

№ 1 (172) 2014  
Выпуск 29/1

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. Шатовалов**,  
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»)

## 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

Мотивационные инструменты формирования регионального  
экономического кластера. **А.В. Соболев 5**  
Использование методов экономического моделирования  
и экстраполяции для исследования бюджетно-налоговой  
безопасности региона. **Е.В. Никулина 12**  
Региональные процессы рыночной трансформации в странах  
Восточной Европы и России. **Е.Н. Камышанченко,  
А.М. Камышанченко 16**

#### ФИНАНСЫ ГОСУДАРСТВА И ПРЕДПРИЯТИЙ

Оценка эффективности субсидирования сельскохозяйственных  
товаропроизводителей. **В.Л. Аничин, А.Д. Елфимов 22**  
Концептуальные основы построения комплексной системы оценки  
муниципальных программ в условиях перехода к программному  
бюджетированию. **Л.Р. Баева 26**

#### РЫНОК ТРУДА И ЭКОНОМИКА ОБРАЗОВАНИЯ

Учебный контракт как инструмент управления образовательным  
процессом в вузе. **И.А. Дудина, Н.В. Буханцева 32**

#### АКТУАЛЬНАЯ ТЕМА

Бюджетная стратегия региона в новых экономических условиях  
России. **М.В. Семибратский 41**  
Расселение населения муниципальных образований Белгородской  
области как основной фактор в реализации концепции «район-  
парк». **Ф.Н. Лисецкий, Н.В. Чугунова 46**  
Теоретико-экономическая модель влияния эффективности услуг  
на качество жизни. **Л.В. Соловьева 55**  
Философия аграрно-крестьянского реформирования в России.  
**О.Н. Полухин 61**

#### КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Разработка средств и методов имитационного моделирования  
транспортных потоков города. **А.Г. Жихарев, С.И. Маторин,  
Н.О. Зайцева 66**  
FPGA-технологии в автоматизированных системах для  
исследования изображений в форме флюорограмм.  
**С.М. Чудинов, Р. А. Томакова, В.А. Степанов,  
И.В. Зуев 70**

**В.Н. Шилов,**

доктор философских наук, профессор  
(НИУ «БелГУ»)

Ответственный секретарь

**В.В. Василенко,**

кандидат исторических наук  
(НИУ «БелГУ»)

Члены редколлегии

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

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

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

**В.Д. Дмитриенко,** доктор технических наук,  
технический университет «ХПИ»)

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

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

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

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

**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 (Орловский филиал  
РАНХ иГС)

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

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

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

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

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

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

Статьи представлены в авторской редакции.

Оригинал-макет **Н.А. Гапоненко**  
e-mail: vasilenko\_v@bsu.edu.ru

Подписано в печать 28.03.2014  
Формат 60×84/8  
Гарнитура Georgia, Impact  
Усл. п. л. 22,78  
Тираж 1000 экз.  
Заказ 89

Подписной индекс в каталоге агентства  
«Роспечать» – 18078

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

Обобщенная модель назначения задач для MPP систем.

**Г.А. Поляков, Е.Г. Толстолужская, Д.А. Толстолужский 75**

Моделирование изолирующих дыхательных аппаратов на  
химически связанном кислороде. **А.В. Майстренко,**

**Н.В. Майстренко, О.И. Ерохин 81**

Алгоритм определения субпиксельных координат точечного  
объекта. **Н.В. Щербинина 88**

Компьютерные расчеты динамических свойств для одной модели  
классической системы с двумя степенями свободы.

**Н.А. Чеканов, И.К. Кириченко, В.Е. Богачев,**

**Н.Н. Чеканова 94**

Исследование показателей эффективности алгоритма Гаусса  
на вычислительном кластере. **Г.А. Поляков, К.В. Лысых,**  
**Е.Г. Толстолужская 100**

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ

Недетерминированные когнитивные модели на базе логики  
антонимов. **А.А. Адаменко, Я.Б. Ерошенко,**

**Т.В. Кондрашова 105**

О перспективах развития системно-объектного метода  
представления организационных знаний. **А.Г. Жихарев,**

**Е.В. Болгова, И.В. Гурьянова, О.П. Маматова 110**

Система поддержки принятия решений с автоматизированными  
средствами корректировки суждений экспертов. **В.В. Ломакин,**  
**М.В. Лифиренко 114**

Автоматизированный синтез моделей технологических процессов  
на основе прецедентного подхода. **Д.Э. Лысенко 121**

О продвижении сайта в поисковых системах Яндекс и Google.

**Е.М. Маматов, И.Н. Брусенская 130**

Управление многофазовыми финансовыми потоками на основе  
математического моделирования финансовых операций.

**М.Ф. Тубольцев, С.И. Маторин, О.М. Тубольцева 135**

Об оптимизации на основе метода анализа иерархий.

**Д.Г. Фурцев, А.Н. Коваленко, Е.А. Ткаченко 142**

Генерация структуры и параметров экспертных информационных  
систем. **В.В. Серебровский, С.А. Филист,**

**О.В. Шаталова, А.А. Черепанов 150**

## ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Построение кривых гурвица для универсального хеширования.

**О.Г. Халимов, А.Д. Буханцов, Г.З. Халимов 153**

Подходы по выбору плиз при проектировании вычислительных  
устройств для обработки информации. **С.М. Чудинов,**

**С.Н. Маликов, И.В. Зуев 161**

Исследование устойчивости стеганографии в изображениях.

**Е.Г. Жиликов, А.А. Черноморец, Е.В. Болгова,**

**Н.Н. Гахова 168**

Моделирование трафика беспроводной сети передачи данных.

**Р.П. Гахов, Н.Г. Кучук 175**

Информационные системы обработки и сжатия текста.

**В.В. Ефремов, И.Н. Ефремова, В.В. Серебровский,**

**А.А. Черепанов 182**

Сведения об авторах 185

Информация для авторов 190

№ 1 (172) 2014  
Issue 29/1  
SCIENTIFIC PEER-REVIEWED JOURNAL

Founded in 1995

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

**Founder:**

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

**Publisher:**

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

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

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

**EDITORIAL BOARD OF JOURNAL**

Editor-in-chief

**O.N. Poluchin,**

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**

Motivating instruments of formation of regional economic cluster.

**A.V. Sobolev 5**

Analysis of the financial potential of the region as a factor of economic development (for example, the belgorod region).

