULLAEV

*Belgorod National Research
University*

e-mail: lomakin@bsu.edu.ru
e-mail: asadullaev@bsu.edu.ru

The structure of a subject area courses, decomposed into elementary blocks of knowledge that enables an adaptive e-learning form individual educational trajectory was proposed. Modular-competence approach was formally described via the directed graph of connectivity of competence and knowledge disciplines building blocks of the educational program.

Keywords: formal model, e-learning, competence-based modular approach, the elementary unit of knowledge, graph of connectivity, the incidence matrix.



УДК 681.324.002.5

О ВОЗМОЖНОСТЯХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ И ВЕРИФИКАЦИИ ОПИСАНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ЛОГИКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Н. Н. КУРТОВ*Белгородский
университет кооперации,
экономики
и права**e-mail:**nik.kurtov@yandex.ru*

На примере разработанного алгоритма составления описания внутренней логики информационных процессов анализируются возможности и ограничения автоматизированного формирования и верификации этого описания. Анализ базируется на использовании подобных методов реализации, используемых в программно-инструментальных средствах верификации и редактирования диаграмм потоков данных.

Ключевые слова: верификация, миниспецификации, информационные процессы, диаграммы потоков данных.

Создание и широкое распространение автоматизированных инструментальных средств поддержки процессов моделирования и разработки информационных систем, получивших наименование CASE-средств и систем (Computer Aided Software/System Engineering), способствовало существенному сокращению трудоемкости и повышению качества проектирования не только вследствие автоматизации процессов создания и редактирования многих технологических операций, поддержки целостности метаинформации проекта и согласованности его версий и т.д., но и благодаря возможностям автоматизированного обнаружения (верификации) проектных ошибок. Однако во многих CASE-средствах и системах такие возможности реализованы в далеко недостаточной мере либо не реализованы вообще. Это обусловлено сложностью проблемы верификации, для решения которой используются различные подходы [1, 4, 5] принимаются многолетние международные проекты по разработке «целостного автоматизированного набора инструментов для проверки корректности ПС» [3]. Однако должной реализации эти направления еще не получили.

К числу практически неавтоматизированных процедур в таких системах относится составление описания внутренней логики (миниспецификаций) информационных процессов самых нижних уровней иерархии диаграмм потоков данных (ДПД). Вместе с тем, централизованное хранение в базе данных проекта CASE-системы многочисленных сведений о разрабатываемых моделях в целом и о каждом из их элементов, создает определенные возможности не только автоматизировать многие шаги процедуры создания этих миниспецификаций (МС), но и верифицировать ряд возможных ошибок их составления. Косвенным подтверждением таких возможностей может служить, например, механизм макетирования проектных документов Документатором CASE.Аналитика [2], а также возможности по обнаружению отсутствующих или неиспользуемых (не востребуемых) данных при верификации содержания накопителей (хранилищ) данных.

Рассмотрим такие возможности на примере алгоритма составления текста миниспецификации информационных процессов, выделенного ниже курсивом (для того, чтобы не смешивать его с аргументацией возможностей автоматизированного создания и верификации текста МС в CASE-системах). С аналогичной целью фрагменты формируемого таким образом текста МС будут выделены угловыми (< >) скобками, а условные имена элементов ДПД (наименования процессов, внешних сущностей, потоков и накопителей данных) – фигурными ({}) скобками.

1. Из потоков данных, входящих в рассматриваемый информационный процесс, выбрать такой, который инициирует (стартует, запускает) выполнение данным процессом определенных действий, соответствующих его наименованию и направ-



ленных на выполнение определенных операций с использованием данных, поступивших в описываемый процесс в составе этого входного потока.

Примечание 1а. Если в числе входных потоков данных имеются несколько таких, которые могут инициировать начало выполнения рассматриваемым процессом различных операций, независимых одна от другой, то выбор одного из них в качестве самого первого для начала описания внутренней логики (миниспецификации) принципиального значения не имеет.

2. Указать имя этого входного потока в строке миниспецификации, начинающейся с оператора ЕСЛИ. Например, «ЕСЛИ поступили сведения о платеже» или «ЕСЛИ пришел запрос отчета о продажах» и т.п.

Полная автоматизация выполнения данных пунктов алгоритма невозможна ввиду отсутствия в базе данных проекта (БДП) CASE-системы сведений о составе входных потоков, отвечающих признакам, указанным в данных пунктах. Однако его частичная автоматизация может быть реализована, например, путем двойного щелчка «мыши» по одному из таких потоков. В режиме формирования миниспецификаций данная операция должна завершаться автоматизированным формированием первой строки МС, например, следующего содержания:

<ЕСЛИ поступил {А}>

где А – имя входного потока, удовлетворяющего требованиям, указанным в

п. 1.

Примечание 1б. В число входных потоков данных, с упоминания наименований которых начинается описание миниспецификации (в соответствии с пунктом 1 и примечанием 1а), не должны входить потоки данных, которые могут поступать в описываемый процесс из других информационных процессов, внешних сущностей или накопителей (хранилищ) данных только в ответ на запрос, формируемый этим же процессом.

Выполнение данного условия может быть однозначно (автоматически) реализовано верификатором для последнего из элементов ДПД, перечисленных в данном примечании. При этом возможны два варианта такой реализации:

1) в режиме (в процессе) верификации МС выдать сообщение типа <ОШИБКА: входной поток данных {А}, не может инициировать выполнение действий данным процессом, т.к. поступает из накопителя (хранилища) данных>;

2) выдать аналогичное сообщение-предупреждение в режиме (в процессе) такого (полу-) автоматизированного составления текста МС.

2а. Если для выполнения рассматриваемым процессом каких-либо операций недостаточно поступления на его вход только одного потока, имя которого уже указано в строке миниспецификации, начинающейся с оператора ЕСЛИ, а необходимо наличие дополнительных данных, содержащихся в других входных потоках, очередность (последовательность) поступления которых в данный процесс не имеет значения, то перечислить наименования таких дополнительных входных потоков данных в этой же строке в произвольном порядке с использованием оператора И.

На данный пункт алгоритма распространяется комментарий к пункту 1, за исключением его последнего предложения, в котором вместо <ЕСЛИ поступил {А}>, в текст МС в той же или в новой строке следует ввести:

<И {В} И {С}>

где В и С – имена входных потоков, удовлетворяющих требованиям, указанным в пункте 2а, процедура автоматизированного ввода которых в текст МС может быть аналогична описанной в комментарии к пункту 1.

2б. Если же для выполнения процессом определенных действий необходима определенная очередность поступления тех или иных входных потоков, которые поступают в данный процесс из других процессов либо внешних сущностей без специальных запросов, формируемых данным процессом, то для каждого из этих входных потоков данных необходимо использовать отдельные операторы ЕСЛИ, которые называют «вложенными ЕСЛИ», после каждого из которых указывается имя одного из дополнительных входных потоков данных. Каждый из таких вложенных опера-



торов ЕСЛИ должен записываться с новой строки с отступом вправо на 4-6 символов от первого символа оператора ЕСЛИ, записанного в предыдущей строке миниспецификации.

На данный пункт алгоритма распространяется комментарий к пункту 1, за исключением его последнего предложения, вместо которого следует автоматически реализовать условия, отмеченные в пункте 2б. Технология практической реализации данного (как и 1-го) пункта, технических трудностей не вызывает.

3. С новой строки, начинающейся под первым символом самого последнего из предыдущих операторов ЕСЛИ, указать оператор ТО, после которого сформулировать действия (операции), которые должен выполнить данный процесс после воздействия (поступления на его вход) потоков данных, имена которых указаны в предыдущей строке (или строках) после оператора (операторов) ЕСЛИ. А далее, в той же или новой строке, после оператора И указать: кому или куда должен быть отправлен результат выполнения данного действия (операции), имя которого необходимо указать в виде имени одного или нескольких выходных потоков данных. Например, «ТО сформировать документ... И направить его в ...», «ТО сформировать Платежное поручение И направить его в Банк», «ТО рассчитать ... И направить результаты расчета в процесс... И в БД1» и т.п.

Возможности автоматизации данного пункта существенно ограничены отсутствием в БДП сведений о конкретных операциях информационных процессов по формированию выходных потоков данных в случаях выполнения условий, перечисленных после соответствующих операторов ЕСЛИ. Тем не менее, поскольку описание этих операций в любом случае должно быть завершено строкой, указывающей наименование результата данной операции и направления его перемещения из данного процесса в виде одного или нескольких выходных потоков данных, то для автоматизированного формирования такой завершающей строки достаточно щелкнуть мышью по соответствующему выходному потоку (или потокам), после чего CASE-система может автоматически сгенерировать строку:

< И направить{D} в {X} (и {E} в {Y}) >

где D и E – имена указанных выходных потоков данных;

X и Y – имена внешних сущностей, накопителей данных или других информационных процессов, в которые направлены указанные выходные потоки данных.

4. В новой строке, начинающейся с той же позиции, что и первые символы самых последних операторов ЕСЛИ и ТО, разместить оператор КОНЕЦ ЕСЛИ.

4а. Для ситуаций, описанных в подпунктах 2а и 2б, в следующей новой строке разместить новый оператор КОНЕЦ ЕСЛИ, первый символ которого должен совпадать с расположением первого символа оператора ЕСЛИ, предшествующего упомянутому последним, и т.д. до аналогичного размещения в новой строке оператора КОНЕЦ ЕСЛИ, соответствующего самому первому оператору ЕСЛИ в данном фрагменте миниспецификации.

Для автоматизированной реализации этих пунктов достаточно выбрать в панели инструментов заранее заготовленную иконку (значок, пиктограмму) и щелкнуть по ней столько раз, сколько раз упоминались предыдущие операторы ЕСЛИ. При этом в отличие от неавтоматизированного варианта составления текста МС, можно легко обеспечить размещение первых символов операторов КОНЕЦ ЕСЛИ строго под первыми символами соответствующих им операторов ЕСЛИ.

4б. Если же помимо сведений, полученных из одного либо нескольких входных потоков данных, для выполнения процессом необходимой операции требуются также и другие сведения, которые не приходят в данный процесс без специального запроса на них, формируемого описываемым процессом, то прежде чем начинать описание таких операций или действий в строке, начинающейся с оператора ТО, следует указать операцию направления такого запроса. Например, «ТО направить запрос сведений о клиенте в БД2» или «ТО запросить данные о наличии товара на складе».



Примечание 4б1. Выходные потоки, отображающие такие запросы в накопители данных на ДПД при этом могут не указываться, чтобы не загромождать диаграмму «лишними» потоками данных. Однако запросы в другие (не пассивные) компоненты ДПД, формируемые описываемым процессом, например, во внешние сущности или в другие процессы, показывать в виде потоков данных с именем «Запрос ...» необходимо.

Поскольку на ДПД указанные запросы уже представлены в виде выходных потоков данных, направленных к соответствующим элементам ДПД, то для автоматизации данных пунктов достаточно указать (щелкнуть) «мышью» соответствующие потоки, после чего CASE-система может автоматически сформировать соответствующие строки миниспецификации, начинающиеся с операторов ТО и последующим указанием имен запросов, и завершающихся указанием имен внешних сущностей, накопителей данных или других информационных процессов, в которые направлены указанные выходные потоки данных.

4в. С новой строки, начинающейся с нового оператора ЕСЛИ, записанного со смещением вправо относительно последнего оператора ТО, указать результат запроса, отображаемый на ДПД в виде входного потока данных, предназначенного для изображения ответа на запрос.

4в1. При этом, для случая, когда результат запроса окажется положительным, т.е. запрашиваемые сведения имеются в наличии и поступают в данный процесс, после констатации данного факта в виде вложенного ЕСЛИ (например, «ЕСЛИ сведения о клиенте в БД2 имеются» или «ЕСЛИ данные о необходимом товаре из БД1 поступили») выполнить пункт 3 настоящих рекомендаций.

Автоматизация выполнения данного пункта и подпункта алгоритма может быть выполнена путем формирования строки МС, отражающей положительный результат запроса (см. подпункт 4в1). Для этого достаточно щелкнуть мышью входной поток, отражающий результат запроса, и сформировать строку типа:

<ЕСЛИ запрашиваемые данные из {X} (и {Y}) поступили>

Остальные возможности и ограничения автоматизированного формирования следующей строки МС, начинающейся с оператора <ТО ...>, а также строки типа

< И направить {D} в {X} (и {E} в {Y}) >

совпадают с описанными в комментарии к пункту 3.

4в2. Если же результат запроса окажется отрицательным, т.е. запрашиваемых сведений в наличии не окажется, то возможны, как минимум, два варианта дальнейших действий описываемого процесса:

Направить из этого процесса выходной поток в сторону получателя, ожидающего результат выполнения операции данным процессом, с извещением об отсутствии сведений, необходимых для выполнения заданной операции;

Не направлять никуда никаких сообщений, извещений и ответов.

Для отображения 1-й ситуации следует использовать оператор ИНАЧЕ (размещаемый с новой строки, начинающейся с той же позиции, на которой расположены самые последние ЕСЛИ и ТО), после которого формулируются действия, которые следует выполнить при отсутствии необходимых данных, например, «ИНАЧЕ направить ответ об отсутствии данных о клиенте», а в новой строке, начинающейся с той же позиции, что и самые последние ЕСЛИ, ТО и ИНАЧЕ, разместить оператор КОНЕЦ ЕСЛИ.

Для отображения 2-й ситуации, строку с оператором ИНАЧЕ можно опустить и оставить только строку с оператором КОНЕЦ ЕСЛИ, размещенным начиная с той же позиции, что и самые последние ЕСЛИ и ТО.

Как видно из описания действий, которые следует предпринять в случае отрицательного результата запроса, автоматизация формирования данного фрагмента МС сводится к размещению в указанных позициях для первой ситуации двух строк типа:

<ИНАЧЕ направить ответ об отсутствии данных>

<КОНЕЦ ЕСЛИ>

а для второй ситуации – одной строки с оператором <КОНЕЦ ЕСЛИ>.:



5а. Если никакие другие действия после завершения операций, указанных в пунктах 2 – 4 (включая при необходимости подпункты 4а, 4б, 4в1 и 4в2) выполнять описываемым процессом не требуется, то в новой строке необходимо разместить оператор КОНЕЦ ЕСЛИ, первый символ которого должен размещаться в той же позиции, что и первый символ предпоследнего оператора ЕСЛИ, а в следующей новой строке разместить новый оператор КОНЕЦ ЕСЛИ, первый символ которого должен совпадать с расположением первого символа оператора ЕСЛИ, предшествующего упомянутому последним, и т.д. до аналогичного размещения в новой строке оператора КОНЕЦ ЕСЛИ, соответствующего самому первому оператору ЕСЛИ в данном фрагменте миниспецификации.

Автоматическое формирование данного фрагмента МС, как видно из его описания, еще проще, чем предыдущего.

5б. Если же после завершения всех действий, описанных в предыдущих фрагментах миниспецификации, включая безальтернативные, т.е. завершаемые оператором КОНЕЦ ЕСЛИ без предшествующего ему оператора ИНАЧЕ, невыполнение очередного условия, указанного в строке с предыдущим вложенным ЕСЛИ, требует выполнения процессом каких-либо действий, то в новой строке, начинающейся с оператора ИНАЧЕ, необходимо указать эти альтернативные действия, а в новой строке, начинающейся с той же позиции, что и самый последний оператор ИНАЧЕ, разместить оператор КОНЕЦ ЕСЛИ.

Комментарии о возможностях и ограничениях автоматизированного формирования данного фрагмента МС аналогичны комментарию к пункту 3 с единственным отличием: заменой оператора <ТО> на оператор <ИНАЧЕ>.

6. Проверить наличие других (еще не упомянутых в данной миниспецификации) потоков данных, поступление которых на вход данного процесса также инициирует новые действия. Если такие еще есть, то повторять пункты 1 – 5 («а» или «б») столько раз, сколько таких входных потоков или групп взаимодополняющих потоков еще осталось.

Данный пункт алгоритма, как видно из его описания, в особых комментариях не нуждается.

7. Если после завершения описания миниспецификации в ней оказались не упомянутыми еще какие-то входные или выходные потоки данных, то проверить: действительно ли они нужны для выполнения данным процессом его функций.

Если не нужны, то удалить их.

Если же нужны, то дописать миниспецификацию по правилам 1 – 6 с обязательным упоминанием наименований этих потоков.

8. С целью самопроверки логической завершенности описания миниспецификаций отдельных процессов рекомендуется также проверить равенство суммарного количества операторов ЕСЛИ количеству операторов КОНЕЦ ЕСЛИ для каждого специфицируемого процесса и при обнаружении такого неравенства устранить его путем добавления строк с упущенными операторами КОНЕЦ ЕСЛИ, начинающихся с первых позиций соответствующих им операторов ЕСЛИ.

Автоматизация выполнения пунктов 7 и 8 также не вызывает никаких технических проблем. Более того, она может составлять часть операций по верификации МС, которая, например, в CASE-Аналитике и многих других CASE-системах отсутствует полностью.

В составе операций автоматизированной верификации могут быть реализованы не только процедуры автоматизированного обнаружения, например, входных или выходных потоков данных, не упомянутых в тексте МС. Верификатор можно использовать также в роли советчика или «консультанта-подсказчика», помогающего не только обнаружить ошибки в миниспецификациях, но и исправить их.

Так, например, в случае обнаружения выходных потоков данных, не упомянутых в тексте МС, верификатор может предложить систему подсказок, алгоритм формирования которых можно представить на языке миниспецификаций в следующем виде:



ЕСЛИ в составе выходных потоков специфицируемого процесса имеется такой, имя которого (В) отсутствует в тексте создаваемой МС;
 ТО проверить необходимость в данном потоке
 ЕСЛИ поток В необходим,
 ТО проверить наличие входных потоков на ДПД, являющихся исходными для получения потока В;
 ЕСЛИ на ДПД имеются такие входные потоки,
 ТО дополнить МС упоминанием потока В в пропущенном месте.
 ИНАЧЕ дополнить ДПД новыми входными потоками и перейти в пункт 6 алгоритма автоматизированного формирования МС.
 КОНЕЦ ЕСЛИ
 ИНАЧЕ удалить поток В
 КОНЕЦ ЕСЛИ

КОНЕЦ ЕСЛИ

Что же касается наличия на ДПД таких входных потоков данных, имена которых не упоминаются в тексте МС, то использование рассмотренного алгоритма формирования текстов МС исключает возможность появления ошибок такого типа благодаря пункту 6.