**E.V. Nikulina 12**

Processes of the market transformation in the regions of Eastern Europe and Russia. **E.N. Kamyshanchenko,**

**A.M. Kamyshanchenko 16**

**PUBLIC AND BUSINESS FINANCE**

Estimation Of The Effectiveness Of Subsidies Agricultural Producers. **V.L. Anichin, A.D. Elfimov 22**

Conceptual bases of building of complex estimation system of municipal programs under conditions of transition to the program budgeting. **L.R. Baeva 26**

**MARKET OF LABOUR AND EDUCATION**

Managing the educational process with the learning contract.

**I.A. Dudina, N.V. Bukhantseva 32**

**ACTUAL TOPIC**

Regional budget strategy in the new Russian economic terms.

**M.V. Semibratsky 41**

Resettlement of the population of municipalities Belgorod region as the main factor in the implementation of «District-Park».

**F.N. Lisetskii, N.V. Chugunova 46**

Theoretic-economical model of service effectiveness influence on life quality. **L.V. Solovyeva 55**

The philosophy of the agrarian – peasant reform in Russia.

**O.N. Polukhin 61**

**COMPUTER SIMULATION HISTORY**

Develop tools and methods of simulation of traffic flow of the city.

**A.G. Zhikharev, S.I. Matorin, N.O. Zaitseva 66**

FPGA-technology in automated systems for research in the form of images photofluorogram. **S.M. Chudinov, R.A. Tomakova, V.A. Stepanov, I.V. Zuev 70**

Unified model of task assignment for MPP systems.

**G.A. Polyakov, E.G. Tolstoluzka, D.A. Tolstoluzky 75**

Modeling contained breathing apparatus chemical oxygen.

**A.V. Maystrenko, N.V. Maystrenko, O.I. Erokhin 81**

**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)

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

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

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

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

**N.I. Korsunov**, Honoured Science Worker  
of Russian Federation, Doctor of technical  
sciences, Professor (Belgorod 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,  
Associate 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 branch RANH and GS)

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

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

**I.M. Pushkareva**, Doctor of historical sciences,  
Senior scientific worker (Institute of Russian  
History of Russian Academy of Sciences)

**I.E. Risin**, Honoured Science Worker  
of Russian Federation, Doctor of economical  
sciences, Professor (Voronezh State University)

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

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

The articles are given in authors' editing.

Dummy layout by *N.A. Gaponenko*  
e-mail: vasilenko\_v@bsu.edu.ru

Passed for printing 28.03.2014  
Format 60×84/8  
Typeface Georgia, Impact  
Printer's sheets 22,78  
Circulation 1000 copies  
Order 89

Subscription reference  
in Rospechat' agency catalogue – 18078

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

Algorithm for of determination subpixel coordinates of point targets.

**N.V. Shcherbinina 88**

Computer calculations dynamical properties for model of one  
classical system with two degree of freedom. **N.A. Chekanov**,

**I.K. Kirichenko, V.E. Bogachev, N.N. Chekanova 94**  
Research of the gaussian algorithm performance indicators on a  
computing cluster. **G.A. Polyakov, K.V. Lysykh**,

**E.G. Tolstoluzka 100**

## SYSTEM ANALYSIS AND PROCESSING OF KNOWLEDGE

Nondeterministic cognitive models on base of logic of antonyms.

**A.A. Adamenko, Y.B. Eroshenko, T.V. Kondrashova 105**

About prospects of development of the system and object method  
of representation of organizational knowledge. **A.G. Zhikharev**,

**E.V. Bolgova, I.V. Guryanova, O.P. Mamatova 110**

Decision support system with automated means of expert judgment  
correction. **V.V. Lomakin, M.V. Lifirenko 114**

Automated models synthesis of technological processes through

case-based approach. **D.E. Lysenko 121**

About promotion site in search engines Yandex and Google.

**E.M. Mamatov, I.N. Brusenskaya 130**

Management of multiphase financial flows based on mathematical  
modeling of financial operations. **M.F. Tuboltsev, S.I. Matorin**,

**O.M. Tuboltseva 135**

On the optimization method based on the analytic hierarchy process.

**D.G. Furtsev, A.N. Kovalenko, E.A. Tkachenko 142**

Generation of structure and parameters of expert information  
systems. **V.V. Serebrovsky, S.A. Filist, O.V. Shatalova**,

**A.A. Cherepanov 150**

## INFORMATION TECHNOLOGIES AND TELECOMMUNICATION

Universal hashing on maximum curve of the third genus.

**O.G. Khalimov, A.D. Bukhantsov, G.Z. Khalimov 153**

Approaches for choice in design FPGA vycheslitelnyh information  
processing apparatus. **S.M. Chudinov, S.N. Malikov**,

**I.V. Zuev 161**

Investigation of the steganography stability in images.

**E.G. Zhilyakov, A.A. Chernomorets, E.V. Bolgova**,

**N.N. Gahova 168**

Modelling of the wireless network traffic. **R.P. Gakhov**,

**N.G. Kuchuk 175**

Information systems of processing and text compression.

**V.V. Efremov, I.N. Efremova, V.V. Serebrovsky**,

**A.A. Cherepanov 182**

**Information about Authors 185**

**Information for Authors 190**



# РЕГИОНАЛЬНАЯ И МУНИЦИПАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 33:001(470.45)

## МОТИВАЦИОННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО КЛАСТЕРА

**А.В. СОБОЛЕВ**

*Белгородский  
государственный  
национальный  
исследовательский  
университет  
г. Волгоград*

*e-mail:  
alsobol.67@mail.ru*

В настоящее время на территории Российской Федерации по государственной инициативе формируется ряд региональных экономических кластеров. Поскольку данный процесс не является эволюционным, требуется разработка мотивационного инструментария по вовлечению в кластеризацию хозяйствующих субъектов. В статье на примере Волгоградской области анализируется применение органами власти инструментов мотивации, предлагается их авторская классификация, разрабатывается методический мотивационный комплекс, включающий дорожную карту и координационную матрицу.

Ключевые слова: экономический кластер, мотивационные инструменты, дорожная карта, координационная матрица, кластеризация.

Процессы кластеризации экономики Российской Федерации на современном этапе проходят не только эволюционным путем, но и при непосредственном участии органов государственной власти. Это выражается в политике Правительства РФ направленной на построение инновационных хозяйственных агломераций на территории страны, в частности в реализации Федеральной целевой программы (ФЦП) «Развитие фармацевтической и медицинской промышленности Российской Федерации на период до 2020 и дальнейшую перспективу», предусматривающей формирование ряда фармацевтических кластеров. В силу того, что процессы кластеризации инициированы государством, необходимы мероприятия, стимулирующие хозяйствующих субъектов к участию в них. Данная статья посвящена рассмотрению мотивационных инструментов формирования экономического кластера при непосредственной поддержке региональных и федеральных институтов власти на примере Волгоградской области.

Анализ истории развития любого кластера свидетельствует о том, что данный процесс сочетает как эволюционную, так и искусственную компоненты. При этом целенаправленное воздействие со стороны государства призвано обеспечить необходимые и достаточные условия кластеризации и высокую степень мотивации хозяйствующих субъектов для формирования сетей взаимодействия. Анализ хода формирования химико-фармацевтического кластера в Волгоградской области



продемонстрировал, что в регионе имеются условия, которые могут, как способствовать успеху данного процесса, так и препятствовать его реализации [5]. Мотивационный инструментарий местных органов власти, таким образом, должен включать в себя мероприятия, усиливающие положительные и элиминирующие негативные явления.

По нашему мнению, в классификации инструментов государственных стимулирующих воздействий на формирование кластера можно выделить следующие виды:

- инфраструктурные – возможность региональных властей предоставления предприятиям вновь создаваемого инновационного кластера земельного участка, обеспеченного точками подключения городских сетей;
- финансовые – готовность федеральных и региональных властей финансировать создание кластера;
- налоговые – наличие возможностей по предоставлению налоговых льгот и каникул;
- институциональные – создание гражданских институтов общества и формирование положительного общественного мнения по вопросу построения на территории региона инновационного кластера;
- организационные – участие государства в образовании органов управления и координации субъектов кластера, а именно управляющих компаний или некоммерческих партнерств, помощь в создании сети консультационных центров;
- внешнеэкономические – предоставление таможенных льгот на поставку импортного оборудования и технологий.

Практика показывает, что государство не всегда использует полный набор мотивационных инструментов, а, как правило, ограничивается сочетанием некоторых из них. Это, скорее всего, продиктовано не нежеланием властей того или иного регионального субъекта, а отсутствием четкого плана кластеризации. Объектом нашего анализа является Волгоградская область, включенная в настоящее время в ФЦП по развитию фармацевтической и медицинской промышленности на период до 2020. По государственному заказу Минздравсоцразвития РФ (с 2012 г. Минздрава РФ) начата реконструкция и техническое перевооружение ГБОУ ВПО «Волгоградский государственный медицинский университет». В 2013 году Администрацией г. Волжский и ВолГМУ при участии региональных структур было учреждено Некоммерческое партнерство «Волжский химико-фармацевтический кластер», которое стало ядром формирующегося кластера и структурой, уполномоченной в дальнейшем вести диалог с Министерством регионального развития по финансированию проектов в области фармацевтики. В период до 2015 года должен быть создан научный центр инновационных лекарственных средств с опытно-промышленным производством общей площадью 31135 кв. метров [3]. На его базе планируется выпуск лекарственных средств, разработанных Волгоградскими учеными [4].

В августе 2011 года местной администрацией было подписано Соглашение о сотрудничестве с российским фармацевтическим дистрибьютором ЗАО «СИА ИНТЕРНЕЙШНЛ ЛТД» и ООО «Царицын Капитал». Обе компании определили Волгоградскую область как приоритетную для реализации своих новых фармацевтических проектов [2]. В рамках Соглашения планировалось приступить к разработке проекта создания первого завода по производству лекарственных препаратов. Сумма инвестиций на первом этапе должна была составить около 50 млн. долларов США. Однако в силу неизвестных причин проект до сих пор так и не был реализован.

Как сообщил 8 октября 2012 сайт областной администрации, на территории области «формируется земельный участок для последующего проектирования и строительства фармацевтического производства» [2], из чего следует, что переговоры по данному вопросу ведутся уже больше года, однако участок до сих пор не выделен. Сегодня в регионе присутствуют элементы инновационной инфраструктуры: бизнес-инкубатор (в г. Волжский), Центр трансфера технологий, Фонд содействия развитию венчурных инвестиций в малые предприятия в научно-технической сфере Волгоградской области, направленный на финансирование перспективных инновационных проектов. Однако,



согласно авторскому анализу сайтов данных организаций, их деятельность в целом не достаточно активна, нет сведений о реализованных проектах.

Отсутствует информация о предоставлении налоговых и таможенных льгот для участников кластера, не выделена территория для строительства фармацевтического производства, активно не формируется общественное мнение. Очевидно, что при создании химико-фармацевтического кластера на территории Волгоградской области государство не использует весь спектр возможных инструментов мотивации (см. табл. 1), в отличие, например от Санкт-Петербурга, где власти уже законодательно закрепили предоставление налоговых льгот для предприятий кластера, участвовали в создании необходимой инфраструктуры, образовали некоммерческого партнерства и координационного совета формирующегося кластера.

Позицию властей Волгограда по отношению к формированию кластера вряд ли можно назвать в достаточной степени эффективной. Для ее активизации мы предлагаем разработку методического комплекса мотивационных инструментов:

- дорожная карта создания химико-фармацевтического кластера, включающая цели и план их поэтапно-процессной реализации;
- координационная матрица, согласующая направления развития кластера в соответствии с этапами его формирования.

Таблица 1

**Реализация мотивационного инструментария в Волгоградской области**

Виды мотивационных воздействий	Реализация
Инфраструктурные	Предоставлена площадка под опытно-промышленное производство. Не отведена территория для возведения завода по производству дженериков
Финансовые	Выделены финансовые средства на строительство Научного центра
Налоговые	Налоговых преференций не предоставлено
Институциональные	Организации и учреждения исторически сложились. Общественное мнение не сформировано
Организационные	Создано некоммерческое партнерство «Волжский химико-фармацевтический кластер»
Внешнеэкономические	Таможенные льготы отсутствуют

Источник: составлено автором.

Дорожная карта должна строиться с учетом особенностей этапов кластерообразования с участием государства: инициация, кластеризация, функционирование, трансформация (см. табл. 2). Наиболее важным этапом является инициация, в ходе которой власти региона определяют необходимость построения кластера на своей территории, происходит изучение имеющихся в условиях формирования кластера, проводится аналитическая и организационная работа. Цель данного этапа спрогнозировать, спланировать и организовать работы по инициации кластера.