Таким образом, использование даже частичной автоматизации процесса формирования текстов внутренней логики информационных процессов снижает количество возможных ошибок в тексте МС благодаря принудительному исключению многих возможных неточностей текстового описания и напоминаниям об основных процедурах их последовательного формирования. Реализация такой частичной автоматизации возможна в диалоговом режиме, то есть вопросно-ответным методом, логика и последовательность выполнения которого задается приведенным алгоритмом.

Литература

1. Калянов Г.Н. Консалтинг при автоматизации предприятий. Подходы, методы, средства. Серия «Информационные технологии и проектирование информационных систем». – М.: СИНТЕГ, 1997. – 316 с.
2. Куртов Н.Н. Формирование структуры и автоматизированное создание проектных документов с использованием CASE. Аналитика. // Инновационные технологии в кооперативном образовании как фактор развития экономики: Материалы международной научно-практической конференции 22 – 24 апреля 2009 года. В 7 ч. – Белгород: Кооперативное образование, 2009. – Ч. 3. – С. 35-41.
3. Лаврищева Е.М., Петрухин В.А. Методы и средства инженерии программного обеспечения. – М.: МФТИ (ГУ), 2006. – 304 с.
4. Тюгашев А.А. Автоматизация спецификации, верификации и синтеза управляющих программ реального времени с применением логического и алгебраического подходов / А.А. Тюгашев // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2007. – № 7. – С. 46-51.
5. Тюгашев А.А. Визуальный подход к верификации управляющих программ реального времени / А.А. Тюгашев, А.Ю. Богатов, А.В. Шульдин // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва. – 2012. – №1(32). – С. 219-225.

ABOUT THE POSSIBILITIES OF AUTOMATED FORMATION AND VERIFICATION OF THE DESCRIPTION OF INTERNAL LOGIC OF INFORMATION PROCESSES

N. N. KURTOV

*Belgorod University
of Cooperation, Economics
and Law*

*e-mail:
nik.kurtov@yandex.ru*

On example of the developed algorithm of the automated formation of description of internal logic of information processes, analyzed the possibilities and limitations of such automated creation and verification. This analysis is based on similar implementation methods, which used in software tools for verification and editing of data flow diagrams.

Keywords: verification, mini-specification, informational processes, data flow diagrams.



РАЗРАБОТКА МОДИФИЦИРОВАННОГО АППАРАТА СЕТЕЙ ПЕТРИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ С ПЕРЕМЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ РЕСУРСОВ

Т. Ю. САВВА

*Государственный
университет –
учебно-научно-
производственный
комплекс,
г. Орел*

*e-mail:
t.savva@mail.ru*

Представлен анализ подходов к моделированию систем с переменными характеристиками используемых ресурсов на основе модификаций аппарата сетей Петри. Предложен подход к моделированию указанного вида систем, позволяющий учитывать выделенные присущие им особенности с помощью модифицированного автором аппарата сетей Петри. Указанный подход может быть использован для исследования широкого класса организационно-технических и производственных систем.

Ключевые слова: сети Петри и их модификации, моделирование систем, использование ресурсов с изменяющимися характеристиками.

Введение.

Аппарат сетей Петри и его модификации являются мощными средствами моделирования поведения различного рода систем. Разнообразие модификаций сетей Петри обусловлено необходимостью учета специфических особенностей моделируемых систем в рамках конкретной постановки задачи. Предметом нашего рассмотрения в данной статье является анализ применимости существующих модификаций сетей Петри к моделированию поведения систем с переменными характеристиками используемых ресурсов с последующей разработкой модифицированного аппарата сетей Петри, наиболее полно отражающего специфику указанного вида систем.

1. Особенности систем с переменными характеристиками используемых ресурсов

Рассматриваемый класс систем характеризуется следующими особенностями:

- совокупность используемых ресурсов подразделяется на два непересекающихся множества: предназначенные для обработки с ограниченным сроком годности (ингредиенты) и используемые в качестве средства обработки (инструменты);
- каждый i -ый вид ингредиента ($i=1, \dots, N$) описывается $f(i)=\{x_p | p=1, 2, \dots\}$ параметрами; каждый j -ый вид инструмента ($j=1, \dots, M$) описывается $g(j)=\{y_p | p=1, 2, \dots\}$ параметрами;
- поступление i -го вида ингредиента в систему осуществляется партиями k_i ($k_i=1, \dots, V_i$) и распределено во времени согласно заранее составленному плану;
- значения подмножества параметров $f^*(i) \subseteq f(i)$ для каждого i -го вида ингредиента устанавливаются отдельно по каждой партии k_i ;
- поступление i -го вида ингредиента на обработку на j -ом виде инструмента влечет за собой изменения значений подмножества параметров $f^*(i)$;
- параметр $x_1 \in f^*(i)$ задает объем k_i партии i -го вида ингредиента; параметр $y_1 \in g(j)$ задает количества j -го вида инструментов;
- порядок обработки N видов ингредиентов с помощью M видов инструментов задается множеством работ $L=\{l_r | r=1, 2, \dots\}$, где каждая l_r -ая работа описывается четверкой параметров:

$$l_r = \langle M_{\text{before}}(r), q(r), t(q(r), j), M_{\text{after}}(r+1) \rangle,$$

где $M_{\text{before}}(r)$, $M_{\text{after}}(r)$ – подмножества видов инструментов, используемых на непосредственно предшествующих и последующих работах соответственно, $M_{\text{before}}(r) \subseteq M$, $M_{\text{after}}(r) \subseteq M$;
 $q(r)$ – подмножество ингредиентов в заданном объеме работы r , полученных в результате работы $r-1$;



$t(q(r), j)$ – время обработки подмножества ингредиентов $q(r)$ с помощью инструмента j при выполнении работы r ;

- время нетехнологического пролёживания ингредиентов может быть ограничено.

Согласно описанному способу задания отношений между множествами ингредиентов и инструментов, множество работ L может быть представлено в виде ориентированного графа $G = \langle U, W \rangle$, где U – множество узлов, соответствующих работам, W – множество направленных дуг, связывающих пары узлов таким образом, что начальный узел соответствует работе, непосредственно предшествующей работе, осуществляемой в конечном узле. Последовательность дуг от узла u' до u'' определяет путь перемещения ингредиентов, при этом узел u' соответствует работе r' , для которой $M'_{\text{before}}(r') = \emptyset$, а узел u'' – работе r'' , для которой $M'_{\text{after}}(r'') = \emptyset$.

Однако представление рассмотренного типа систем с помощью орграфа не является исчерпывающим с точки зрения выделенных особенностей. Вследствие чего в [3] нами были проанализированы подходы к построению математической модели такого рода систем, позволяющих учесть присущую им специфику. По нашему мнению, среди рассмотренных подходов наиболее удачен подход, основанный на аппарате сетей Петри, дополненном определенными функциональными возможностями.

2. Анализ применимости сетей Петри и их основных модификаций к моделированию систем с переменными характеристиками используемых ресурсов

В зависимости от характеристик исследуемых систем при моделировании в настоящее время используются различные модификации аппарата сетей Петри. В общем случае для известных [1-2] [6] модификаций сетей Петри справедливы следующие положения:

- в сети определены два непересекающихся подмножества вершин, ассоциируемых с вершинами-позициями и вершинами-переходами соответственно;
- между вершинами разных подмножеств установлены отношения инцидентности;
- выполнением сети управляют число и распределение маркеров (фишек);
- сеть может быть представлена в виде двудольного орграфа, узлами которого являются вершины-позиции и вершины-переходы, а дуги отражают заданные отношения инцидентности между вершинами разных типов.

Дж. Питерсон в своей работе [2] отмечает, что принципиальные отличия между определениями сетей Петри, предложенными различными авторами, заключаются в наличии возможности задания кратных дуг, петель в сети, а также в наличии или отсутствии требования пустых выходных вершин-позиций для разрешенности перехода. В настоящее время к основным модификациям сетей Петри относят: временную, стохастическую, функциональную, цветную, ингибиторную, иерархическую, WF -сеть, E -сеть, Комби-сеть и др.

Пусть для рассматриваемой системы задана модифицированная сеть Петри, где вершины-переходы соответствуют ресурсам-инструментам, вершины-позиции отождествляются с определенным состоянием ресурсов-ингредиентов, которое описывается значениями их параметров. Под маркером понимается партия некоторого ресурса-ингредиента в установленном объеме. Следовательно, наличие маркера в вершине-позиции однозначно определяет количественную и качественную характеристики партии ресурса-ингредиента. Выполнение модифицированной сети Петри – есть последовательное изменение соответствующих количественной и качественной характеристик для множества партий всех видов ресурсов-ингредиентов, поступающих в определенные модельные моменты времени, в результате срабатывания вершин-переходов.

Согласно выделенным особенностям систем с переменными характеристиками ресурсов их моделирование на основе аппарата сетей Петри требует его модификации путем включения ряда дополнительных описательных свойств таких, как:



– **выделение начальной (-ых) и конечной (-ых) вершин-позиций.** Для каждого вида ресурса-ингредиента должна быть определена пара вершин-позиций, где, соответственно, генерируется маркер при моделировании события поступления ресурса-ингредиента в систему, а также где маркер удаляется из модели, если предусмотренный структурой сети путь полностью пройден. Таким образом, по аналогии с *WF*-сетями, в графе модифицированной сети Петри можно выделить один или более путей перемещения маркеров, за исключением того, что в *WF*-сети предполагается наличие одной начальной и одной конечной вершины-позиции, что соответствует началу и концу выполнения комплекса работ. В разрабатываемой модифицированной сети Петри число таких вершин-позиций теоретически неограниченно, и, соответственно, завершение каждого из множества путей для каждого маркера интерпретируется, как выполнение одного из процессов, присущих моделируемой системе;

– **возможность установления временной задержки.** Идея установления задержки для вершин-переходов реализована в временных сетях Петри и *E*-сетях. В разрабатываемой модифицированной сети Петри такая задержка необходима для вершин-переходов, чтобы учесть время обработки подмножества ингредиентов с помощью инструмента;

– **определение допустимых интервалов между срабатыванием вершин-переходов.** Данная проблема может быть решена путем установления допустимых временных интервалов для вершин-позиций. Установление временных задержек для вершин-позиций допускает аппарат временных сетей Петри;

– **обеспечение возможности разделения доступа к ресурсам с постоянными характеристиками (ресурсам-инструментам).** В общем случае аналогичные проблемы рассматривались в ходе решения ряда задач синхронизации, где на срабатывание вершин-позиций накладываются ограничения за счет установления определенной структуры сети. Среди таких них можно назвать задачу о взаимном исключении, о чтении/записи, о производителях/потребителях, об обедающих мудрецах и др. Представленные в литературе подходы к решению большинства задач синхронизации сводятся к введению с сеть одной или более вершин-позиций, выполняющих функцию буфера. В случае, если необходимо обеспечить блокировку доступа процессов к критическому участку на период его резервирования каким-либо одним процессом (задача о взаимном исключении), достаточно установить буферную вершину позицию таким образом, что помещение в нее маркера соответствует ситуации снятия блокировки на критический участок для множества процессов, а извлечение сигнализирует о том, что один из процессов резервирует данный участок. Если постановка задачи предполагает синхронизацию процессов на основе установления ограничений на число маркеров в специально создаваемых буферных вершинах-позициях (например, задача о производителях/потребителях, о чтении/записи), то ее решение также может быть получено на основе аппарата сетей Петри, но требует отслеживания выполнения заданного ограничения при каждом событии перемещения маркеров в или из буферной вершины-позиции. Одним из самых популярных механизмов синхронизации был предложен Дейкстрой [2] и заключается в установлении *P*- и *V*-операции, уменьшающих и увеличивающих значение инцидентной им вершины-семафора (по сути, буферной вершины-позиции) соответственно. Важным условием при построении модифицированных сетей Петри, реализующих подход Дейкстры, является требование примитивности вводимых *P*- и *V*-операции. Это означает, что никакая другая операция не может изменить значение вершины-семафора одновременно с ними.

Для решения задачи моделирования рассматриваемого класса систем можно использовать комбинацию подхода к решению задачи о взаимном исключении и подхода Дейкстры о включении в сеть *P*- и *V*-операции. На рисунке 1 представлено схематичное объединение указанных подходов на примере фрагментов сетей Петри, в которой необходимо реализовать разделение доступа к ресурсам. Здесь в сеть добавлена буферная вершина S_b , в которой может находиться не более b -маркеров. Между вершинами-переходами T_1 и T_2 и буферной вершиной установлены дуги, отражающие отношения инцидентности между указанными вершинами. Для вершин-переходов, согласно выше ска-

занному, установлены временные задержки. Таким образом, срабатывание вершины-перехода T_1 (T_2) возможно, когда фактическое число маркеров $fact(S_b)$ в вершине S_b больше нуля, т.к. оно по определению неотрицательно, а для допустимости вершины-перехода необходимо наличие хотя бы одного маркера во всех входящих вершинах-позициях; само срабатывание требует выполнения P-операции, для которой:

$$fact^P(S_b) = fact(S_b) - 1,$$

где $fact^P(S_b)$ – фактическое число маркеров в вершине S_b после срабатывания; высвобождение вершины-перехода по истечении временной задержки сопровождается выполнением V-операции, для которой:

$$fact^V(S_b) = fact(S_b) + 1,$$

где $fact^V(S_b)$ – фактическое число маркеров в вершине S_b после высвобождения вершины-перехода.

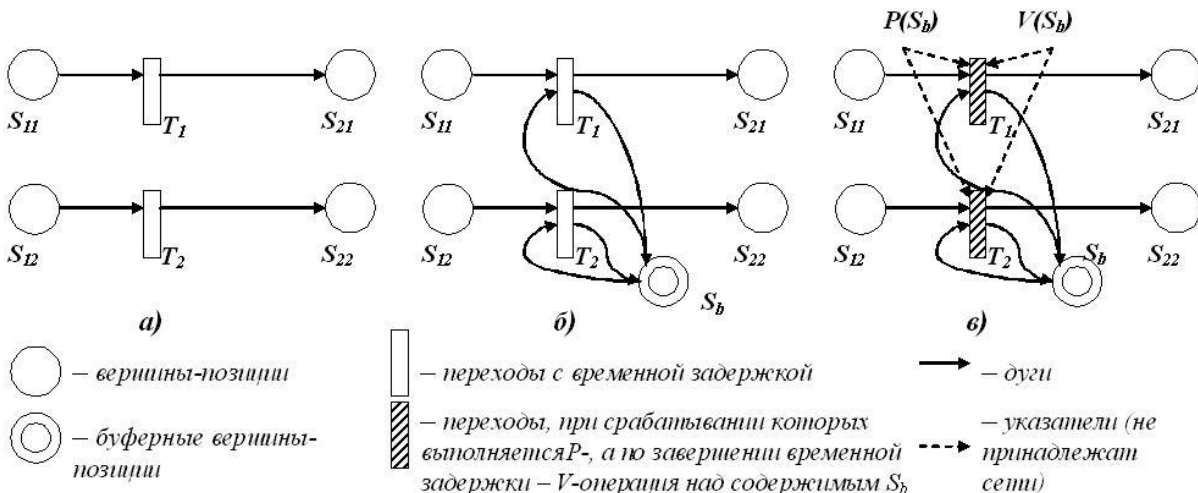


Рис. 1. Моделирование процессов с разделением доступа к общему ресурсу на основе комбинации существующих подходов к модификации аппарата сетей Петри

Отдельного рассмотрения требует случай, когда вершина-переход обладает емкостью, отличной от единицы, т.е. имеет место разделение представленного в ограниченном количестве ресурса при срабатывании перехода для кратного числа комплектов маркеров во входящих вершинах. Эта ситуация также может быть смоделирована в рамках предложенного комбинированного подхода и представляет собой частный случай, где только одна вершина-переход связана с буферной вершиной-позицией;

– **установление функций для определения разрешенности вершин-переходов, использующих в качестве параметров изменяющиеся значения характеристик используемых ресурсов (ресурсов-ингредиентов).** Прежде всего, следует отметить, что с учетом постановки задачи и описанных выше модификаций необходимо выделить маркеры-ингредиенты и буферные маркеры. При этом партия некоторого ресурса-ингредиента в установленном объеме в сети отображается как маркер-ингредиент, а буферные маркеры находятся в соответствующих буферных вершинах-позициях, а извлекаются оттуда и вновь помещаются только в результате выполнения P- и V-операций инцидентных конкретной буферной вершине-позиции вершин-переходов. Движение маркеров-ингредиентов возможно по всем вершинам-позициям, кроме буферных. Таким образом, разрабатываемая модифицированная сеть Петри является цветной.

Согласно постановке задачи, для каждой партии ресурсов-ингредиентов могут быть заданы значения множества параметров, первый из которых характеризует количественную оценку партии. Известно, что именно значение этого параметра в наибольшей степени подвержено изменениям для рассматриваемой предметной области. Кроме того, значение этого параметра оказывает влияние на путь перемещения маркеров-ингредиентов, моделирующих движение партий ресурсов-ингредиентов. Описанный выше подход к соотношению части качественных характеристик ресурсов-

ингредиентов с положением в них маркеров был предложен в ходе исследований по моделированию сетями Петри химических систем. Однако для рассматриваемой задачи соответствующую модификацию сети необходимо дополнить указанием ряда характеристик и, прежде всего, количественной составляющей, для маркеров-ингредиентов. Данный подход принципиально отличен от положения о допустимости теоретически неограниченного числа маркеров в вершинах-позициях, которых широко используется во многих модификациях, начиная с работ Хольта и Коммонера, т.к. здесь важно отразить не саму количественную составляющую маркера-ингредиента, а то, каков суммарный объем партий ресурсов с эквивалентными значениями прочих параметров. Сравнительное графическое отображение сетей Петри для химических систем и для моделирования систем с переменными характеристиками используемых ресурсов представлено на рисунке 2.