Процесс инициации проходит в несколько стадий. Вначале создается рабочая группа, которая исследует условия формирования кластера, определяет возможное число его участников и проводит анализ институциональной среды. На следующей стадии необходимо сформировать органы управления кластером – управляющую компанию или координационный совет, и определить видение, миссию, стратегические цели и задачи. Выработка единой стратегии развития кластера должна происходить в соответствии со стратегиями его участников, что является определенной проблемой, так как некоторым российским компаниям свойственно отсутствие стратегического управления. Сложностей будет добавлять разница в отношениях к собственности участников кластера, поскольку стратегические цели частных и государственных предприятий не всегда совпадают. Кроме того, определенные трудности предвидятся и в согласовании работы таких разнопрофильных организаций, как научно-исследовательские учреждения, промышленные предприятия и дистрибьютерские фирмы и т.п.



Построение модели кластера определяет сущность следующей стадии, на которой уточняется состав участников и архитектура кластера, подразумевающая расположение и взаимную связь элементов – участников кластера. От того, будет ли кластер создан по типу вертикально-интегрированной компании, или же сетевой фирмы со своими организационными слабостями и дистрибутивными преимуществами, будет зависеть успех его функционирования. На данной стадии также реализуется синхронизация процессов кластеризации, под которой автор понимает приведение в соответствие систем управления маркетингом, финансами, кадрами, качеством производства продукции, а также технической и технологической областями плану по организации, координации и функционированию кластера, имеющегося у управляющей компании или любой другой координационной структуры.

Таблица 2

### Дорожная карта формирования фармацевтического кластера

Этапы формирования кластера	Процессы
1. Инициация Цель: прогнозирование, планирование и организация работ по инициации кластера.	1) Инициация кластера а) Создание инициативной рабочей группы б) Определение возможного числа участников в) Практическая работа по исследованию условий формирования кластера г) Анализ институциональной среды 2) Создание органов управления кластером а) Определение видения, миссии, стратегических целей и задач 3) Построение модели кластера а) Определение состава участников и архитектуры кластера б) Определение связей в кластере в) Синхронизация процессов кластеризации 4) Прогнозирование оценок эффективности деятельности кластера а) Разработка критериев эффективности функционирования кластера и) Общепринятые оценки: доля рынка, инновационность, экспортные поставки, рентабельность ii) Специфические оценки: количество участников, международные связи
Результат: функционирование органов управления кластера на основе разработанного стратегического плана	
2. Кластеризация Цель: планирование и организация работ по запуску производственных площадок инновационных проектов.	2) Практическая работа по построению фармацевтического кластера а. возникновение связей между участниками кластера; строительство новых профильных предприятий; б. пилотные проекты
Результат: создание ядра кластера, запуск пилотных проектов	
3. Функционирование Цель: поддержание стабильной операционной деятельности участников ядра кластерного проекта, формирование пояса малых инновационных предприятий.	3) Реальная деятельность участников кластера а. реализация взаимосвязей и взаимозависимостей; б. повышение конкурентоспособности отрасли и региона; в. выход на российские и международные рынки
Результат: наличие нескольких функционирующих предприятий ядра кластера, функционирование МИПов и стартапов	
4) Трансформация Цель: сохранение устойчивости и конкурентоспособности предприятий кластера.	4) Изменение формата деятельности а. изменение состава участников; б. расширение направлений деятельности и региональных границ; в. формирование трансрегиональной структуры; г. выход на новый этап развития
Результат: изменение архитектуры кластера, выход за пределы региона, формирование трансрегиональных структур	

Источник: составлено автором.

На последней стадии этапа инициации кластера происходит разработка оценок и критериев эффективности его функционирования, которая может включать как



общепринятые оценки – доля рынка, инновационность, экспортные поставки, рентабельность, так и специфические – количество участников, международные связи, выпуск конкурентоспособной продукции.

Следует учитывать тот факт, что эволюционное формирование кластера дает ему естественные экономико-географические преимущества, отсутствующие в случае инициации проекта местными или федеральными властями [1]. В силу этого необходимо внимательное отношение органов местного самоуправления к тенденциям развития регионального экономического сообщества. Так формированию фармацевтического кластера в регионе может способствовать ситуация, если часть предприятий, находящихся в данной отрасли и (или) на одной территории, сформируют пул на основе двусторонних договорных отношений между субъектами хозяйствования. В результате прохождения данной стадии формируются органы управления кластером и начинается их функционирование на основе разработанного стратегического плана.

Целью второго этапа – кластеризации является планирование и организация работ по запуску производственных площадок инновационных проектов. На этапе функционирования основная задача состоит в поддержании стабильной операционной деятельности участников ядра кластерного проекта и формирование вокруг него пояса малых инновационных предприятий. В ходе данных этапов формирования экономического кластера процессы могут протекать параллельно и разнонаправленно. Так, строительство новых профильных предприятий или пилотные проекты сопряжены с упрочением связей между участниками кластера, повышением конкурентоспособности отрасли и региона, выходом на российские и международные рынки. В результате формируется и начинает функционировать ядро кластера, состоящее из определенного числа предприятий, организуются МИПы и старапы.

Цель заключительного четвертого этапа, трансформации состоит в сохранении устойчивости и конкурентоспособности предприятий кластера. Он предусматривает выход за рамки изначально сформированной структуры, изменение состава участников, расширение направлений деятельности и региональных границ, формирование трансрегиональной структуры, выход на новый этап развития. В результате происходит изменение архитектуры кластера, распространение за пределы региона, формирование трансрегиональных и трансграничных структур.

Другим комплексным мотивационным инструментом, содержащим методические подходы к активизации участников кластера, может служить координационная матрица, отражающая согласование этапов и направлений формирования химико-фармацевтического кластера в Волгоградской области: поддержка научных разработок, создание промышленного производства лекарственных средств, развитие инфраструктуры кластера, поддержка малых предприятий, финансовая и организационная поддержка (см. табл. 3).

Так, на этапе инициации следует сформировать приоритетные направления дальнейших научных разработок, выделить земельный участок под строительство фармацевтического производства и создать инфраструктурные условия для его функционирования, сформировать нормативную базу для развития малых предприятий. Финансирование первого этапа планируется осуществлять в рамках ФЦП.

На этапе кластеризации поддержка научных разработок будет реализовываться путем выделения региональных грантов для исследований в области фармакологии, кроме того, необходимо начать строительство опытного фармацевтического производства и запустить его в эксплуатацию. Необходимо также обеспечить устойчивое функционирование инфраструктуры, сформировать пояс малых предприятий и вовлекать в финансирование предприятий кластера частных инвесторов.

Этап функционирования означает зрелость кластера, что проявляется в выходе фармацевтического производства на заявленную мощность, обеспечении устойчивого функционирования инфраструктуры, создании условий для выхода предприятий кластера на международный уровень.