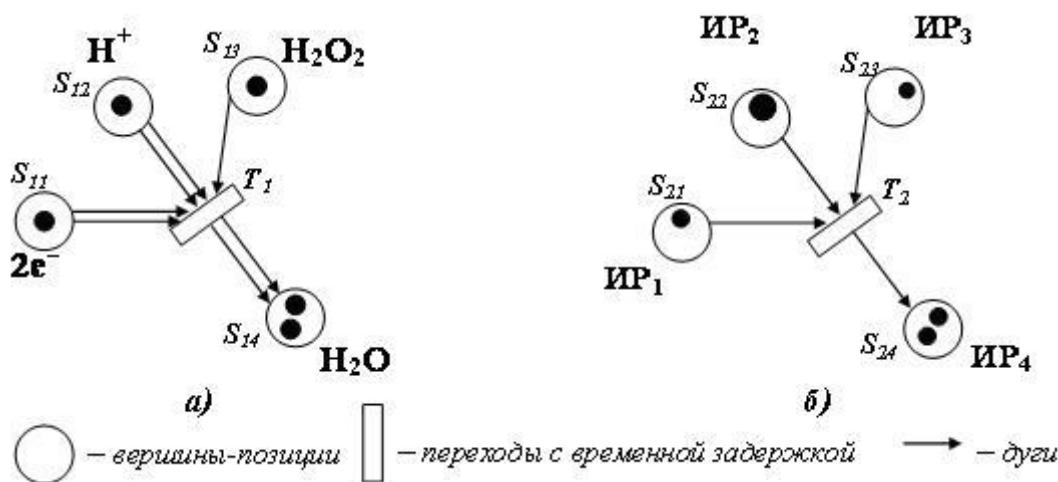


Рис. 2. Примеры моделирования химических систем (а) и систем в переменными характеристиками используемых ресурсов (б) посредством модифицированных сети Петри

Фрагмент модифицированной сети Петри (а) построен для моделирования уравнения реакции [2]:



Для каждого вещества-ингредиента выделена отдельная вершина-позиция: S_{11} , S_{12} , S_{13} , объем вещества при этом измеряется только числом маркеров в этих позициях. В соответствии с правилами срабатывания вершин-переходов для сетей Петри с кратными дугами реакция возможна, если во входных вершинах-позициях есть 2, 2 и 1 маркер соответственно, и сопровождается помещением двух маркеров в вершину-позицию S_{14} . Таким образом, для разметки, указанной на рисунке 2, вершина-переход T_1 не разрешена.

Фрагмент сети (б) не содержит кратных дуг; во входных вершинах-позициях, созданных для ресурсов-ингредиентов: IP_1 , IP_2 , IP_3 , согласно текущей разметке находится то же количество маркеров-ресурсов. Однако для каждого маркера установлено некоторое значение объема, что на рисунке показано черными закрашенными кругами разного радиуса. Допустимость вершины-перехода T_2 зависит не только от числа, но и от объема маркеров-ингредиентов, поэтому для ситуации, представленной на рисунке 2(б), нельзя сделать вывод о том, что переход запрещен. Таким образом, для вершин-переходов в модифицированной сети Петри для моделирования систем с переменными характеристиками используемых ресурсов необходимо явно задавать функцию для определения их разрешенности. В качестве параметров функция разрешенности принимает суммарный объем маркеров-ингредиентов для каждой их входных вершин-позиций. Следует отметить, что объем помещаемых непосредственно после высвобождения вершины-перехода T_2 в выходную вершину-позицию S_{24} маркеров одинаков и также определяется функцией разрешенности этого перехода. Изменение объема мар-



керов в сети происходит, главным образом, за счет несовпадения в общем случае числа и объема маркеров-ингредиентов при перемещений через множество вершин-переходов с собственными функциями разрешённости.

Таким образом, указанные выше требования по расширению аппарата сетей Петри могут быть учтены путем заимствования ряда известных расширений их функционала, а также дополнения его новыми свойствами, позволяющими в полной мере учесть специфику моделируемого класса систем.

3. Разработка модифицированного аппарата сетей Петри для моделирования систем с переменными характеристиками используемых ресурсов.

Проведенный анализ позволил выделить ряд требований к модификации аппарата сетей Петри для решения поставленной задачи. Определим модифицированную сеть Петри, отвечающую указанным требованиям. Так, в сети должны быть заданы:

- множество вершин-переходов, соответствующих работам, выполняемым с помощью инструмента определенного вида;

- маркеры двух типов: маркеры-ингредиенты, которые характеризуются значениями параметров $f(i)$, где i – вид ингредиента; маркеры-резервы, обладающие одним параметром b_j – число единиц инструментов j -го типа, которые включены в две или более работы, где $b_j \geq 1$;

- подмножество вершин-позиций, являющихся генераторами маркеров-ингредиентов (стартовые вершины), соответствующих ингредиентам (маркеры-ингредиенты указанного типа помещаются в вершины-позиции указанного подмножества в момент модельного времени согласно заранее заданному плану);

- подмножество вершин-позиций, являющихся поглотителями маркеров-ингредиентов (финальные вершины), соответствующих ингредиентам (как только маркеры-ингредиенты попадают в вершины-позиции указанного подмножества, они извлекаются из сети);

- подмножество внутренних вершин-позиций, которые предназначены для размещения маркеров-ингредиентов в перерывах между смежными работами;

- подмножество буферных вершин-позиций, связанных петлей с подмножеством, состоящим из двух или более вершин-переходов, соответствующих одинаковому виду инструмента; таким образом, в общем случае, вершины-позиции данного типа могут отсутствовать в сети; в буферных вершинах-позициях могут располагаться от только маркеры-резервы;

- функции прямой и обратной инцидентности между вершинами-позициями и вершинами-переходами;

- функция срабатывания вершин-переходов, в качестве аргумента принимающая значение параметра x_i для каждого i -го вида ингредиента из подмножества $q(r)$, где r – номер работы, для которой создана вершина-позиция.

Для каждой вершины-позиции, кроме буферной, может быть задан допустимый временной интервал, в течение которого в нем может находиться маркер. Для каждой вершины-перехода устанавливается время задержки, а для вершин-переходов, инцидентных какой-либо вершине-позиции, по умолчанию срабатывают P - и V -операции при срабатывании и высвобождении указанного перехода соответственно.

Таким образом, разрабатываемая модифицированная сеть Петри в матричной форме задается следующим образом:

$$C = \langle S, T, M, D(S), D(T), F(T) \mu^0 \rangle,$$

где S – вектор-столбец, включающий идентификаторы вершин-позиций сети соответствующих типов:

$$S = \langle S^C, S^F, S^B, S^B \rangle,$$

где S^C, S^F, S^B, S^B – вектор-столбцы, включающие идентификаторы стартовых, финальных, внутренних и буферных вершин-позиций соответственно;

T – вектор-столбец вершин-переходов сети;

M – матрица инцидентности сети, построенная на основе заданных функций прямой и обратной инцидентности для вершин-переходов и вершин-позиций, элементы которой равны:

$$M[i, j] = \begin{cases} v(i, j), & \text{если } S_i \hat{=} T_j, \\ 0, & \text{если } S_i \in T_j, \\ -v(i, j), & \text{если } T_j \hat{=} S_i, \\ \infty, & \text{если } S_i \in T_j; \end{cases}$$

где $v(i, j)$ – объем ингредиента, находящегося в i -ой вершине-позиции, необходимый для срабатывания вершины-перехода j -ой работы;

S_i – вершина-позиция, $i=1,2,\dots$;

T_j – вершина-переход, $j=1,2,\dots$;

$D(S)$ – вектор-столбец, содержащий сведения о допустимых интервалах вершин-позиций сети, кроме буферных;

$D(T)$ – вектор-столбец, содержащий сведения о временных задержках, установленных для вершин-переходов;

$F(T)$ – вектор-столбец, содержащий сведения о функциях определения разрешимости вершин-переходов;

μ^0 – вектор-столбец, определяющий начальную разметку сети.

Пример графического описания фрагмента предложенной модифицированной сети Петри приведен на рисунке 1. Пунктиром обозначены подмножества вершин-переходов, связанных общей буферной вершиной.

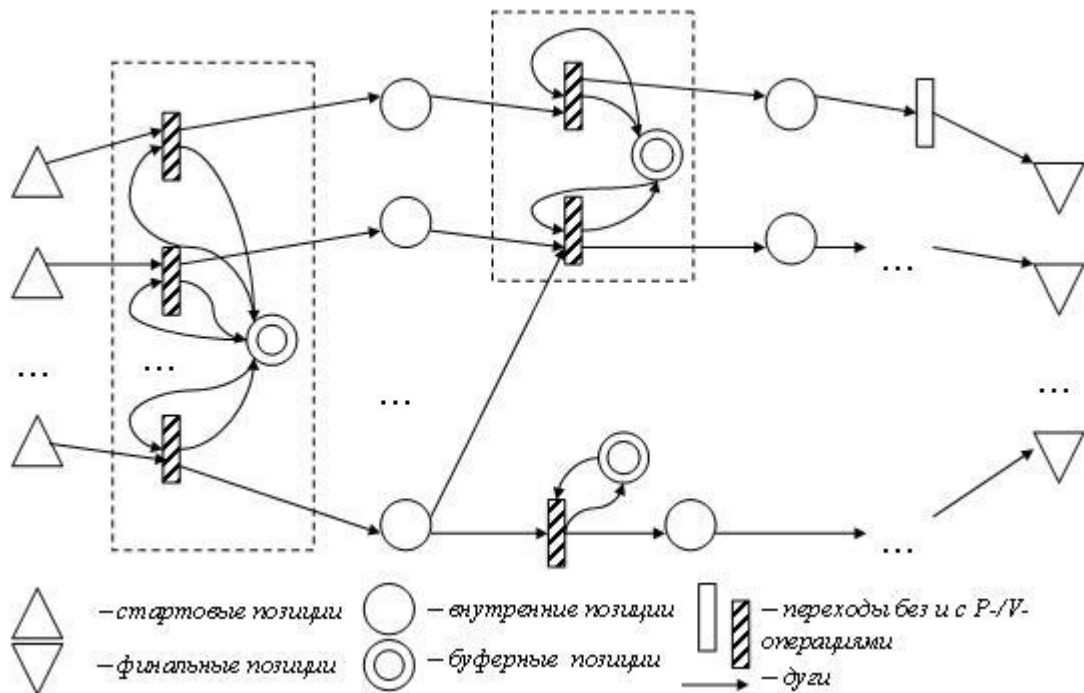


Рис. 3. Пример графического описания фрагмента модифицированной сети Петри

Разметка модифицированной сети Петри включает число маркеров обоих видов, находящихся в вершинах из множества S , и обновляется всякий раз, когда происходит перемещение маркеров между вершинами, в том числе и при выполнении P- и V-операций. Таким образом, вектор-столбец разметки μ включает столько же позиций, сколько вектор-столбец S . Начальная разметка обязательно включает требуемое по условию задачи число маркеров-резервов. В противном случае, выполнение сети будет некорректным. Далее, согласно предварительно разработанному плану, в стартовых вершинах-позициях в нужные моменты модельного времени генерируются маркеры-



ингредиенты с определенными значениями требуемых параметров. Выполнение модифицированной сети Петри завершается, когда из сети удален последний маркер-ингредиент. Ввиду того, что значение параметра объема маркера-ингредиента используется при оценке разрешимости перехода, число таких маркеров в сети изменяется не только при генерации или удалении, но и при группировке или разбиении маркера-ингредиента согласно функции $F(T)$.

Заключение

Проведенный анализ применимости подходов к моделированию систем с помощью модификаций сетей Петри показал, что для решения рассматриваемой задачи целесообразно разработать отличную модификацию сетей Петри, учитывающую особенности функционирования систем с переменными характеристиками используемого сырья. По сравнению с представленными в литературе [1, 2, 6] описаниями сети Петри и ее модификаций, предложенная модификация сети обладает набором вершин-позиций четырех типов, функцией определения разрешимости вершин-переходов, а также маркерами с переменным объемом, выступающим в качестве параметра указанной функции, за счет чего можно моделировать движение партий изменяющегося объема.

Исследование показало, что описанный модифицированный аппарат сетей потенциально применим для моделирования некоторых организационно-технических и производственных систем. Такого рода системы часто характеризуются динамикой значений множества факторов, оперативный учет, который представляет определенную сложность, но необходим для организации качественного управления ими. [5] В работе [4] автор предлагает использовать подобный аппарат для моделирования загрузки оборудования на предприятии по переработке скоропортящегося сырья. Таким образом, описанный модифицированный аппарат позволяет наиболее полно учесть выделенные особенности указанного класса систем.

Литература

1. Вирбицкайте, И.Б. Сети Петри: модификации и расширения. – Новосибирск: Изд-во НГУ, 2005, – 123 с.
2. Питерсон, Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем: пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 264 с., ил.
3. Савва, Т.Ю. Математическое моделирование переработки скоропортящегося сырья // Прикладная математика, управление и информатика. – Тез. докл., Белгород: ИД «Белгород», 2012. – Т.1. – С.256-259.
4. Савва, Т.Ю. Разработка математической модели загрузки оборудования на предприятии по переработке скоропортящегося сырья // Информационные системы и технологии, 2012. – № 6 (74). – С. 47-56.
5. Савина, О.А. Организация информационно-аналитического обеспечения управленческой деятельности // Экономические и гуманитарные науки, 2009. – № 6 (212) – С. 83-92.
6. René, D. Discrete, Continuous, and Hybrid Petri Nets / D. René, A. Alla. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010. – 550 с. – ISBN 978-3-642-10668-2.

DEVELOPMENT OF THE MODIFIED APPARATUS OF PETRI NETS FOR MODELING OF THE SYSTEMS WHICH USE RESOURCES WITH VARIABLE CHARACTERISTICS

T. Yu. SAVVA

*State University – ESPC,
Orel*

*e-mail:
t.savva@mail.ru*

An analysis of approaches to modeling systems which use resources with variable characteristics based on modified apparatus of Petri nets is described. There is proposed an approach to the modeling of this kind of systems, which allows to take into account the selected inherent features with apparatus of Petri nets modified by the author. The above method can be used to study a broad class of organizational, technical, and production systems.

Keywords: Petri nets and modified apparatus of them, modeling of systems, using of resources with variable characteristics.



ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.94

О СУБПОЛОСНЫХ СВОЙСТВАХ ИЗОБРАЖЕНИЙ¹

Е. Г. ЖИЛЯКОВ
А. А. ЧЕРНОМОРЕЦ
А. С. БЕЛОВ
Е. В. БОЛГОВА

*Белгородский
государственный
национальный
исследовательский
университет*

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

В статье исследована зависимость значений различных субполосных свойств изображений от степени четкости (размытости) изображений. Выработаны рекомендации по применению данных свойств в задачах анализа изображений.

Ключевые слова: изображение, субполосный анализ, субполосные свойства, четкость изображений

При решении многих задач, возникающих в экономике и научных исследованиях, необходимо осуществлять анализ визуальной информации. В большинстве случаев этапу анализа изображений предшествует этап их предварительной обработки, на котором удаляются артефакты, снижающие эффективность применения выбранных методов анализа объектов на изображениях. Следовательно, методы предварительной обработки должны быть адекватными решаемой в дальнейшем задаче.

Выбор методов предварительных преобразований должен основываться на результатах исследования различных свойств изображений. Поскольку, многие современные методы анализа изображений основаны на учете свойств изображений в области пространственных частот [1], то представляется целесообразным провести исследование свойств различных типов изображений, используя процедуры субполосного анализа [2], в отдельных подобластях пространственных частот $\Omega_{r_1 r_2}$ (ПОПЧ), которые в работе [2] предложено задавать в следующем виде,

$$\Omega_{r_1 r_2} : \{ \Omega_{r_1 r_2}(u, v) \mid (u \in [\alpha_{r_1}, \alpha_{r_1+1}], v \in [\beta_{r_2}, \beta_{r_2+1}]) \cup (u \in [\alpha_{r_1}, \alpha_{r_1+1}], v \in [-\beta_{r_2+1}, -\beta_{r_2}]) \cup (u \in [-\alpha_{r_1+1}, -\alpha_{r_1}], v \in [-\beta_{r_2+1}, -\beta_{r_2}]) \cup (u \in [-\alpha_{r_1+1}, -\alpha_{r_1}], v \in [\beta_{r_2}, \beta_{r_2+1}]) \}, \quad (1)$$

где

¹ Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, гос. контракт № 14.514.11.4088.



$\alpha_1 = 0, \beta_1 = 0, \alpha_{R_1+1} = \pi, \beta_{R_2+1} = \pi,$
 $0 \leq \alpha_{r_1}, \beta_{r_2} < \pi, 0 < \alpha_{r_1+1}, \beta_{r_2+1} \leq \pi, r_1 = 1, 2, \dots, R_1, r_2 = 1, 2, \dots, R_2,$
 $\alpha_{r_1}, \alpha_{r_1+1}$ и $\beta_{r_2}, \beta_{r_2+1}$ – значения пространственных частот (ПЧ), определяющие границы заданной подобласти $\Omega_{r_1 r_2}$, r_1, r_2 – номера заданной подобласти вдоль осей координат области ПЧ. При применении методов субполосного анализа предполагается, что область нормированных ПЧ: $-\pi \leq u < \pi, -\pi \leq v < \pi$, разбита на непересекающиеся подобласти вида (1) (рис. 1).

В дальнейшем, ввиду симметричности подобласти вида (1) при визуализации результатов будем отображать данные только в области ПЧ $0 \leq u < \pi, 0 \leq v < \pi$.

В работах [3-6] были предложены методы вычисления различных субполосных свойств изображения, описываемого матрицей $\Phi = (f_{ik}), i = 1, 2, \dots, N_1, k = 1, 2, \dots, N_2$, элементы которой соответствуют значениям яркости отдельных пикселей изображения. В данной работе приведены результаты исследования следующих субполосных свойств изображений: распределение долей энергии изображения по подобластям ПЧ, сосредоточенность долей энергии при различных значениях доли m суммарной энергии, распределение долей энергий по информационным классам подобластей ПЧ, сосредоточенность значений субполосных проекций изображений в отдельных подобластях ПЧ.

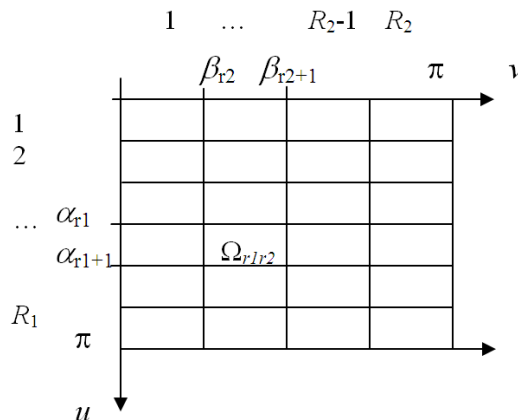


Рис.1. Разбиение области пространственных частот

Для анализа распределения долей энергии изображения по подобластям ПЧ вида (1) было предложено [3] применять соотношение для вычисления точных значений доли $P_{r_1 r_2}$ энергии изображения в подобласти $\Omega_{r_1 r_2}$,

$$P_{r_1 r_2} = \frac{tr(A_{r_1} \Phi B_{r_2} \Phi^T)}{tr(\Phi \Phi^T)}, \tag{2}$$

где Φ – матрица исходного изображения, функция «tr» – след матрицы, матрицы $A_{r_1} = (a_{i_1 i_2})$ и $B_{r_2} = (b_{k_1 k_2})$, размерности $N_1 \times N_1$ и $N_2 \times N_2$, – субполосные матрицы соответствующие заданной подобласти $\Omega_{r_1 r_2}$, значения элементов которых определяются на основании следующих выражений [3],

$$a_{i_1 i_2} = \begin{cases} \frac{\sin(\alpha_2(i_1 - i_2)) - \sin(\alpha_1(i_1 - i_2))}{\pi(i_1 - i_2)}, & i_1 \neq i_2, \\ \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\pi}, & i_1 = i_2, \end{cases} \tag{3}$$



$$b_{k_1 k_2} = \begin{cases} \frac{\sin(\beta_2(k_1 - k_2)) - \sin(\beta_1(k_1 - k_2))}{\pi(k_1 - k_2)}, & k_1 \neq k_2, \\ \frac{\beta_2 - \beta_1}{\pi}, & k_1 = k_2, \end{cases} \quad (4)$$

$$i_1, i_2 = 1, 2, \dots, N_1, \quad k_1, k_2 = 1, 2, \dots, N_2.$$

Знание точных значений долей энергии изображения в субинтервалах позволило разработать метод [4] определения сосредоточенности долей энергии изображения в отдельных ПОПЧ, на основании которой были введены информационные и неинформационные ПОПЧ. Анализ распределения значений $P_{r_1 r_2}$, $r_1 = 1, 2, \dots, R_1$, $r_2 = 1, 2, \dots, R_2$, долей энергий изображений по заданным ПОПЧ позволяет подобрать границы одной или нескольких подобластей ПЧ таких, что при наименьшей суммарной площади в них была бы сосредоточена подавляющая доля m энергии анализируемого изображения.

Под сосредоточенностью [4] долей энергий, соответствующих $100 \cdot m\%$ суммарной энергии изображения Φ по $R_1 R_2$ подобластям ПЧ, в работе [xxx] предложено понимать величину отношения минимального количества l_m подобластей ПЧ, в которых сосредоточено $m \cdot 100$ процентов энергии изображения, и образующих множество M_m , к общему числу ПОПЧ,

$$C_m = \frac{l_m}{R_1 R_2}. \quad (5)$$

Подобласти ПЧ, входящие в подмножество M_m , названы информационными ПОПЧ. Подобласти ПЧ, не включенные в подмножество M_m , естественно, названы неинформационными.

Применение понятия сосредоточенности позволило разбить множество информационных ПОПЧ на информационные классы [5]. Разбиение ПОПЧ на информационные классы V_i , $i=1, 2, \dots$, осуществляется последовательно. При построении очередного класса V_i выбираются информационные ПОПЧ на основе вычисления сосредоточенности долей энергии среди ПОПЧ, соответствующих информационному классу V_{i-1} .

В работе [2] показано, что субполосные матрицы A и B , соответствующие заданной подобласти пространственных частот Ω , можно представить в виде следующих разложений (так как A и B – симметрические, положительно определенные матрицы),

$$A = Q^A L^A (Q^B)^T, \quad B = Q^B L^B (Q^A)^T,$$

где столбцы матриц Q^A и Q^B являются собственными векторами матриц A и B , на главной диагонали матриц L^A и L^B расположены собственные числа матриц A и B ,

$$Q^A = (\bar{q}_1^A, \bar{q}_2^A, \dots, \bar{q}_{N_1}^A), \quad Q^B = (\bar{q}_1^B, \bar{q}_2^B, \dots, \bar{q}_{N_2}^B),$$

$$L^A = \text{diag}(\lambda_1^A, \lambda_2^A, \dots, \lambda_{N_1}^A), \quad L^B = \text{diag}(\lambda_1^B, \lambda_2^B, \dots, \lambda_{N_2}^B). \quad (6)$$

Тогда, элементы матрицы G^Ω ,

$$G^\Omega = (Q^A)^T \Phi Q^B, \quad (7)$$

можно считать значениями проекций [6] изображения Φ на множества ортогональных векторов $\{\bar{q}_i^A\}$, $i = 1, 2, \dots, N_1$, $\{\bar{q}_k^B\}$, $j = 1, 2, \dots, N_2$, субполосных матриц A и B , соответствующих частотному интервалу Ω .

При исследовании субполосных свойств изображений интерес представляет также матрица величин сосредоточенности значений проекций изображения на собственные векторы субполосных матриц для каждой ПОПЧ.

Для исследования целесообразности использования отдельных субполосных свойств изображений в различных подобластях пространственных частот при анализе изображений и обосновании выбора адекватных методов решения задач обработки изображений был проведен ряд вычислительных экспериментов.

В ходе вычислительных экспериментов по исследованию различий субполосных свойств изображений было проанализировано значительное количество изображений: размытых, четких и сильно размытых, примеры которых приведены на рисунке 2.

При проведении экспериментов размер указанных изображений был выбран 256×256 пикселей, что не мешает полученные в работе выводы перенести на изображения большей размерности. Количество подобластей пространственных частот было выбрано $R_1 = 16$, $R_2 = 16$, что является достаточным для выявления особенностей субполосных свойств.

В процессе вычислительных экспериментов были проанализированы следующие субполосные свойства изображений:

- распределение долей P_{r_2} энергии по подобластям пространственных частот, отображаемое в виде трехмерной диаграммы или графика значений долей энергии, полученных в результате зигзаг-обхода матрицы их значений;
- сосредоточенность C_m долей энергии при различных значениях доли суммарной энергии $m = \{0.99, 0.98, 0.87\}$, отображенная в таблице и на графиках, упорядоченных по убыванию значений долей энергии;
- разбиение множества информационной подобласти пространственных частот на информационные классы и вычисление количества указанных информационных классов при различных значениях доли m суммарной энергии;
- относительное количество ПОПЧ в выделенных информационных классах;
- сосредоточенность величин проекций изображения на собственные векторы субполосных матриц, соответствующих отдельной подобласти пространственных частот.



Рис. 2. Тестовые изображения:
 а – четкие, б – размытые, в – сильно размытые

На рис. 3 в виде трехмерных диаграмм отображено распределение долей энергии изображений (значения P_{r_2} , $r_1 = 1, 2, \dots, R_1$, $r_2 = 1, 2, \dots, R_2$, хранящиеся как значения элементов матрицы P размерности $R_1 \times R_2$), представленных соответственно на рис. 2а, рис. 2б и рис. 2в, по подобластям пространственных частот.

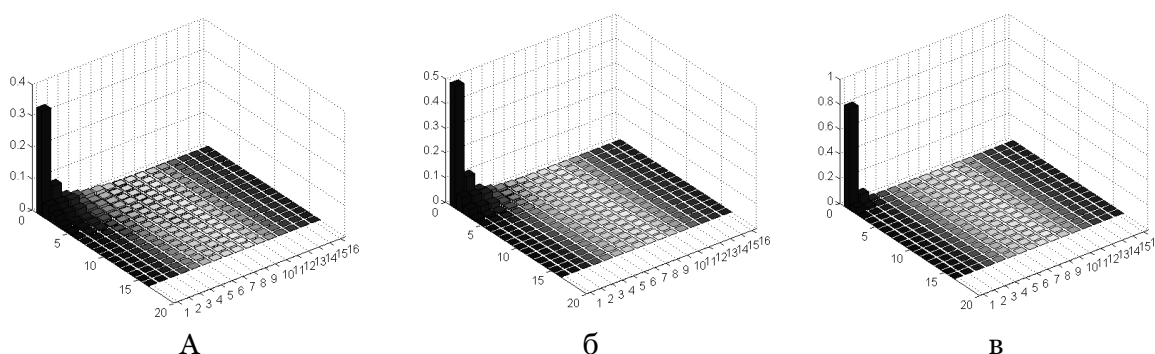


Рис. 3. Диаграммы распределения долей энергии анализируемых изображений

На диаграмме (рис. 3) видно, что с увеличением размытости изображений значения их долей энергий, резко убывают с увеличением номеров r_1 и r_2 подобластей ПЧ.

Данный факт более наглядно отображен на рис. 4, значения для графиков на котором получены в результате зигзаг-обхода значений элементов матрицы P (графики соответствуют диаграммам на рис. 3а, рис. 3б и рис. 3в).

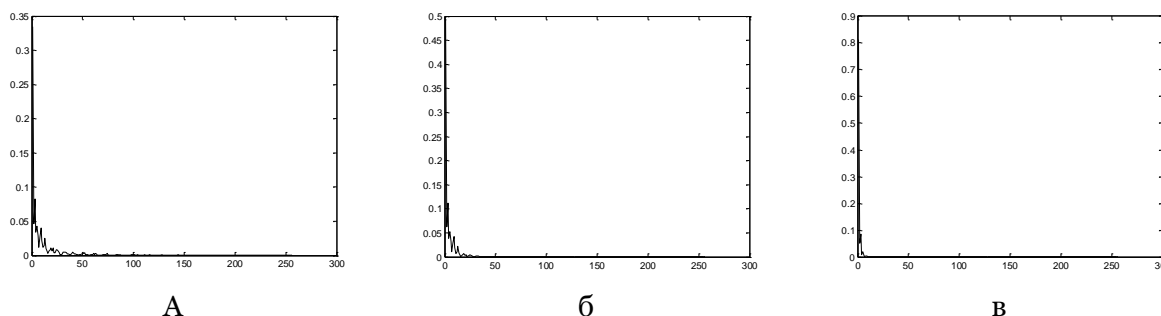


Рис. 4. Графики значений долей энергий (зигзаг-обход соответствующих матриц)

Далее на рисунках отражены результаты исследований при значении $m = 0.99$. При других значениях величины m – результаты аналогичны.

На рис. 5 отображены результаты вычисления сосредоточенности долей энергии анализируемых изображений (рис. 2а, рис. 2б и рис. 2в). На диаграммах показаны упорядоченные значения долей энергии соответствующих изображений, а также пунктирной линией отмечено множество информационных ПОПЧ.

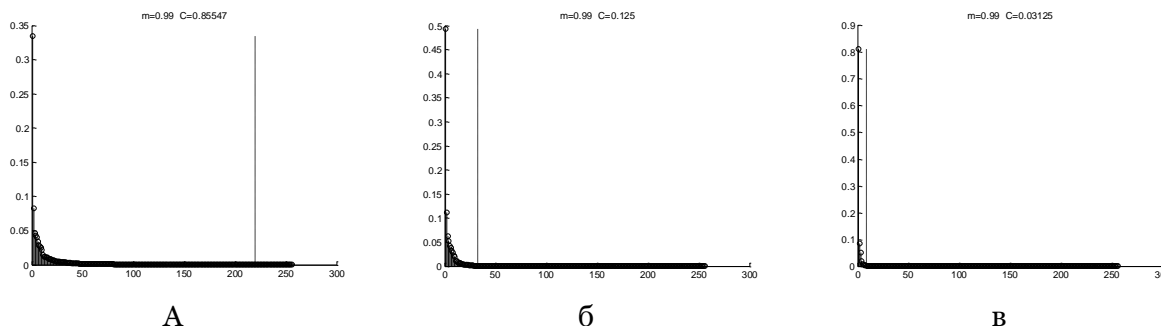


Рис. 5. Упорядоченные значения долей энергии и разбиение на информационные и неинформационные подобласти ПЧ

Очевидно, что величина сосредоточенности долей энергии может служить количественной мерой, характеризующей степень размытости (четкости) изображений.

На рис. 6 отображено распределение информационных ПОПЧ по информационным классам для соответствующих изображений (положительные числа указывают на номер класса).

ражения положение максимума на графиках рис. 8а, рис. 8б и рис. 8в смещается влево (что соответствует меньшим номерам ПОПЧ), значительный участок нижней огибающей указанных значений становится прямолинейным.

Аналогичные графики для значений исследуемых субполосных свойств изображений, приведенных на рис. 2, были построены также при $m = \{0,98, 0,97\}$. При этом соответствующие графики и диаграммы визуальнo практически не отличаются.

В табл. 1 и на рис. 9 отображены значения сосредоточенностей для соответствующих изображений и различных значений доли m суммарной энергии.

Таблица 1

Сосредоточенность долей энергии

M \	Четкое	Размытое	Сильно размытое
0,99	0,8555	0,125	0,0313
0,98	0,7344	0,0938	0,0234
0,97	0,6328	0,082	0,0195

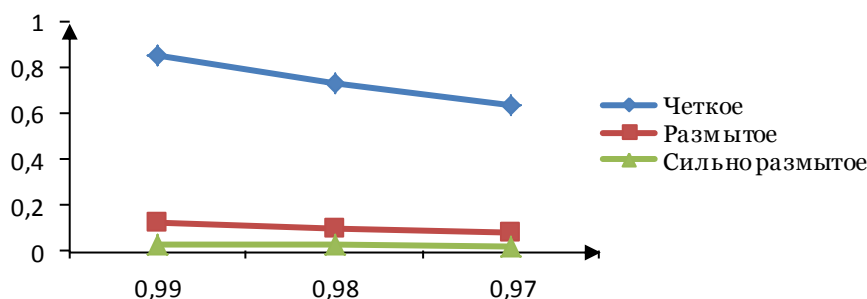


Рис. 9. Сосредоточенность долей энергии в зависимости от величины m

Из графиков на рис. 9 видно, что наиболее существенные изменения сосредоточенность имеет при $m = 0,99$. Следовательно, при анализе изображений целесообразно использовать указанное значение.

В табл. 2 и на рис. 10 отображены численные значения и графики для количества информационных классов.

Таблица 2

Количество информационных классов ПОПЧ

M \	Четкое	Размытое	Сильно размытое
0,99	30	10	4
0,98	20	6	3
0,97	15	6	2

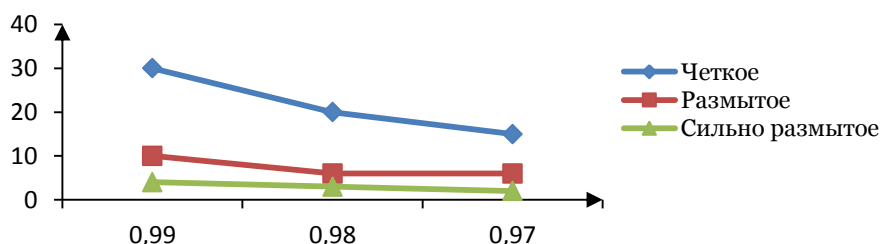


Рис. 10. Количество информационных классов ПОПЧ в зависимости от величины m



Из графиков (рис. 10) видно, что наиболее выраженная зависимость количества информационных классов ПОПЧ для изображений, имеющих различную степень четкости, имеет место при $m = 0.99$. Данный факт подтверждает указанную ранее рекомендацию, что данное значение m следует применять при анализе свойств изображений.

Таким образом, на основании результатов проведенных вычислительных экспериментов можно утверждать, что субполосные свойства являются мощным инструментом анализа изображений и могут быть использованы для обоснованного выбора адекватных методов обработки изображений.

Литература

1. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений [Текст] / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М.: Техносфера, 2012. – 1104 с.
2. Жилияков, Е.Г. О частотном анализе изображений [Текст] / Е.Г. Жилияков, А.А. Черноморец // Вопросы радиоэлектроники. Сер. ЭВТ. – 2010. – Вып. 1. – С. 94-103.
3. Жилияков, Е.Г. Метод определения точных значений долей энергии изображений в заданных частотных интервалах [Текст] / Е.Г. Жилияков, А.А. Черноморец, И.В. Лысенко // Вопросы радиоэлектроники. Сер. РЛТ. – 2007. – Вып. 4. – С. 115-123.
4. Черноморец, А.А. О частотной концентрации энергии изображений [Текст] / 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.
5. Черноморец, А.А. Метод разбиения частотных субинтервалов на классы в задачах частотного анализа изображений [Текст] / А.А. Черноморец // Информационные системы и технологии. – № 4 (66). – 2011. – С. 31-38.
6. Жилияков, Е.Г. Оценка количества значимых долей энергии изображения, определяемых его проекциями на собственные векторы субполосных матриц [Текст] / Е.Г. Жилияков, А.А. Черноморец // Информационные системы и технологии. – № 3 (71). – 2012. – С. 51-58.

ABOUT IMAGE SUBBAND PROPERTIES

**E. G. ZHILYAKOV,
A. A. CHERNOMORETS,
A. S. BELOV,
E. V. BOLGOVA**

*Belgorod
National Research University*

e-mail: zhilyakov@bsu.edu.ru

The relationship of values of different image subband properties via the degree of image sharpness (blurriness) is investigated in the article. The guidelines for using of these properties in the image processing are given.

Keywords: image, subband analysis, subband properties, image sharpness.



О ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЗАДАЧЕ ИХ СЖАТИЯ

В. А. ГОЛОЩАПОВА

*Белгородский
государственный
национальный
исследовательский
университет*

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

В работе описаны предварительные преобразования изображения, которые позволяют увеличить коэффициент его сжатия, при условии дальнейшего применения алгоритмов сжатия и представлены результаты вычислительных экспериментов

Ключевые слова: изображение, предварительные преобразования, сжатия без потерь, коэффициент сжатия

Развитие современных информационных систем и сетей привело к широкому использованию цифровых изображений. В настоящее время многие отрасли техники, имеющие отношение к получению, обработке, хранению и передаче информации, в значительной степени ориентируются на развитие систем, в которых информация представлена в виде изображений. В связи с этим растет интерес к улучшению алгоритмов сжатия изображений. Существующие алгоритмы сжатия с потерями не всегда приемлемы, для некоторых изображений они могут привести к потере мелких деталей и сделать изображения вообще бесполезными (например, для медицинских или космических изображений), поэтому в таких случаях применяются алгоритмы сжатия изображений без потерь, такие как GIF, PNG, Lossless JPEG, Хаффман. Можно легко заметить, что изображение обладает избыточностью в двух измерениях, т.е. как правило, соседние точки, как по горизонтали, так и по вертикали, в изображении близки по значению. В данной работе приведен способ предварительной обработки изображений, использующий корреляционные связи, как вертикальные (по столбцу), так и горизонтальные (по строке) изображения, который при дальнейшем применении алгоритмов сжатия, позволит достичь более высоких коэффициентов сжатия для изображений по сравнению с известными методами.