**Координационная матрица этапов и основных направлений формирования фармацевтического кластера в Волгоградской области**

Этапы	Основные направления развития фармацевтического кластера				
	Поддержка научных разработок	Создание промышленного производства	Развитие инфраструктуры кластера	Поддержка развития малых предприятий	Финансовая и организационная поддержка
Инициация	Формирование приоритетных направлений научных исследований	Выделение земельного участка под строительство предприятия	Поддержка существующей инфраструктуры. Создание инфраструктурных условий для выделенного земельного участка	Формирование нормативной базы развития малых предприятий	Финансирование создания фармкластера согласно ФЦП (990 млн. руб.) Создание органов управления кластером. Построение модели кластера
Кластеризация	Учет приоритетных направлений научных исследований при выделении региональных научных грантов	Строительство фармацевтического производства и запуск его в эксплуатацию	Обеспечение условий устойчивого функционирования инфраструктуры и ее соответствие нуждам построенных объектов	Создание пояса малых предприятий	Финансирование пилотных проектов на условиях государственно-частного партнерства. Привлечение частных инвесторов
Функционирование	Учет приоритетных направлений научных исследований при выделении региональных научных грантов	Выход фармпроизводства на заявленную мощность	Обеспечение условий устойчивого функционирования и развития инфраструктуры	Обеспечение преференций малым предприятиям, ориентированным на экспорт	Создание условий для выхода продукции предприятий кластера на международный уровень
Трансформация	Содействие развитию трансрегиональной кооперации исследовательских организаций	Создание условий для расширения фармацевтического производства	Обеспечение условий устойчивого функционирования и развития инфраструктуры	Обеспечение преференций малым предприятиям, ориентированным на экспорт	Поддержка автономного функционирования зрелого развивающегося кластера

Источник: составлено автором.

На этапе трансформации кластер должен перерастить свои границы, выйти на трансрегиональное взаимодействие с научными, производственными, финансовыми структурами за его пределами и получить, таким образом, новый импульс развития.

В целом все мероприятия, описанные в Дорожной карте и Координационной матрице формирования химико-фармацевтического кластера, стимулируют деловую активность хозяйствующих субъектов. На начальном этапе государство должно взять на себя значительную нагрузку по обеспечению запуска локальных производств с последующим нарастающим рефинансированием исследований и разработок за счет средств индустрии. В ответ на мотивационные меры локальные производители должны предпринять целенаправленные усилия по введению в производство лекарственных препаратов и субстанций из перечня жизненно необходимых и важнейших лекарственных средств. Залогом успеха данной модели, являются:

- обеспечение отрасли высококвалифицированными кадрами;
- создание слоя малых инновационных предприятий, обеспечивающих трансфер технологий и финансовых ресурсов между наукой и производством;
- развитие производства в соответствии с международными стандартами;
- использование зарубежного научно-технического и производственно-технологического потенциала путем привлечения прямых иностранных инвестиций в производство и разработку лекарственных средств.

Результатом применения мотивационного инструментария станет формирование химико-фармацевтического кластера, в полной мере реализующего свои преимущества, ведущего разработку и производство высокотехнологичной фармацевтической продукции и успешно конкурирующего с зарубежными производителями как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

### Список литературы

- 1 Ломовцева, О.А. Методология стратегического управления региональными кластерами в условиях становления инновационной среды / О.А. Ломовцева, А.В. Дейнеко // Научные ведомости БелГУ. 2011. №13(108). Выпуск 19/1. С.22 – 32.
- 2 Официальный портал Министерства экономики, внешнеэкономических связей и инвестиций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://economics.volganet.ru/folder\\_9-N/Folder\\_11/folder\\_8/folder\\_3/](http://economics.volganet.ru/folder_9-N/Folder_11/folder_8/folder_3/).
- 3 Сайт о нанотехнологиях №1 в России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nanonewsnet.ru/news/2013/okolo-30-naimenovaniy-lekarstv-budet-proizvodit-novy-farmklaster-v-volgograde>.
- 4 Соболева, С.Ю. Региональные особенности формирования фармацевтических кластеров на территории Российской Федерации / С.Ю. Соболева, С.В. Животова // Волгоградский научно-медицинский журнал. №1. 2013 г. январь – март / Волгоград: Изд-во ВолГМУ. 2013. С. 10 – 14.
- 5 Терелянский, П.В. Оценка факторов формирования фармацевтического кластера с использованием непараметрической экспертизы / П.В. Терелянский, С.Ю. Соболева, А.В. Соболев // Научные ведомости БелГУ. №15(158). Выпуск 27/1. С. 46 – 54.

## MOTIVATING INSTRUMENTS OF FORMATION OF REGIONAL ECONOMIC CLUSTER

### A.V. SOBOLEV

*Belgorod National Research University  
Volograd*

*e-mail:  
e-mail:alsobol.67@mail.ru*

At present moment several regional economic clusters are forming in Russian Federation according to state initiative. Since it is not evolutionary process drafting of motivating toolkit involving economic agents in clustering is needed. In the article the analysis of application of motivating toolkit by Volgograd region authorities and author's classification of motivating instruments are made, methodological motivating complex including road map and coordinating matrix is developed.

Key words: economic cluster, motivating instruments, road map, coordinating matrix, clustering



УДК 332.14

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ЭКСТРАПОЛЯЦИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ БЮДЖЕТНО-НАЛОГОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНА<sup>1</sup>

**Е.В. НИКУЛИНА**

*Белгородский  
государственный  
национальный  
исследовательский  
университет  
г. Белгород*

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

В статье с помощью метода экономического моделирования оценен бюджетно-налоговый потенциал региона, методом экстраполяции осуществлен прогноз бюджетно-налоговой безопасности региона. Сделан вывод о целесообразности использования методов экономического моделирования и экстраполяции при исследовании бюджетно-налоговой безопасности региона.

Ключевые слова: бюджетно-налоговая безопасность, бюджетно-налоговый потенциал, модель бюджетно-налогового потенциала, прогноз бюджетно-налогового потенциала, экономическое моделирование.

Современный уровень социально-экономического развития регионов, усложнение связей и взаимозависимостей между экономическими явлениями обуславливают необходимость развития методологической базы статистических методов многомерного анализа. Исследование закономерностей формирования социально-экономических процессов являются важнейшими составляющими процесса познания.

Одной из главных задач, стоящих перед экономикой страны и ее регионов в частности, является увеличение собственного финансового состояния для формирования эффективной бюджетной политики, сокращение поляризации регионов, нейтрализации угроз в бюджетно-налоговой сфере и соответственно повышения уровня бюджетно-налоговой безопасности территорий, поиска возможных направлений их развития.