В данной работе в качестве исходных анализируемых изображений были взяты изображения размером $m \times n$ в градациях серого с 256 уровнями серого. Предлагаемые предварительные преобразования состоят в следующем.

На первом этапе значения яркости пикселей второй и последующих строк заменяются их разностями

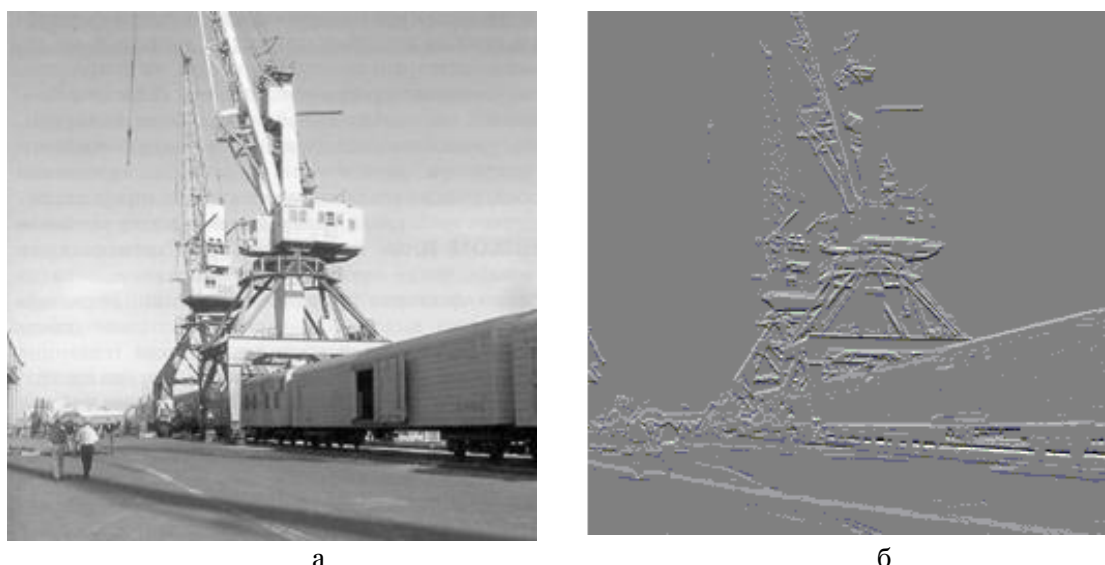
$$f(i, j) = f(i - 1, j) - f(i, j), \text{ где } i=2, \dots, m, j=1, \dots, n. \quad (1)$$

Далее значения яркости пикселей первой строки, за исключением первого элемента заменяются разностями между ними

$$f(i, j) = f(i, j - 1) - f(i, j), \text{ где } i=1, j=n, \dots, 2. \quad (2)$$

На последнем этапе преобразований сохраняется $a = f(1, 1)$, значение которого не учитывается в процессе сжатия.

В результате указанных преобразований изображение приобретает следующий вид, приведенный на рисунке 1а.



а б
 Рис. 1. Изображение 1: а – исходное изображение;
 б – изображение, полученное после предварительной обработки

На рисунке 1б видно, что практически все изображение 1 имеет приблизительно одинаковую яркость пикселей, за исключением тех областей, где наблюдались резкие перепады яркости, что позволило выделить контуры на рисунке. Таким образом, используя несложные математические преобразования (1, 2), было сокращено количество различных значений яркости пикселей, что при дальнейшем применении алгоритмов сжатия позволит увеличить коэффициент сжатия.

Рассмотрим обратные преобразования.

На первом этапе первому элементу изображения присваиваем ранее сохраненное значение

$$\tilde{f}(1,1) = a. \quad (3)$$

Далее восстанавливаем остальные значения элементов первой строки

$$\tilde{f}(i, j) = \tilde{f}(i, j-1) - \tilde{f}(i, j), \text{ где } i=1, j=2, \dots, n. \quad (4)$$

Затем восстанавливаем элементы оставшихся строк изображения

$$\tilde{f}(i, j) = \tilde{f}(i-1, j) - \tilde{f}(i, j), \text{ где } i=2, \dots, m, j=1, \dots, n. \quad (5)$$

Результат восстановления полностью совпадает с исходным изображением.

На основе использования предложенной предварительной обработки (1, 2) и дальнейшего применения метода сжатия Хаффмана (алгоритм сжатия без потерь), коэффициент сжатия изображения 1 с предварительной обработкой увеличивается в 4 по отношению к коэффициенту сжатия изображения 1 методом Хаффмана без предварительной обработки.

Для множества изображений размером $m \times n$ в градациях серого с разными яркостными характеристиками были проведены вычислительные эксперименты по оцениванию коэффициента сжатия предложенного алгоритма и существующих алгоритмов сжатия без потерь, таких как GIF, PNG, Lossless JPEG, Хаффман [1, 2].

GIF использует формат сжатия LZW. Таким образом, хорошо сжимаются изображения, строки которых имеют повторяющиеся участки. В особенности изображения, в которых много пикселей одного цвета по горизонтали. Основным недостатком метода LZW (и, естественно, форматом GIF) является то, что на основе данного метода можно сжимать только полутоновые и индексированные изображения с палитрой, в которых значения пикселей могут принимать не более 256 значений. Поэтому, прежде чем сохранять полноцветное изображение в формате GIF, необходимо перевести его в индексированное изображение. При этом часто происходит существенная потеря качества.



PNG использует сжатие без потерь по алгоритму Deflate. Формат обладает более высокой степенью сжатия для файлов с большим количеством цветов, чем GIF, но разница составляет около 5-25 %, что недостаточно для абсолютного преобладания формата, так как небольшие 2-16-цветные файлы формат GIF сжимает с не меньшей эффективностью.

Lossless JPEG представляет собой дополнение к JPEG. В отличие от «обычного» JPEG, построенного на основе дискретного косинусного преобразования, Lossless JPEG для энтропийного кодирования ошибки предсказания Lossless JPEG использует код Хаффмана. В качестве альтернативного стандарт допускает использование арифметического кодирования.

Метод кодирования Хаффмана. Метод кодирования Хаффмана относится к группе методов сжатия данных без потерь информации. Этот метод используется для поддержки факсимильной связи и представления документов. Применяется также при записи графических изображений в файлы и является компонентом алгоритма сжатия данных JPEG. Особенностью метода является использование кодов переменной длины, при этом наиболее вероятным символам присваиваются наиболее короткие кодовые слова, а менее вероятным – длинные. Благодаря такой стратегии, код Хаффмана дает минимальную среднюю длину кодовой последовательности, приближающуюся к энтропии источника сообщения.

Коэффициент сжатия $\delta_{сж}$ изображений рассчитывался по формуле (6)

$$\delta_{сж} = \frac{V_{исх}}{V_c}, \tag{6}$$

где $V_{исх}$ – первоначальный объем (в битах) изображения, V_c – объем сжатого изображения.

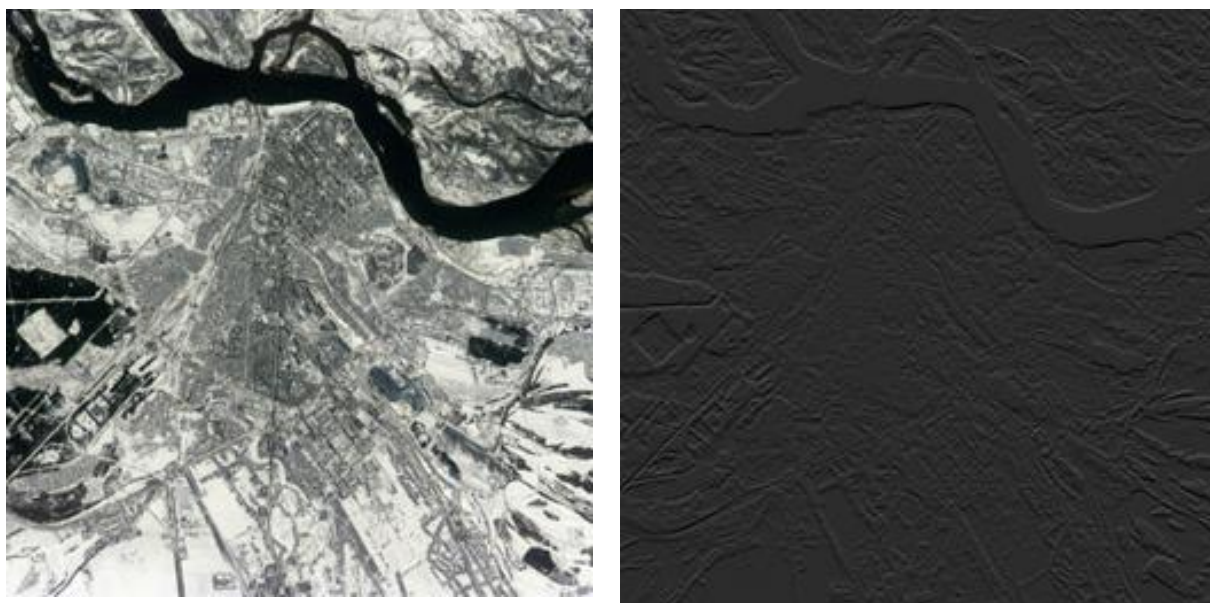
В табл. приведены коэффициенты сжатия изображений известными алгоритмами сжатия без потерь (GIF, PNG, Lossless JPEG, Хаффман) и предложенным алгоритмом.

Таблица

Коэффициент сжатия $\delta_{сж}$ изображений

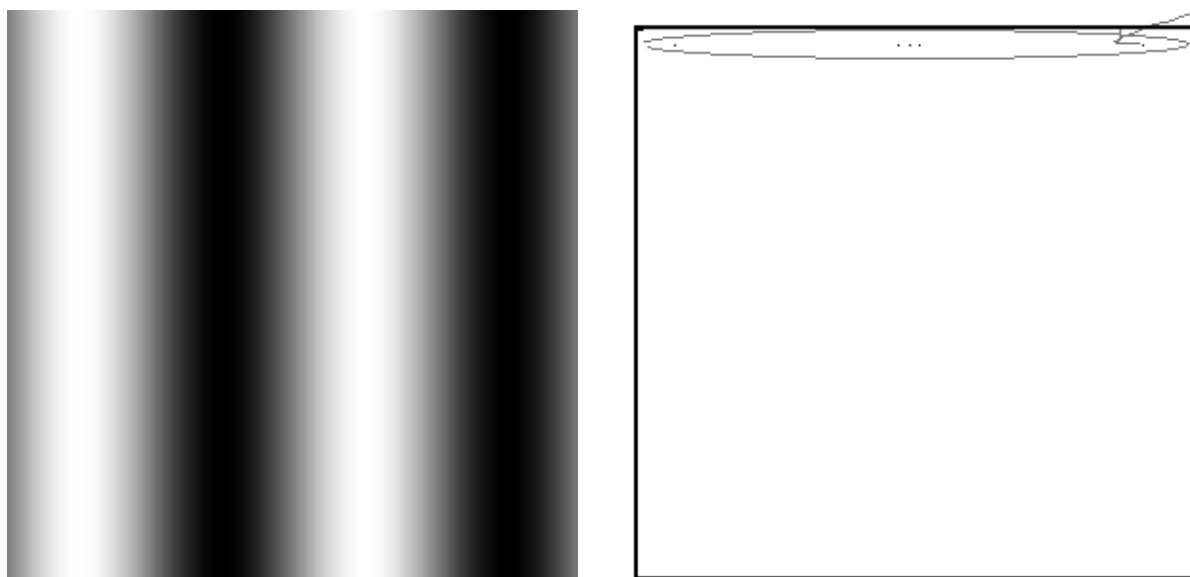
Из.	mхn	$V_{исх}$	GIF		PNG		Lossless JPEG		Хаффман		Преобразованное и сжатое Хаффманом	
			V_c	$\delta_{сж}$	V_c	$\delta_{сж}$	V_c	$\delta_{сж}$	V_c	$\delta_{сж}$	V_c	$\delta_{сж}$
И1	256x256	67	32	2,1	64	1,05	44	1,5	64	1,05	17	3,9
И2	256x256	197	64	3,1	152	1,3	86	2,3	197	1	43	4,6
И3	250x243	62	32	1,9	52	1,2	32	1,9	61	1,01	22	2,8
И4	450x337	154	76	2	124	1,24	76	2	152	1,01	48	3,2
И5	800x731	1754	352	4,98	548	3,2	276	6,35	1440	1,21	255	6,87
И6	900x506	1366	152	8,98	272	5,02	156	8,75	1290	1,05	138	9,89
И7	510x415	636	88	7,22	156	4,07	68	9,35	530	1,2	61	10,42
И8	624x212	397	68	5,83	148	2,68	64	6,2	341	1,16	43	9,23
И9	624x395	740	52	14,23	96	7,7	52	14,23	396	1,86	47	15,74
И10	256x256	196	8	24,5	4	49	16	12,25	149	1,31	0,76	256

Результаты приведенных вычислительных экспериментов, представленные в таблице 1 показали, что коэффициент сжатия изображений для предложенного алгоритма сжатия существенно превышает коэффициент сжатия изображений для известных алгоритмов сжатия без потерь качества. При этом предложенный алгоритм лучше всего сжимает изображения отличающиеся высокой избыточностью информации, в смысле наличия на изображении множества различных мелких деталей, по сравнению с известными алгоритмами сжатия без потерь (рис. 2).



а б
Рис. 2. Изображение 2: а – исходное изображение;
б – изображение, полученное после предварительной обработки

Применив указанные преобразования (1, 2) для модельных изображений, например, синусоида (рис. 3) можно достичь значение коэффициента сжатия изображений в 100 и более раз без потерь. При этом в зависимости от размера изображения, значение коэффициента сжатия может достигнуть 1000 и более.



а б
Рис. 3. Изображение 10: а – исходное изображение;
б – изображение, полученное после предварительной обработки

Из рисунка 3б можно увидеть, что за исключением первой строки, пиксели всех строк изображения 10 после предварительной обработки имеют одинаковые значения, в данном случае 255. Следовательно, применив любой из методов сжатия изображений без потерь, можно сократить объем изображения в 256 раз (исходное изображение на рис. 3 имеет размерность 256x256 пикселей). В данном случае ал-



горитм предварительной обработки изображения применялся для преобразования строк, так как в изображении 10 (рис. 3) наибольшая корреляция наблюдается по строкам.

Результаты приведенного вычислительного эксперимента, представленные в таблице 1, показали, что использование предложенного алгоритма предварительных преобразований для сжатия изображений без потерь, позволяет получить коэффициент сжатия, превосходящий коэффициент сжатия для этих изображений, сжатых другими известными методами.

Работа выполнена в рамках дополнительного внутривузовского конкурса грантов «Инициатива», проект № ВКГИ 036-2013.

Литература

1. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений в среде Matlab [Текст] / Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс. – М.: Техносфера, 2006. – 616 с.
2. Яне, Б. Цифровая обработка изображений [Текст] / Б. Яне. – М.: Техносфера, 2007. – 584 с.

ABOUT THE IMAGE PRE-PROCESSING IN THE PROBLEM OF THEIR COMPRESSION

V. A. GOLOSCHAPOVA

*Belgorod
National Research University*

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

This paper describes preliminary conversions of image which increase its compression ratio, while using compression algorithms. Results of computational experiments are given

Key words: image, preliminary conversion, lossless, compression ratio.



О ПРИМЕНЕНИИ ПЛИС АРХИТЕКТУРЫ FPGA В ЗАДАЧАХ СУБПОЛОСНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ¹

С.М. ЧУДИНОВ¹
А.Н. ЗАЛИВИН²

¹ОАО «НИИ Супер ЭВМ»,
г. Москва

²Белгородский
государственный
национальный
исследовательский
университет

e-mail:
Chud35@yandex.ru
Zalivin@bsu.edu.ru

В работе рассмотрена возможность применения ПЛИС архитектуры FPGA для реализации алгоритмов цифровой обработки изображений. Приведена модель устройства, реализованная в программном продукте Simulink. Представлены результаты обработки изображений.

Ключевые слова: субполосные методы, частотные представления, ПЛИС, FPGA, обработка изображений.

В современных информационных системах всё чаще применяется представление данных в форме изображений, в том числе и видео, выводимого на экран для последующего анализа.

Примерами таких информационных систем служат диагностические комплексы как медицинского, так и промышленного назначения. Для формирования изображений в таких комплексах используют электронные микроскопы, рентгеновские аппараты, томографы и т.д.

При этом современные системы формирования изображений, как правило, производят преобразование полученных изображений в цифровую форму и их последующую визуализацию, путем введения в компьютер помощью специализированных устройств захвата видео [1]. При этом принятие достоверных решений на основе визуального анализа таких изображений напрямую зависит от их качества.

Исходя из этого, возникает потребность в обработке выводимого изображения для придания ему таких качеств, благодаря которым его восприятие человеком было бы по возможности комфортным.

При этом требуется обрабатывать изображения по мере их поступления, сведя к минимуму время на их обработку, что возможно только с применением высокопроизводительных систем, которые позволяют реализовать параллельные вычисления.

В настоящее время такие специальные многопроцессорные системы реализуются на базе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). При этом соответствующие системы являются компактными и быстродействующими. Вместе с тем существует необходимость разработки параллельных алгоритмов и программной поддержки для таких систем.

Таким образом, разработка параллельных алгоритмов многопроцессорной обработки изображений является актуальной задачей. Разрабатываемые алгоритмы будут базироваться на новых субполосных методах предварительной обработки изображений.

Субполосные методы предварительной обработки изображений базируются на методах субполосного анализа и синтеза, в основе которых используется следующее представление:

$$f_{ik} = \int_{-\pi}^{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} F(x, y) \exp(-jx(i-1)) \exp(-jy(k-1)) dx dy / 4\pi^2, \quad (1)$$

¹ Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, гос. контракт № 14.514.11.4088.