Целью данного исследования является построение экономических моделей для мониторинга бюджетно-налоговой безопасности территорий и их последующее практическое применение. Правильно построенная модель, позволит предвидеть и проконтролировать определенную экономическую ситуацию, основываясь на достоверном анализе имеющихся данных. В качестве результирующего фактора бюджетно-налоговой безопасности с учетом требований представительности и информационной доступности выбран показатель бюджетно-налогового потенциала региона, оказывающий, по мнению автора, наибольшее влияние на ее уровень.

Для выявления тренда графической модели бюджетно-налогового потенциала используются несколько методов:

- метод укрупнения интервалов;
- метод скользящей средней;
- метод аналитического выравнивания.

Исходя из целей исследования целесообразно применение метода аналитического выравнивания ряда динамики. На основе содержательного экономического анализа уровня бюджетно-налогового потенциала Белгородской области была построена линия тренда, показывающая основные тенденции его развития (табл. 1).

Уравнение прямой имеет следующий вид:

$$y_t = a_0 + a_1 \cdot t, \quad (1)$$

где  $a_0$  и  $a_1$  – параметры уравнения прямой,  
 $t$  – время.

<sup>1</sup> При финансовой поддержке проекта РФФИ №14-06-00313.

Параметры ( $a_0$ ) и ( $a_1$ ) рассчитываются по методу наименьших квадратов:

$$a_0 = \frac{\sum y_i}{n}, \tag{2}$$

где  $y$  – уровень ряда;  
 $n$  – число фактических уровней.

$$a_1 = \frac{\sum t_i \cdot y_i}{\sum t^2}. \tag{3}$$

Таблица 1

**Данные для построения модели развития бюджетного потенциала  
Белгородской области**

Годы	Бюджетно-налоговый потенциал, млрд. руб., $y$	Условное обозначение времени, $t$	$t^2$	$ty$	Выравненные (теоретические) уровни $y_t$	$(y - y_t)^2$
2008	65,7	-2	4	-131,4	52,7	170,0
2009	32,7	-1	1	-32,7	55,1	502,2
2010	53,6	0	0	0,0	57,6	15,7
2011	83,0	1	1	83,0	60,0	528,5
2012	52,8	2	4	105,6	62,5	93,3
Итого:	287,8	0	10	24,5	287,8	1309,8

Уравнение прямой бюджетно-налогового потенциала Белгородской области будет иметь вид (табл. 1):

$$y_t = 57,6 + 2,5 \cdot t, \tag{4}$$

где  $a_0 = 57,6$ ;  
 $a_1 = 2,5$ .

Линия тренда бюджетно-налогового потенциала адекватна эмпирическим данным, является ломаной и имеет разнонаправленную динамику, при этом выравненный тренд свидетельствует о положительном изменении бюджетно-налогового потенциала региона, что позволяет сделать вывод об укреплении уровня бюджетно-налоговой безопасности Белгородской области (рис. 1).

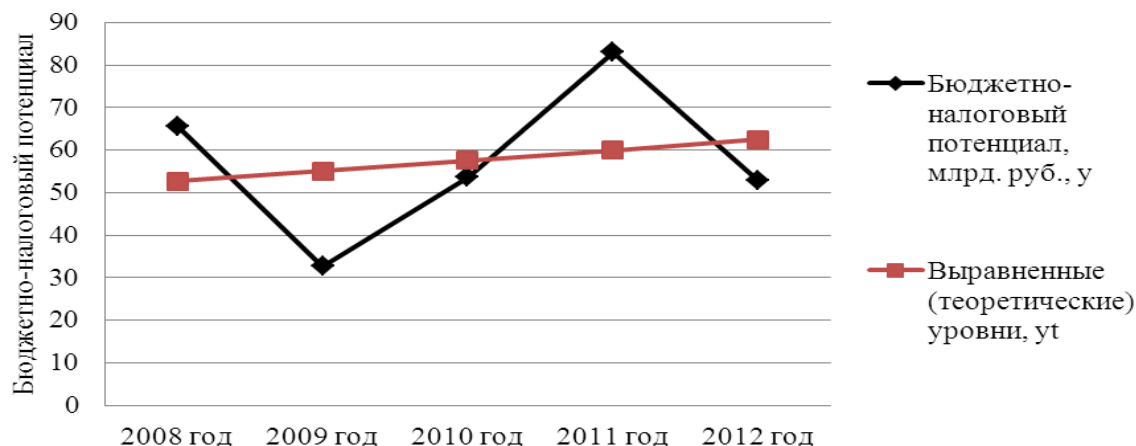


Рис. 1. Модель бюджетно-налогового потенциала Белгородской области за 2008-2012 гг.



Следующим этапом компонентного анализа является нахождения среднего квадратического отклонения на основе суммы квадратов отклонений от тренда и средней квадратической ошибки уравнения тренда, которое позволяет определить колеблемость (вариацию) уровней ряда:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (y_i - y_t)^2}{n - m}}, \quad (5)$$

где  $\sigma$  – средняя квадратическая ошибка,  
 $m$  – число параметров в уравнении тренда.

Отсюда величина относительной ошибки уравнения тренда, характеризующего динамику финансового потенциала Белгородской области составляет 6,3%, следовательно, экономическая модель построена верно, и метод аналитического выравнивания рядов динамики по прямой отражает современное состояние бюджетно-налогового потенциала белгородского региона.

Методом экстраполяции строится прогноз для всех объектов наблюдения. При построении прогнозной модели возникает вопрос об оптимальном периоде прогноза с учетом надежности и точности его результата. На практике рекомендуется получить прогнозную модель за короткий период экстраполяции на основе среднего абсолютного прироста; среднего коэффициента роста; аналитического выравнивания ряда. Таким образом, в результате экстраполяции, проведенная с помощью аналитического выравнивания (6), была получена следующая система уравнений бюджетно-налогового потенциала Белгородской области на 2013-2015 гг. (7):

$$y_{n+t} = a_0 + a_1 \cdot t, \quad (6)$$

где  $t$  – показатель времени.

$$У_{БП\ 2013} = 57,6 + 2,5 \cdot 3 = 65,1 \text{ млрд. руб.};$$

$$У_{БП\ 2014} = 57,6 + 2,5 \cdot 4 = 67,6 \text{ млрд. руб.};$$

$$У_{БП\ 2015} = 57,6 + 2,5 \cdot 5 = 70,1 \text{ млрд. руб., и т. д.}$$

Из произведенных прогнозных расчетов видим, что уровень бюджетно-налогового потенциала Белгородского региона будет стабильно расти из года в год в среднем на 2,5 млрд. руб. Таким образом, в 2015 г. он достигнет 70,1 млрд. руб., и его рост по сравнению с 2012 г. составит в 1,3 раза. Такие высокие значения ожидаются, в основном благодаря бюджетной составляющей: доходам бюджета – налогам.

Для отражения отклонения фактического значения бюджетно-налогового потенциала региона от прогнозируемого мы использовали относительный показатель ошибки прогноза. Относительная ошибка прогноза рассчитывается по формуле:

$$M_{oi} = \frac{F_i - P_i}{P_i} \cdot 100\% \quad (7)$$

где  $F_i$  – фактическое значение показателя в  $i$ -ом периоде,  
 $P_i$  – прогнозное значение показателя в  $i$ -ом периоде.

Следовательно, относительная ошибка составленного прогноза бюджетно-налогового потенциала Белгородской области равна 3,2%. В итоге, данный прогноз имеет высокую точность, равную 96,8% ( $100\% - 3,2\% = 96,8\%$ ).

Практическое использование разработанных на основе сочетания методов экономического моделирования и экстраполяции показателей бюджетно-налогового потенциала могут служить основой для совершенствования информационного и методического обеспечения оценки уровня бюджетно-налоговой безопасности региона с



целью защищенности от внутренних и внешних угроз при соответствующем контроле над формированием бюджетных ресурсов и их расходованием.

### Список литературы

1. Никулина, Е.В. Экономические проблемы регионов ЦФО: угрозы бюджетно-финансовой безопасности // Современная экономика: проблемы и решения. 2012. №9 (33). С. 32–37.
2. Теория статистики: учебник / под ред. Г. Л. Громыко. – М.: Инфра-М, 2010. – 475 с.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru> – Федеральная служба государственной статистики.

## **ANALYSIS OF THE FINANCIAL POTENTIAL OF THE REGION AS A FACTOR OF ECONOMIC DEVELOPMENT (FOR EXAMPLE, THE BELGOROD REGION)**

**E. V. NIKULINA**

*Belgorod State National  
Research University  
Belgorod*

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

In the article with the help of the method of economic modeling estimated fiscal capacity of the region, by extrapolation was made the forecast of fiscal security of the region.

Key words: fiscal security, fiscal capacity, model of fiscal capacity, the forecast of fiscal capacity, economic modeling financial.



УДК 332.142.2

## РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ РЫНОЧНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В СТРАНАХ ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ И РОССИИ

**Е.Н. КАМЫШАНЧЕНКО<sup>1</sup>****А.М. КАМЫШАНЧЕНКО<sup>2</sup>**

*Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет  
г. Белгород*

<sup>1) e-mail:</sup>  
*kamyshanchenko\_e@bsu.edu.ru*

<sup>2) e-mail:</sup>  
*anmkmam@gmail.com*

В статье рассмотрены проблемы стран Восточной Европы в первое десятилетие экономических реформ и механизмы, способствующие развитию предпринимательской деятельности. Описывается процесс реструктуризации региональной экономики и ее адаптации к рыночной трансформации, при этом Польша, Венгрия, Чехия и Словения были отмечены, как передовые реформаторы. Проведено сравнение этапов преобразований в странах Восточной Европы и в России, проанализированы причины низкой активности развития предпринимательской деятельности в России. Отмечены отличительные особенности российского экономического пространства в сравнении с восточноевропейскими странами, например громадная территория, низкая плотность населения в большинстве регионов и так далее.

Ключевые слова: региональная экономика, стратегия развития, выравнивание уровней, трансформация экономики, региональные диспропорции, инструменты выравнивания региональных различий, Восточная Европа, регионы России.

### **Проблемы выравнивания уровней экономического развития в Восточно-Европейских странах.**

При переходе от централизованной к либеральной модели экономического развития принципиально изменяется ход региональных процессов, поскольку существенно сокращаются возможности государства в регулировании региональных пропорций экономики и социальной сферы. Особый интерес представляет опыт вхождения бывших социалистических стран Восточной Европы в европейское сообщество. Финансовые ресурсы регионального развития в восточно-европейских странах формировались из бюджетов сильных стран и округов, средств ЕС, компаний и банков, и их общий объем составлял 0,3-0,5 % ВВП. Главной целью государств Восточной Европы была реструктуризация региональной экономики и ее адаптация к рыночной трансформации [1]. В результате восточного расширения гетерогенность ЕС усилилась. Подушевой доход 10 % населения, проживающего в наименее развитых регионах ЕС, составил 27 % от среднего показателя развитых стран Западной Европы.

На первом этапе предусматривалось обеспечение гармоничного развития экономического сообщества путем сокращения разрыва между регионами и перераспределения ресурсов в менее развитые области. Для решения этих проблем были созданы фонды. Среди основных фондов необходимо выделить «Структурный фонд», «Фонд сплочения», «Фонд регионального развития» и «Социальный фонд».

Первоначально структурный фонд создавался для того, чтобы компенсировать менее развитым странам расходы на адаптацию к требованиям общего рынка и единой валютной политики, дополнительным ограничениями, вытекающим из законов ЕС. Жесткие экологические и энергетические требования привели к созданию фонда сплочения. Средства данного фонда направлялись в инвестиции основных инфраструктурных проектов, в проекты по защите окружающей среды, на содействие развитию возобновляемых источников энергии и развитие транспорта.

Наиболее активными в сфере структурных преобразований были Польша, Венгрия, Чехия, Словения и другие, уже с 1993 года начавшие формировать правовую базу региональной политики, которая практически завершилась принятием в 1995 – 1998 годах соответствующих законов о региональном развитии [1], направленных на создание по параметрам развития условий для функционирования в европейском



пространственном континууме. Для этого использовались, прежде всего, средства структурного фонда ЕС, создание еврорегионов и предпринимательских зон. Особенность Венгрии, Польши и других восточно-европейских государств в сфере региональной политики заключается в том, что они не стали реформировать административно-территориальное деление, поскольку в этом не были заинтересованы ни центральные, ни региональные органы власти. Адаптация к требованиям ЕС по размерам регионов (уровень NUTS2) произошла путем создания семи программных регионов, не имеющих административных функций. Расширение властных полномочий районам, по мнению венгерских властей, неизбежно приведет к созданию конфликтных ситуаций и будет способствовать росту региональных диспропорций. Ослабление регулирующих функций центральной власти в условиях трансформации экономики в странах первой очереди на вступление в ЕС осуществлялось постепенно по мере приближения национального законодательства к нормам ЕС.