где j – мнимая единица ($j^2 = -1$); F - трансформанта Фурье (основная частотная характеристика)

Изображения определяются как матрицы $\Phi = \{f_{ik}\}$, где f_{ik} $i=1,2,\dots,N$, $k=1,2,\dots,M$ значения изображения в соответствующих пикселях.

$$F(x, y) = \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N f_{ik} \exp(-jx(i-1)) \exp(-jy(k-1)). \quad (2)$$

Справедливо равенство Парсеваля, которое целесообразно представить в следующей форме [2]

$$E_{\Phi} = \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N f_{ik}^2 = \frac{1}{4\pi^2} \sum_{r_1=1}^R \sum_{s=1}^S \iint_{(x,y) \in V_{sr}} |F(x, y)|^2 dx dy, \quad (3)$$

где интервалы V_{sr} определяют разбиение двумерной области ПЧ на интервалы следующего вида

$$V_{sr} = \{ (x \in [-\Omega_{s2}, -\Omega_{s1}] \cup [\Omega_{s1}, \Omega_{s2}]) \cap (y \in [-\Omega_{r2}, -\Omega_{r1}] \cup [\Omega_{r1}, \Omega_{r2}]) \} \quad (4)$$

$$\Omega_{11} = 0, \Omega_{R1,2} = \pi; \Omega_{11} = 0, \Omega_{R2,2} = \pi.$$

Имеется в виду, что переменная x принимает значения из интервала (субполосы) оси абсцисс плоскости пространственных частот (ПЧ) $D_s = [-\Omega_{s2}, -\Omega_{s1}] \cup [\Omega_{s1}, \Omega_{s2}]$, тогда как одновременно переменная y попадает в следующий интервал (субполосу) оси ординат $G_r = [-\Omega_{r2}, -\Omega_{r1}] \cup [\Omega_{r1}, \Omega_{r2}]$. Субинтервал V_{sr} , схематично изображен на рис.1.

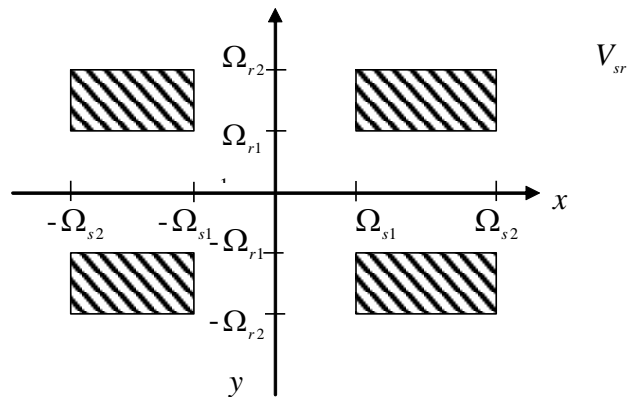


Рис. 1. Двумерная область ПЧ V_{sr} (субинтервал)

Отметим, что интегралы

$$E_{sr} = \iint_{(x,y) \in V_{sr}} |F(x, y)|^2 dx dy / 4\pi^2, \quad (5)$$

определяют части энергии, попадающие в выбранные интервалы ПЧ. После подстановки сюда определения (2) и преобразований с учетом симметрии (4) нетрудно [2] получить соотношение для вычисления интегралов вида (5) без вычислений трансформанты Фурье

$$E_{sr} = tr(\Phi^T A_1 \Phi A_2), \quad (6)$$

где символ tr означает сумму диагональных элементов (след) матрицы; A_1 и A_2 - субполосные матрицы с элементами вида

$$a_{i_1 i_2}^1 = \frac{\text{Sin}(\Omega_{s2}(i_1 - i_2)) - \text{Sin}(\Omega_{s1}(i_1 - i_2))}{\pi(i_1 - i_2)}, \quad i_1, i_2 = 1, \dots, N, \quad (7)$$

$$a_{k_1 k_2}^2 = \frac{\text{Sin}(\Omega_{r2}(k_1 - k_2)) - \text{Sin}(\Omega_{r1}(k_1 - k_2))}{\pi(k_1 - k_2)}, \quad k_1, k_2 = 1, \dots, M. \quad (8)$$



Полагая

$$G_{sr} = E_{sr} / E_{\Phi}, \quad (9)$$

можно определить совокупность интервалов ПЧ, где суммарно сосредоточена заданная доля энергии.

В свою очередь, используя вариационный принцип [2]

$$D(F, Z) = \iint_{(u,v) \in V_{sr}} |F(x, y) - Z(x, y)|^2 dudv + \iint_{(u,v) \in V_{sr}} |Z(x, y)|^2 dudv \Rightarrow \min, \quad (10)$$

где минимум ищется по всем трансформантам Фурье изображений той же размерности, можно выделить (отфильтровать) такую компоненту, трансформанта Фурье которого в заданном интервале ПЧ наилучшими в этом смысле образом аппроксимирует отрезок трансформанты Фурье исходного изображения, то есть является оптимальной. В результате подстановки в интегралы определений трансформант Фурье и очевидных преобразований можно найти решение вариационной задачи (10) [2]

$$Y_{sr} = (y_{nm}^{sr}) = A_1 \Phi A_2, n = 1, \dots, N; m = 1, \dots, M. \quad (11)$$

Существенное значение имеет свойство получаемой компоненты

$$y_{nm}^{sr} = \int_{x \in D_s} \int_{y \in G_r} F(x, y) \exp(jx(n-1)) \exp(jz(m-1)) dx dz / 4\pi^2, \quad (12)$$

которое заключается в отсутствии влияния на результат фильтрации смежных интервалов ПЧ. Кроме того, используя определения (4), (7) и (8), нетрудно доказать равенство

$$\sum_{s=1}^S \sum_{r=1}^R Y_{sr} = \Phi, \quad (13)$$

то есть простое суммирование выделяемых компонент ПЧ позволяет полностью восстановить исходное изображение (в отличие от выходных изображений при КИХ-фильтрации). Именно эти свойства и оптимальность определяют целесообразность использования компонент ПЧ вида (11) при решении задач субполосного анализа и синтеза изображений. Другим важным инструментом служат соотношения вида (6), позволяющие на основе анализа распределения энергии изображения по интервалам ПЧ определить совокупность компонент ПЧ, которые следует использовать при их предварительной обработке.

При этом, можно заметить, что соотношение (11) для фильтрации изображений и соотношение (6) для вычисления части энергии, по сути сводится к вычислению суммы произведений входных отсчетов, помноженных на набор постоянных коэффициентов. То есть вычислительной основой являются две операции: вычисление произведений пар значений и суммирование этих произведений.

Таким образом, нетрудно убедиться, что в основе методов субполосной обработки изображений лежит повторение пары операций: умножения и суммирования (в действительности — накопления, поскольку требуется не просто сложение пар чисел, а вычисление суммы всех произведений). Очевидно, что наибольшую производительность при использовании алгоритмов такого типа будут иметь те процессоры, которые способны выполнить умножение и накопление за возможно меньшее число тактов. Идеальным вариантом является одноктактное исполнение. Что вполне осуществимо при помощи ПЛИС архитектуры FPGA.

На рис. 2 проиллюстрированы различия между сигнальным процессором и FPGA при выполнении операции цифровой фильтрации.

На этом рисунке видно, что, хотя сигнальный процессор, созданный по сопоставимой технологии, в среднем обладает более высокой тактовой частотой, единственный поток исполнения команд обуславливает резкое уменьшение общего числа операций (если под «операцией» понимать всю последовательность умножений и сложений, требующуюся для реализации всего фильтра или иного алгоритма). Несмотря на то, что некоторые сигнальные процессоры допускают выполнение 2 или 4 операций «умножения с накоплением» одновременно, для фильтров высокого порядка общее падение частоты оказывается достаточно существенным. В то же время FPGA вполне могут обеспечить одноктактное исполнение всех операций, используя параллельный

расчет. Этому способствует, очевидно, наличие большого числа блоков DSP, выполняющих умножение с накоплением. Нетрудно заметить, что для эффективного использования этого преимущества следует ориентироваться на алгоритмы и методы, подразумевающие распараллеливание операций[3].

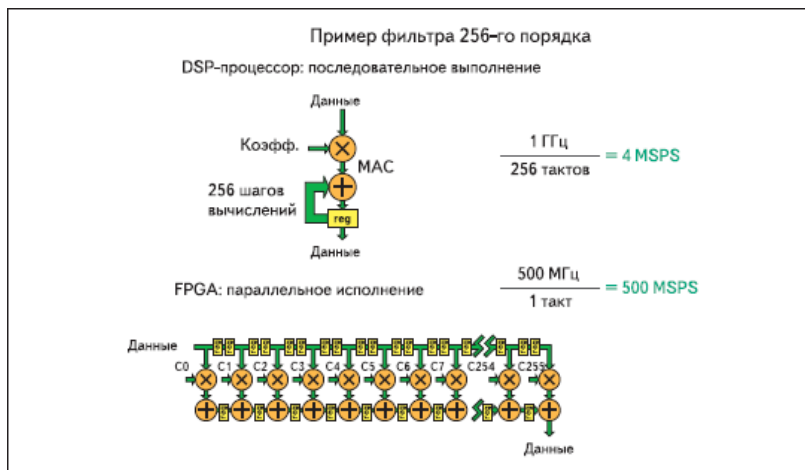


Рис. 2. Выполнение цифровой фильтрации в сигнальном процессоре и FPGA

Кроме того, важным преимуществом FPGA является их способность обеспечить не просто высокую скорость обработки, но еще и непрерывную обработку и стабильную скорость. Дело в том, что понятие «пиковая производительность» приобретает несколько разный оттенок при использовании сигнальных процессоров и FPGA. В случае с сигнальным процессором тактовая частота, показанная на рис. 2 как 1 ГГц, достаточно условно соответствует количеству операций непосредственно с фильтром. В программе процессора могут быть предусмотрены и другие действия, например обработка прерываний. Кроме того, при соответствующем построении системы пиковая скорость может упасть из-за промаха кэша и множества других факторов. Иными словами, понятие «пиковая производительность» имеет статистический характер, а реальное значение производительности может меняться не только в зависимости от выбранного алгоритма, но еще и в процессе работы программы при возникновении соответствующих условий.

В качестве примера использования ПЛИС для обработки изображений с помощью программной системы MATLAB и Xilinx system generator среды ISE 14.4, были реализованы параллельные алгоритмы двумерной цифровой фильтрации изображений, основанные на свертке исходного изображения с некоторой маской к которым можно отнести. К таким алгоритмам относятся: Edge, Sobel X-Y, Gaussian. Данные алгоритмы позволяют, отфильтровывая информацию, которая может рассматриваться как не актуальная, при этом сохраняя важные структурные свойства изображений. Для сравнения производительности было выбрано две платы Virtex-6 FPGA (Virtex-6, 2010) xc6vlX240T1-1lff1759 и xc6vlX130T1-1lff1156.

Фильтрация осуществлялась на основе свертки исходного изображения с матрицами размером 5x5 следующего вида:

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & -1 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & 8 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & -1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 1 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 4 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 8 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 4 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Edge Sobel X-Y Gaussian

Для реализации алгоритмов фильтрации изображений в модуле Simulink программной системы MATLAB была составлена модель устройства на основе ПЛИС, представленная на рис. 3.

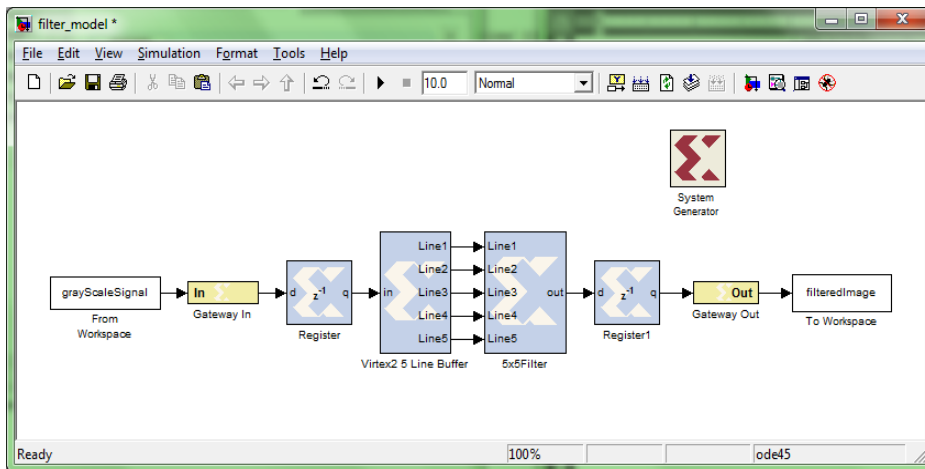


Рис. 3. Модель устройства фильтрации изображений на основе ПЛИС

На вход модели подавалось исходное изображение представленное на рис. 4.

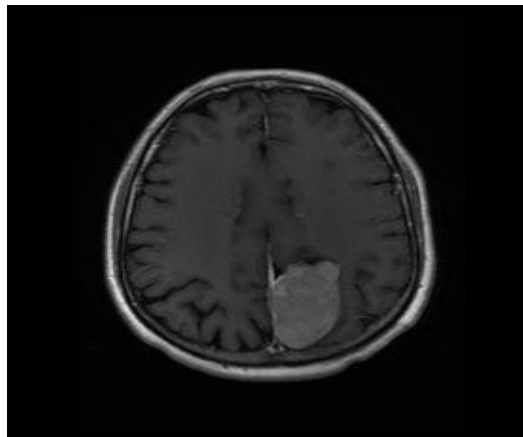


Рис. 4. Исходное изображение

Результаты обработки исходного изображения с помощью реализованной модели устройства на основе ПЛИС, представлены на рис. 5.

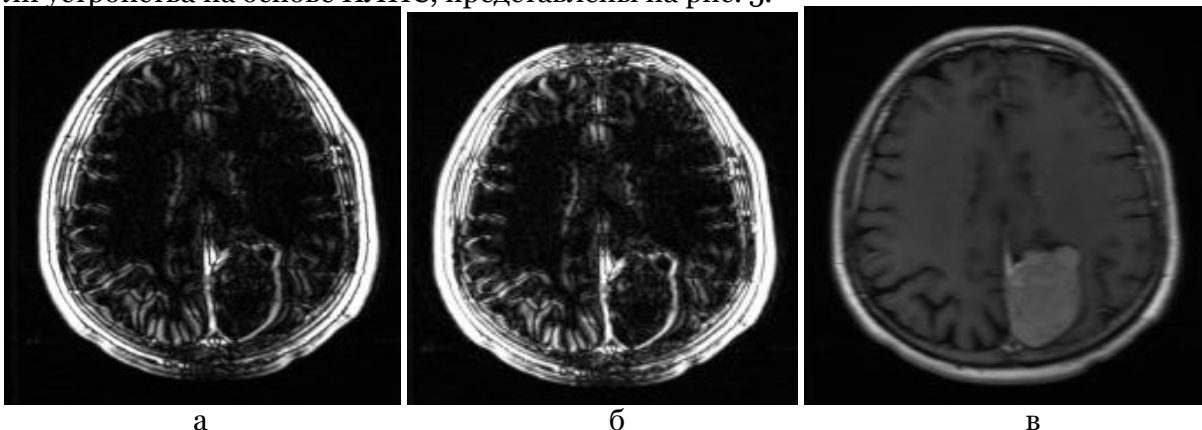


Рис. 5. Результат обработки исходного изображения: а) на основе оператора Edge, б) на основе оператора Sobel X-Y, в) на основе оператора Gaussian.



Как видно из результатов обработки представленных на рисунке 5, созданная модель устройства на основе ПЛИС позволяет производить фильтрацию изображений, что подтверждает ее работоспособность.

Так же, немаловажным параметром реализации алгоритмов на основе ПЛИС является скорость обработки. Для оценки скорости обработки изображений был использован специализированный модуль Xilinx Timing Analyzer.

По результатам анализа оказалось, что если FPGA работает на частоте 230 МГц, тогда пропускная способность составляет $230 \text{ МГц} / 5 = 46000000$ выборок / секунду. Для изображений 64×64 в оттенках серого, пропускная способность составляет $46 \times 10^6 / (64 * 64) = 11\,230$ кадров / сек, для 256×256 пропускная способность 701 кадров/с, а для 512×512 172 кадров/сек. Таким образом, пропускная способность ПЛИС зависит от размера исходного изображения.

В заключении можно сделать вывод, что использование высокопроизводительных ПЛИС архитектуры FPGA для решения задач цифровой обработки изображений является весьма перспективным. В свою очередь, так как при реализации субполосных алгоритмов обработки изображений используются вычислительные операции, как в приведенном в примере, тогда это позволяет аппаратно реализовать новые алгоритмы, которые ранее не имели практической значимости ввиду крайне низкой производительности использования стандартных вычислительных средств.

Литература

1. Фисенко В.Т., Фисенко Т.Ю., Компьютерная обработка и распознавание изображений: учеб. пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. – 192 с.
2. Жилияков, Е.Г. О дешифрировании изображений земной поверхности по космическим снимкам / Жилияков Е.Г., Черноморец А.А. Красильников В.В. // Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2010. – № 1 (72). – Вып. 13/1. – С. 144-151.
3. Илья Тарасов, Возможности FPGA фирмы Xilinx в задачах цифровой обработки сигналов: журнал Компоненты и технологии №5 2007.

APPLICATION OF FPGA ARCHITECTURE IN PROBLEMS SUBBAND IMAGE PROCESSING

S.M. CHUDINOV¹

A.N. ZALIVIN²

¹*ОАО «НИИ SUPER-EVM»
Moscow*

²*Belgorod National
Research University*

*e-mail:
Chud35@yandex.ru
Zalivin@bsu.edu.ru*

The paper considers the possibility of using FPGAs FPGA architecture for the implementation of digital image processing algorithms. A model of the device, implemented in software product Simulink. The results of image processing.

Keywords: subband methods, frequency representation, FPGA, FPGA, image processing



УДК 65.01

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУРЫ ЦИФРОВОЙ КОРРЕКЦИИ ВОЗМУЩЕНИЙ В ИЗОБРАЖЕНИЯХ, ФОРМИРУЕМЫХ ПАНХРОМАТИЧЕСКОЙ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРОЙ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «МОНИТОР»

И. С. КОНСТАНТИНОВ¹**Н. В. ЩЕРБИНИНА¹****М. Ю. ЖИЛЕНЕВ²****В. Н. ВИНТАЕВ³****Н. Н. УШАКОВА³**

¹Национальный
исследовательский
университет
«БелГУ»,

²ФГУП Государственный
Космический
Научно Производственный
Центр имени
М.В. Хруничева

³Белгородский университет
кооперации, экономики и права

e-mail:
viktor.vn2010@yandex.ru

Разработка алгоритма коррекции цифрового космического изображения с удалением регулярных полос с подавленным отношением сигнал/шум требует не только существенного расширения рядной сетки представления данных, но и наряду с уточнением учета влияния применяемых процедур на полезную составляющую сигналов изображений снижения степени субъективизма при оценке получаемого качества и принятия решения на останов процедуры с целью изоляции возмущения метрологической ценности космического изображения при обработке

Ключевые слова: изображение, частотное представление, тонкая структура изображения, сверхтонкая структура изображения, функция рассеяния точки, скорость движения изображения, антимодуляция.

При анализе тонких и сверхтонких структур контраста на цифровом изображении, сформированном панхроматической оптико-электронной съемочной аппаратурой (ПСА) космического аппарата (КА) «Монитор» видны полосы затемнения шириной в 4...5 пикселей с глубиной модуляции контраста в 7...12 %. Причиной тому является несоответствие реальной частоты считывания данных со строк фотоприемных элементов частоте, определяемой программируемой скоростью движения изображения (СДИ) на фокальной плоскости.

В паллиативе задача удаления регулярных полос на изображении, равно как и шумовой составляющей (распределенной по изображению или представленной в виде одиночных импульсов) решается с использованием методов частотных представлений, т.е. с использованием преобразований Фурье (в общем случае по выбираемой или заданной системе ортогональных функций). При этом применяется технология удаления или подавления мешающих частот пространственного спектра возмущенного артефактами изображения, после чего космические изображения практически теряют свою валидность в плане предназначаемых для решения с их помощью задач, т.к. упоминаемая технология приводит не только к желаемому эффекту, но и разрушает тонкую структуру полезной составляющей изображения из-за некорректности построения или пренебрежения процессами (и даже невозможности выявления) аддитивных вкладов в амплитуды и фазы обрабатываемых гармоник спектральных составляющих от полезной и мешающей составляющих изображения. Для космических изображений среднего, высокого и сверхвысокого (существенно менее метра на местности) пространственного разрешения, когда учитываются в их метрологических характеристиках с целью сохранения их спектрально-радиометрической верности даже границы теней объектов и градации и градиенты градаций на малых изменениях контрастов, в особенности в области тонкой структуры изображения, такая технология существенно примитивна, и даже вредна и в полной мере дает ощутимый результат только когда спектральные образы фильтруемых артефактов и «полезных



объектов» не пересекаются в пространстве частот, т.е. когда задача является копией давно известной простой классической задачи фильтрации объектов с разделяющимися спектрами [1,2,3], что в современной индустрии обработки космических изображений высокого разрешения встречается крайне редко.

В работе [4] представлена итерационная технология так называемой антимодуляции, т.е. многократного попиксельного перемножения обрабатываемого паттерна – результата каждой итерации и корректирующего (инвертированного в соответствующих полосах из строк) изображения выявляемых на итерациях остаточных полос, в которой благодаря отказу от общепринятых методов прямой пространственной фильтрации (и сопряженных с ними методов частотных представлений), порождающих результаты обработки в виде текущих значений взвешенного по окрестности контраста, не подавляется тонкая и сверхтонкая структура изображения (в частности, не страдают геометрические и контрастные характеристики и малых объектов и теней), что и является гарантом сохранения метрологических характеристик результата дистанционного зондирования (ДЗ). Однако, выполняемая при этом и необходимая коррекция гистограммы результата, параметры которой, как казалось бы, легко даже прогнозируются и вычисляются, требует дополнительных, «неучтенных» первоначально в алгоритме обработки манипуляций с изображением (реализуемых интерактивно) для приведения гистограммы к исходному виду, если таковой задан или к виду гипотетической исходной гистограммы, которая получится при завершении процесса антимодуляции и будет считаться «истинной», если при «возврате» выявленных исходных полос модуляции на конечный результат «антимодуляции» гистограмма полученного «испорченного» таким образом паттерна совпадет с гистограммой исходного изображения. Выполнение этапов процедуры «антимодуляции» с остановом по результатам суждений оператора о достаточности достигнутого качества изображения приводит к ошибкам в номере этапа для останова и, соответственно, к вероятностному характеру результатов нормализации гистограмм и вероятностным суждениям о восстановлении метрологических характеристик изображения.

Цель работы.

Снизить радикально уровень субъективизма при принятии решения на останов итеративного процесса обработки в процедуре «антимодуляции» и, соответственно, снизить уровень интерактивного сопровождения процесса при коррекции возникающей на последовательности этапов обработки нелинейности яркостной характеристики изображения.

На рисунке 1 представлен фрагмент сформированного на спутнике «Монитор-Э» изображения, визуализированного в многомасштабном варианте в окне пакета ViewFinder ERDAS, на котором хорошо видны (см. масштабированный фрагмент внизу слева) возмущающие метрологические характеристики изображения полосы модуляции контраста. Из-за этих не очень заметных «на первый взгляд» полос, реализация сопоставлений параметров пикселей изображения с формами, формулами и таблицами соответствия участка наблюдаемой поверхности ее литологическому составу (да и само внесение радиометрических коррекций для этого, к примеру) становится в высшей степени некорректным. На рисунке 2 представлен фрагмент изображения в масштабе (при анализе), когда полосы видны и «портят» всю обработку с целью дешифрирования.

На рисунке 3 продемонстрирован результат работы процедуры «антимодуляции» до выполнения коррекции гистограммы. Видно, что тонкая и сверхтонкая структуры на изображении удержаны, полосы подавлены (при прямых частотных методах фильтрации тонкая и сверхтонкая структуры изображения были бы подавлены безвозвратно за счет создаваемой частотными фильтрами дополнительной функции рассеяния точки), но требуется привести гистограмму изображения к нормальному, соответствующему «истинным» значениям контраста. При этом главной частью процедуры нормализации гистограммы является извлечение корня степени, равной номеру последнего этапа обработки из каждого значения пикселя результирующего изображения и приведение кодов пикселей к задаваемой палитре в данной модели цвета.

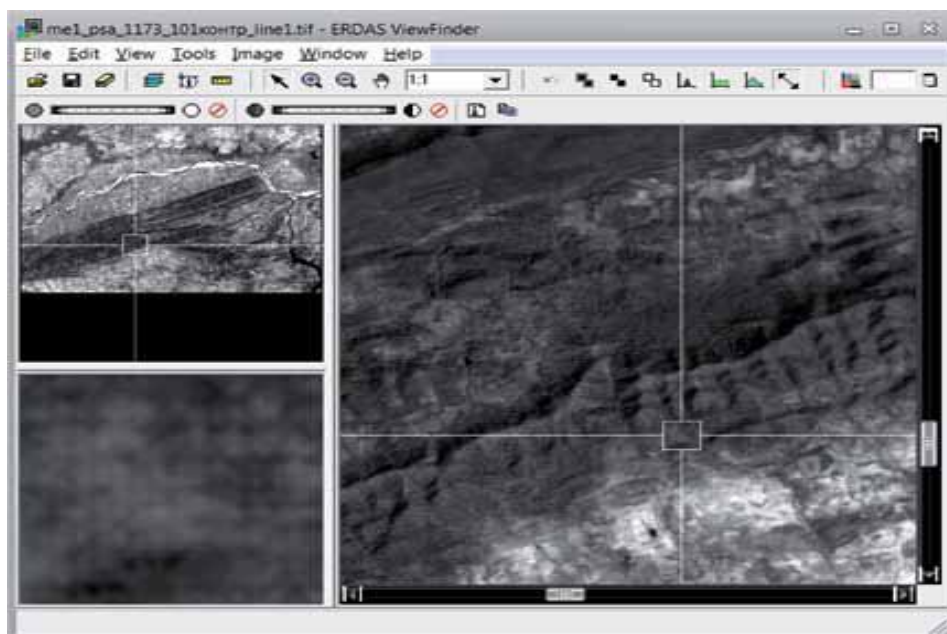


Рис.1. Фрагмент изображения,
сформированного на спутнике «Монитор-Э»
и визуализированного в многомасштабном варианте в окне пакета ViewFinder ERDAS



Рис.2. Фрагмент изображения, сформированного на спутнике «Монитор-Э»
(в увеличенном масштабе)

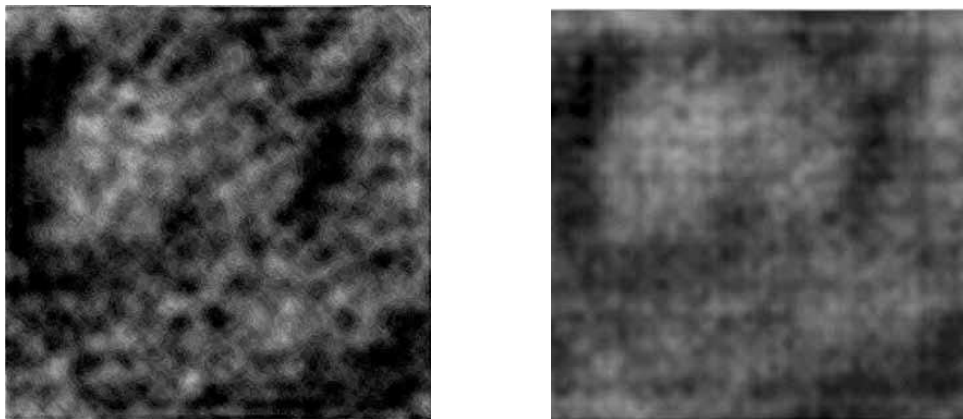


Рис. 3. Фрагмент обработанного «антимодуляцией» изображения (слева) и исходный фрагмент (справа)

Первая модернизация, резко сокращающая число итераций, заключается во введении в веерный фильтр [5,6], применяемый для выделения корректирующего паттерна, оператора, восстанавливающего (альтернативно сглаживающим свойствам веерного фильтра) тонкую структуру самих выделяемых полос.

Значения накапливающих функционалов при веерной фильтрации на корректирующем изображении могут значительно превысить разрядные сетки вычислительных элементов за счет накопления постоянного пьедестала и дать искаженные оценки выявленных текущих значений средних яркостей с одной стороны и сглаженных вариативных составляющих – с другой. Выполнением над изображением операции вида

$$S(x, y) = S_R(x, y) - \bar{S}_R \tag{1}$$

или

$$S_1(x, y) = D_x^\alpha D_y^\alpha S_R(x, y), \tag{2}$$

где $S_R(x, y)$ – изображение на предъявленном паттерне, \bar{S}_R – средний уровень яркости $S_R(x, y)$, D_x^α, D_y^α – дифференциальный оператор с порядком $\alpha < 1$ [7,8], удаляется постоянная составляющая, паразитное накапливание которой в интерференционных фильтрах преодолевает практически все шкалы при вычислении откликов фильтров.

Восстановление $S_R(x, y)$ из $S_1(x, y)$ осуществляется сверткой $S_1(x, y)$ (обработанного веерным фильтром с порогом) с матрицей T :

$$T = F^{-1}((J\omega_x)^{-\alpha} \cdot (J\omega_y)^{-\alpha}), \tag{3}$$

где F^{-1} – обратное дискретное преобразование Фурье ($\alpha > 0$), $\omega = (\omega_x^2 + \omega_y^2)^{1/2}$ – пространственная частота спектра $F_S(\omega)$ изображения S , $J = \sqrt{-1}$, ω_x, ω_y – соответствующие декартовы координаты пространственной частоты в спектральном представлении изображения.

Соотношение (3) получено на основании использования в качестве D^α версии вида [7, 8]

$$D_x^\alpha S(x) = \int (J\omega)^\alpha F_S(\omega) e^{J\omega x} d\omega. \tag{4}$$

Таким образом, матрица T представляет собой оператор $D_x^{-\alpha} D_y^{-\alpha}$, построенный на дискретных преобразованиях Фурье.

Вторая модернизация заключается в том, что на результате отработки этапа «антимодуляции» строятся одномерные профили – срезы изображения, выделяющие меандры, соответствующие полосам модуляции, с которыми ведется борьба. Этим задача сводится к классической задаче обнаружения на реализациях одномерных срезов длительного импульсного сигнала на фоне шумов, которыми в данном случае являются полезные составляющие обрабатываемого изображения. В этом случае целесообразно строить процедуру обнаружения сигнала в соответствии с критерием Неймана-

Пирсона, заключающимся в минимизации ошибки второго рода (вероятности пропуска сигнала) [9,10].

В выбранном окне обработки на профилях оцениваются характеристики

σ^2 – дисперсия яркости исходного изображения;

D_c – мажорирующий динамический диапазон контрастов выделяемых сигналов;

Ω – полоса пространственных частот, занимаемая спектральными портретами выделяемых сигналов;

Δ_p – полоса пересечения пространственных частот спектральных портретов сигналов и шумов;

τ – радиус корреляции шума;

A – средняя апертура выделяемого импульсного сигнала.

Наибольшей значимостью среди перечисленных параметров обладают σ , D_c , Ω , причем τ и A по абсолютной значимости могут быть заменены на следующий параметр:

$$\varepsilon = \frac{\tau}{A}.$$

Для выделяемого элемента вычисляется соотношение [5]:

$$PG = \frac{\Delta_p \cdot \sigma \cdot \varepsilon}{D_c \cdot \Omega}, (D_c, \Omega \neq 0),$$

квазипропорциональное отношению «энергия шума/энергия сигнала», умноженному на величину $\varepsilon = \tau/A$, пропорциональную вероятности ложной тревоги в процедуре корреляционного обнаружения (минимальное значение этой вероятности наступает при $\tau=0$).

В частности, при больших значениях параметров σ и Δ_p уверенность, с которой элемент изображения можно считать стохастической составляющей, высока. Для представленного изображения критерий останова задавался при получении значений $PG < 0,01$ и при дальнейшем его снижении улучшения результатов замечено не было. На рисунке 4 представлен конечный результат работы процедуры «антимодуляции».

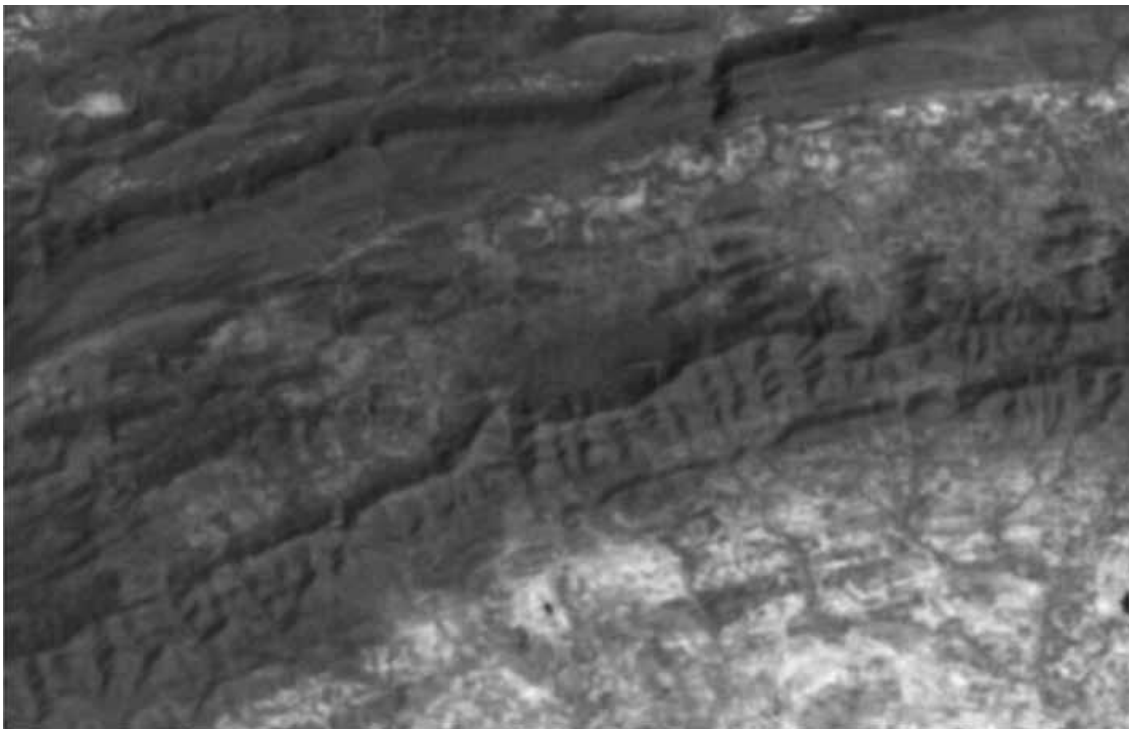


Рис. 4. Конечный результат работы процедуры «антимодуляции»



Вывод.

На основе введенных двух модернизаций в процедуру «антимодуляции» — восстановлении тонкой структуры полос на корректирующем изображении и построении принятия решения на останов по принципу обнаружения полос как сигналов на фоне шумов реализуется автоматическое принятие решения на останов процедуры коррекции, при этом снижается количество этапов обработки изображения и корректно выполняется останов с отсутствием интерактивного сопровождения процесса обработки.

Литература

1. Бейтс Р. Восстановление и реконструкция изображений / Р. Бейтс, М. Мак-Доннел. — М.: Мир, 1989, — 336 с.
2. Прэтт У. Цифровая обработка изображений / У. Прэтт. — М.: Мир, Кн.4, 1982, — 112 с.
3. Казмирчук А.А. Методы восстановления изображений по блокам двумерного спектра / А.А.Казмирчук // Распараллеливание обработки информации: Сб. докладов VI Всесоюз. шк.-семинара, Львов, 1987. — Ч.2. — С. 71-72.
4. Жилнев М.Ю., Блажевич С.В., Винтаев В.Н., Ушакова Н.Н. Цифровая коррекция возмущений в изображениях, формируемых панхроматической оптико-электронной съемочной аппаратурой космического аппарата «Монитор». Сборник трудов научно-технической конференции «Техническое зрение в системах управления -2011» Издание ИКИ РАН, Москва 2012г, С. 83-92.
5. Ушакова Н.Н. Коррекция цифровых космических изображений на основе верифицирующего моделирования.- Дисс. На соискание ученой степени канд. техн.наук.- Белгород, БГТУ им. В. Г.Шухова, 2004. — 255 с.
6. Karini H.A. Techniques For Automated Extraction of Roadway Inventory Features From High-Resolution Satellite Imagery / H.A. Karini, X. Dai, S. Khorran, A.J. Khattack, J.E.Hummen // Geocarto Int., 1999. —14. —№2. —Р. 5-16.
7. Переход Н.Г., Ушакова Н.Н., Винтаев В.Н., Лихачев В.А. Разработка специальных операций для задач обработки цифровых изображений. Научные ведомости Научно-исследовательского университета «БелГУ», Серия История. Политология. Экономика. Информатика. 2010. № 19 (90). Выпуск 16/1 — С. 104-111.
8. Брычков Ю.А. Интегральные преобразования обобщенных функций / Ю.А. Брычков // М.: Наука, 1977. — 286 с.
9. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника/В.И.Тихонов.- М.:Советское радио, 1966, 677 с.
10. Константинов И.С., Ушакова Н.Н., Винтаев В.Н. Процессор целеуказания с матричным сенсорным полем. Сб. докладов технологического конгресса «Современные технологии при создании продукции военного и гражданского назначения» , Омск,2001, — С.330-333.

MODERNISATION OF PROCEDURE OF DIGITAL CORRECTION OF INDIGNATIONS IS IN THE IMAGES FORMED PANCHROMATIC ELECTRON OPTICAL BY SURVEY APPARATUS SPACE VEHICLE «MONITOR»

I. S. KONSTANTINOV¹
N. V. SHCHERBININA¹
M. U. ZHILENEV²
V. N. VINTAYEV³
N. N. USHAKOVA³

¹*National Research University "BSU"*

²*Federal State Unitary Enterprise
State Space Scientific Production Cen-
ter named after MV Khrunichev*

³*Belgorod University of Cooperation,
Economics and Law*

e-mail:
viktor.vn2010@yandex.ru

The development of digital correction algorithm space image with the removal of regular strips with a suppressed signal / noise ratio requires not only a substantial increase in the discharge grid for data representation, and, along with the specification before the effect of the useful component of the image signal to reduce the degree of subjectivity in the assessment of quality and the resulting decision to stop the procedure to isolate disturbances metrological value space image in processing procedures on the.

Keywords: image, frequency representation, the fine structure of the image, the hyperfine structure of the image of the point spread function, the speed of movement of the image, antimodulyatsiya.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Агеева Е. С.** – аспирант, старший преподаватель кафедры экономического анализа, финансов и аудита Старооскольского технологического института им. А. А. Угарова (филиала) Национального исследовательского технологического университета «МИСиС».
- Алимов А. Н.** – кандидат философских наук, доцент кафедры менеджмента организации Белгородского государственного национального исследовательского университета.
- Асадуллаев Р. Г.** – старший преподаватель кафедры информационного менеджмента Белгородского государственного национального исследовательского университета.
- Бараков В. С.** – аспирант кафедры экономической информатики и управления института Управления и региональной экономики. Волгоградского государственного университета.
- Безнос Д. С.** – аспирант, ассистент кафедры менеджмента организации Белгородского государственного национального исследовательского университета.
- Белов А. С.** – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики Белгородского государственного национального исследовательского университета.
- Боброва И. Е.** – генеральный директор ОАО «Корпорация развития Волгоградской области».
- Болгова Е. В.** студентка 5 курса факультета компьютерных наук и телекоммуникаций Белгородского государственного национального исследовательского университета.
- Васина Н. В.** – кандидат технических наук, доцент кафедры начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики Тульского государственного университета.
- Винтаев В. Н.** – кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем и технологий Белгородского университета потребительской кооперации.
- Голощанова В. А.** – старший преподаватель кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета.
- Жилнев М. Ю.** – руководитель группы ФГУП «Государственный космический научно-производственный центр им. М.В. Хруничева», г. Москва
- Жиляков Е. Г.** – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой информационно-телекоммуникационных систем и технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета.
- Жихарев А. Г.** – ассистент кафедры прикладной информатики, аспирант 3 года обучения Белгородского государственного национального исследовательского университета.
- Зайцева Т. В.** – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной



- информатики Белгородского государственного национального исследовательского университета.
- Заливин А. Н.** – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры информационно–телекоммуникационных систем и технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета.
- Зернаев А. С.** – аспирант кафедры менеджмента организации Белгородского государственного национального исследовательского университета.
- Зубарев А. Н.** научный сотрудник института проблемных исследований (ИПИ), г. Серпухов
- Илехменев В. А.** – студент Ульяновского государственного университета.
- Канунникова Е. А.** – кандидат технических наук, доцент кафедры математического и программного обеспечения информационных систем Белгородского государственного национального исследовательского университета.
- Константинов И. С.** доктор технических наук, профессор, проректор по научной и инновационной деятельности Белгородского государственного национального исследовательского университета.
- Корсунов Н. И.** – доктор технических наук, профессор, Белгородский государственный национальный исследовательский университет.
- Краснопевцева И. В.** – кандидат экономических наук, доцент кафедры торгового дела и управления производством института финансов, экономики и управления Тольяттинского государственного университета.
- Куртов Н. Н.** – кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем и технологий Белгородского университета кооперации, экономики и права.
- Латин А. Е.** – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономического анализа и государственного управления Ульяновского государственного университета.
- Лебедев А. О.** – Аспирант кафедры менеджмента организации Белгородского государственного национального исследовательского университета.
- Ломакин В. В.** – кандидат технических наук, профессор кафедры информационного менеджмента Белгородского государственного национального исследовательского университета.
- Ломовцева Н. Н.** – доцент кафедры экономического анализа и государственного управления Ульяновского государственного университета. Почетный работник высшего профессионального образования.
- Ломовцева О. А.** – доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой менеджмента организации Белгородского государственного национального исследовательского университета.
- Лучин А. А.** – начальник отдела, доктор технических наук, профессор ОАО «РТИ им. академика А. Л. Минца», г. Москва
- Магергут В. З.** – доктор технических наук, профессор кафедры технической кибернетики Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова.



- Маторин С. И.** – доктор технических наук, профессор кафедры прикладной информатики Белгородского государственного национального исследовательского университета.
- Маматов Е. М.** – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики Белгородского государственного национального исследовательского университета.
- Начетов А. А.** – аспирант Белгородского государственного национального исследовательского университета.
- Овешникова Л. В.** – кандидат экономических наук, доцент кафедры статистики Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова, г. Москва.
- Пиньковецкая Ю. С.** – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономического анализа и государственного управления Ульяновского государственного университета.
- Прядко С. Н.** – кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента организации Белгородского государственного национального исследовательского университета.
- Пусная О. П.** – старший преподаватель кафедры прикладной информатики Белгородского государственного национального исследовательского университета.
- Рязанов Ю. Д.** – доцент кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова.
- Савва Т. Ю.** – аспирант кафедры информационных систем, Учебно-научно-исследовательского института информационных технологий (УНИИ ИТ). ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г. Орел
- Севальнева М. Н.** – студентка Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова.
- Смородина Н. Н.** – ассистент кафедры прикладной информатики Белгородского государственного национального исследовательского университета.
- Строев А. К.** – студент ФГБОУ ВПО Физико-технического института Московского государственного университета, г. Долгопрудный
- Титов А. И.** – аспирант Белгородского государственного университета, старший преподаватель Губкинского филиала Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова.
- Ушакова Н. Н.** – кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем и технологий Белгородского университета потребительской кооперации.
- Чеглаков А. Л.** – кандидат экономических наук, доцент кафедры информационных систем и технологий Белгородского университета кооперации, экономики и права.
- Черноморец А. А.** – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой прикладной информатики Белгородского государственного национального исследовательского университета.



-
- Чудинов С. М.** – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, зам. директора по научной работе ОАО «НИИ Супер ЭВМ», г. Москва
- Шкромада В. И.** – старший преподаватель кафедры менеджмента организации Белгородского государственного национального исследовательского университета.
- Щербинина Н. В.** старший преподаватель кафедры прикладной информатики Белгородского государственного национального исследовательского университета.
- Юдин Д. А.** – аспирант, инженер кафедры «Техническая кибернетика» Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова.



ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Уважаемые коллеги!

Материалы необходимо высылать в двух экземплярах:

- по адресу: 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85, Белгородский государственный университет;

- по электронной почте редакторам разделов: «Актуальные вопросы отечественной истории» – shatohin@bsu.edu.ru (Шатохин Иван Тихонович – заместитель главного редактора); «Актуальные вопросы всеобщей истории» – bolgov@bsu.edu.ru (Болгов Николай Николаевич); «Актуальные вопросы политологии» – Shilov@bsu.edu.ru (Шилов Владимир Николаевич – заместитель главного редактора); «Актуальные проблемы экономики» – Lomovceva@bsu.edu.ru (Ломовцева Ольга Алексеевна – заместитель главного редактора); ответственный секретарь серии журнала – vasilenko_v@bsu.edu.ru (Василенко Виктория Викторовна); сайт журнала: <http://unid.bsu.edu.ru/unid/res/pub/index.php>.

Статьи, отклоненные редколлегией, к повторному рассмотрению не принимаются. Материалы, присланные без соблюдения правил, редколлегией не рассматриваются.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ СЕРИИ «ИСТОРИЯ. ПОЛИТОЛОГИЯ. ЭКОНОМИКА. ИНФОРМАТИКА» ЖУРНАЛА «НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ БЕЛГУ»

В материалы статьи включаются:

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> 1) УДК научной статьи; 2) аннотация статьи (не более 1200 знаков); 3) ключевые слова; 4) сведения об авторах (Ф.И.О., должность с указанием места работы (без сокращений), ученая степень, ученое звание, почтовый адрес, адрес электронной почты (если имеется), контактные телефоны); 5) внешняя рецензия доктора наук (для аспирантов и кандидатов наук); 6) текст статьи; 7) ссылки. | <div style="font-size: 3em; line-height: 1;">}</div> <div style="text-align: center; padding: 5px 0;"> <i>на русском
и английском
языках</i> </div> <div style="font-size: 3em; line-height: 1;">}</div> <div style="text-align: center; padding: 5px 0;"> <i>на русском
языке</i> </div> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Технические требования к оформлению текста статьи

1. Текст набирается в Microsoft Word 2000/2003. Лист – А4, портретный.

2. Поля:

- правое – 1,5 см;
- левое – 3,0 см;
- нижнее – 2,0 см;
- верхнее – 2,0 см.

3. Шрифт:

- гарнитура: текст – **Georgia**; УДК, название, Ф.И.О. автора – **Impact**;
- размер: в тексте – **11 пт**; в таблице – **9 пт**; в названии – **14 пт**.

4. Абзац:

- отступ 1,25 мм, выравнивание – по ширине;
- межстрочный интервал – одинарный.



5. Ссылки постраничные:

- номер ссылки размещается перед знаком препинания (перед запятой, точкой);
- нумерация – автоматическая, сквозная;
- текст сноски внизу каждой страницы;
- размер шрифта – **9 пт.**

6. Объем статей: до **8 страниц (Georgia, 11 пт)**.

7. Формулы набираются в «Редакторе формул» Word, допускается оформление формул только в одну строку, не принимаются формулы, выполненные в виде рисунков, формулы отделяются от текста пустой строкой.

8. Требования к оформлению статей, таблиц, рисунков приведены в прил. 1, 2, 3.



Приложение 1. Оформление статьи

УДК 65.01

КЛЮЧЕВЫЕ ВЫЗОВЫ РАЗВИТИЮ РЕГИОНА В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛИЗАЦИИ РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ*

А. В. ИВАНОВ¹**Л. Н. ПЕТРОВ²**

¹⁾ *Департамент экономического развития Белгородской области*

²⁾ *Белгородский государственный национальный исследовательский университет*

e-mail: bor@bsu.edu.ru

При выборе пути инновационного развития необходимо учитывать возможные риски и ограничения социально-экономического развития, продуцированные перспективами постепенного вступления России в единое мировое экономическое пространство. В работе рассмотрены ключевые вызовы развитию России и регионов на долгосрочную перспективу.

Ключевые слова: глобализация, вызовы развитию, риски и ограничения социально-экономического развития, региональная политика.

В последние годы в российском обществе обозначился явный дефицит долгосрочного (на 10-15 и более лет) видения перспектив развития национальной экономики¹.

KEY CHALLENGES TO REGION DEVELOPMENT IN CONDITIONS OF GLOBALIZATION OF THE RUSSIAN ECONOMY

A. V. IVANOV¹**L. N. PETROV²**

¹⁾ *Department of Economic Development, Belgorod Region*

²⁾ *Belgorod National Research University*

e-mail: bo@bsu.edu.ru

Choosing a way of innovative development it is necessary to take into account the risks and restrictions of socio-economic development, produced by prospects of the gradual introduction of Russia into the whole world economic space. There considered key challenges to development of Russia and its regions for the long-term prospect.

Key words: globalization, challenges to development, risks and restrictions of socio-economic development, regional policy.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Иванов А.В.

— кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и права Белгородского государственного национального исследовательского университета

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

e-mail: dizelsnab@mail.ru, тел. 33-22-44

¹ Караганов С.А. XXI век и интересы России // Современная Европа. 2004. №3. С. 6; Айналлов Д.В. Эллинистические основы византийского искусства. СПб., 1900. С. 2.



Приложение 2. Оформление таблиц

1. Каждая таблица должна быть пронумерована справа, иметь заголовок, расположенный по центру.

Таблица 1

Рейтинговая оценка ЦФО за 1999-2004 гг.

Регионы	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	В среднем за	
							1999-2001 гг.	2002-2004 гг.
РФ	1,3222	1,5091	1,3470	1,4661	1,5940	1,6954	1,3928	1,5852
ЦФО	1,5028	1,9389	1,7210	1,6149	1,6888	1,6930	1,7209	1,6656

2. Таблицы не должны выходить за границы полей страницы слева и справа.

Таблица 1

Рейтинговая оценка ЦФО за 1999-2004 гг.

Регионы	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	В среднем за	
							1999-2001 гг.	2002-2004 гг.
РФ	1,3222	1,5091	1,3470	1,4661	1,5940	1,6954	1,3928	1,5852
ЦФО	1,5028	1,9389	1,7210	1,6149	1,6888	1,6930	1,7209	1,6656

3. Если таблица располагается на двух страницах, ее столбцы должны быть пронумерованы на каждой новой странице, так же, как на первой.

Таблица 1

Рейтинговая оценка ЦФО за 1999-2004 гг.

Регионы	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	В среднем за	
							1999-2001 гг.	2002-2004 гг.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
РФ	1,3222	1,5091	1,3470	1,4661	1,5940	1,6954	1,3928	1,5852
ЦФО	1,5028	1,9389	1,7210	1,6149	1,6888	1,6930	1,7209	1,6656

Таблица, расположенная на первой странице.

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Белгородская область	1,2620	0,4169	2,2612	1,0176	1,2012	0,6413	1,3134	0,9534
Брянская область	0,9726	0,4817	0,5612	1,8653	0,9064	1,6898	0,6718	1,4872

Таблица, расположенная на следующей странице.

Приложение 3. Оформление графических объектов

1. Изображение каждого графического объекта должно иметь номер и заголовок, расположенные по центру рисунка.

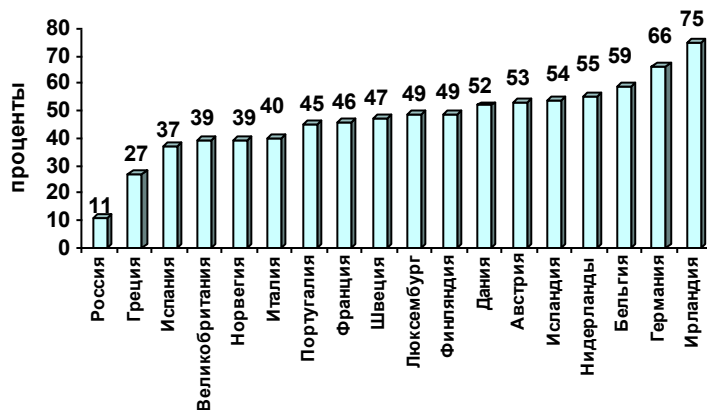


Рис. 1. Уровень инновационной активности в России, странах ЕС, Норвегии, Исландии

2. Изображение графического объекта должно быть в виде рисунка или сгруппированных объектов.

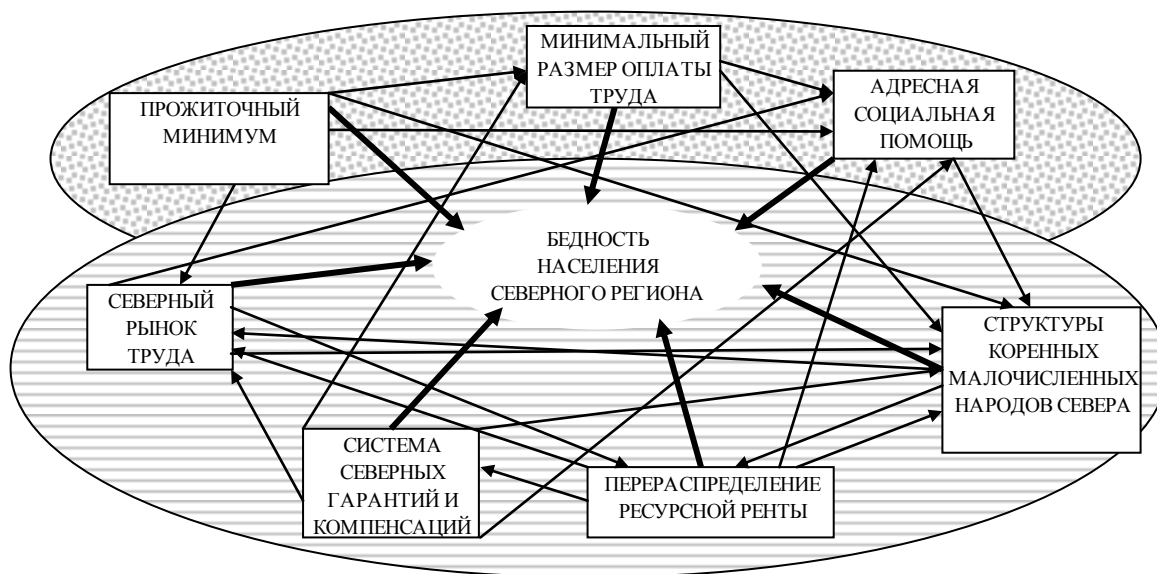


Рис 2. Институциональная среда существования бедности населения северного региона России

3. Изображение графического объекта не должно выходить за пределы полей страницы.

4. Изображение графического объекта не должно превышать одной страницы.

За публикацию статьи в журнале «Научные ведомости Белгородского государственного университета» плата с авторов не взимается.