Средства фонда регионального развития были направлены в инвестиции, содействующие созданию устойчивых рабочих мест, в инфраструктуру, в сферу осуществления местных и региональных инвестиций (малые и средние предприятия, НИОКР, информационное общество и пр.), в образование и здоровье и др.

И, наконец, европейский социальный фонд предусматривал использование средств для повышения качества человеческих ресурсов, адаптации работников и компаний, фирм и предпринимателей; обеспечения доступности занятости и стабильности существования; повышения возможности социализации лиц, находящихся в менее благоприятных условиях; мобилизации реформ в сфере занятости и социальной адаптации и др.

Однако использование фондов в целях достижения экономического роста в разных странах дало принципиально разные результаты.

Основной фактор роста производительности труда – структурная перестройка в экономике – привела во всех восточно-европейских странах к резкому сокращению доли сельскохозяйственного производства в ВВП, к формированию моноструктурной промышленности, к дуализму экономики. Расчет на повышение роста производительности труда через инновации в широком смысле, включая инвестиции в НИОКР, более эффективное использование имеющихся технологий и ресурсов, новые принципы организации и менеджмента, в основном не достиг плановых показателей. Различия на региональном уровне не только не сократились, но даже выросли. Так, коэффициент вариации ВРП в Румынии вырос с 15 до 44 %. Сохраняются не только количественные, но и качественные различия между регионами и странами по уровню включенности в инновационную деятельность. Так, в высокотехнологичных отраслях промышленности и сферы услуг в ЕС трудится 4,4 % занятого населения. В 29 из 271 регионов ЕС этот показатель превышает 6 %, а среди восточно-европейских стран такие регионы есть только в Венгрии [3] и Чехии [1].

Отмечается рост дифференциации внутри новой группы членов ЕС по всем факторам производства. Выделяется несколько стран – лидеров выравнивания уровней экономического развития – Чехия, Словакия, позиции которых усиливаются на фоне неоднородности остальных членов, особенно Румынии и Болгарии.

Происходит исход граждан из ряда стран в целях поиска лучшей доли. Наиболее характерен этот процесс для Румынии и Болгарии. Приток рабочей силы из других стран характерен лишь для Чехии, Словакии и Словении.

Согласно неоклассическим теориям, в условиях факторной мобильности капитал перемещается из высокоразвитых районов в менее развитые ввиду более высоких там норм прибыли. Трудовые ресурсы, наоборот, перемещаются в высокоразвитые районы, где уровень заработной платы намного выше, чем в менее развитых регионах. В результате разнонаправленного движения труда и капитала должны сближаться совокупные доходы регионов и, следовательно, выравниваться межрегиональные различия экономического развития. В условиях отсутствия факторной мобильности происходит взаимозаменяемость факторов производства на межрегиональную торговлю,

которые должны обеспечить рост экономики и сближение уровней экономического развития регионов [2].

Таким образом, неоклассические прогнозы относительно сближения уровней развития стран в результате роста мобильности факторов производства являются признанием того, что в рыночной экономике неравномерность развития – не исключение, а особенность экономического роста ввиду отсутствия на практике таких предпосылок: существование свободной или совершенной конкуренции (господство в странах транснациональных корпораций, агрессивная политика иностранного капитала в ходе приватизации); беспрепятственная мобильность факторов производства.

В более поздних неоклассических моделях уже учитываются социальные, институциональные, политические факторы, географическое положение страны, поскольку сближение уровней экономического развития регионов под действием лишь стихийных рыночных сил может протекать очень медленно [3, 4].

Назрела необходимость реформы политики сплочения на фоне уроков мирового кризиса и упущений, допущенных на этапе переходной экономики. Для каждого вида помощи устанавливаются особые приоритеты и объемы финансирования. На основании национального плана действия европейская комиссия утверждает все операционные программы или может их отклонить, если они не обеспечивают необходимые гарантии для европейской политики сплочения, либо не соотносятся с ее целями. Для европейского фонда региональной политики основными сферами инвестиций становятся:

- энергоэффективность и возобновляемые источники энергии;
- исследования и инновации;
- конкурентоспособность малых и средних предприятий.

Для фонда сплочения сформировались основные сферы инвестирования – защита окружающей среды, адаптация к изменениям климата и развитие транспортной инфраструктуры в сельской местности. Разработанная новая схема распределения финансовых ресурсов по целям политики сплочения на 2007 – 2013 гг. представлена в табл. 1.

Таблица 1

#### Распределение финансовых ресурсов на 2007 – 2013 гг.

Страны	Конвергенция – 81,54 % средств бюджета		Региональная территориальная кооперация – 2,52 % бюджета	Всего
	Фонд сплочения	Конвергенция		
Болгария	2283	4381	179	6853
Чехия	8819	17064	389	26692
Эстония	1152	2252	52	3456
Латвия	1540	2991	90	4620
Литва	2305	4470	109	6885
Польша	22176	44377	731	67284
Румыния	6552	12661	455	19668
Венгрия	8642	14248	386	25307
Словакия	3899	7013	227	11588
Словения	1412	2689	104	4206

Видно, для сближения различных экономических систем осуществляются интегрирующие процессы совместных вкладов (поступлений) из ЕС, бюджетов стран и региональных территорий.

Главной задачей, начиная с 1998 г., является подготовка к членству в ЕС новых членов, какими являлись бывшие страны социалистического лагеря. В частности, Польша создает т.н. еврорегионы, которые вскоре превратились в важный инструмент развития приграничных районов страны. Произошла недекларируемая смена теоретических основ политики сплочения ЕС. Все усилия были сконцентрированы на

принципиально важных для перспектив ЕС видах деятельности и отраслях экономики, которые могут создать новые импульсы роста. Проблемы неравенства социально-экономического развития отошли на второй план, признав тем самым неравномерность развития рыночной экономики. Ввиду закрытости транснациональных корпораций, с которыми связана технологическая модернизация, импульсы роста характеризуются слабыми волновыми распределениями. Для избежания очевидных пробуксовок в реализации политики конвергенции восточно-европейских государств были выделены для каждой страны от одного до трех центров экономического роста. Происходит переход к стратегии гармонизированного, поощряющего воздействия на возникновение полюсов роста развития и сближения на основе кумулятивного роста [4, 5, 6].

Опыт ЕС показывает большую социальную, экономическую и политическую значимость концепций регионального развития на 10 и более лет, имеющих характер официальных документов. Благодаря им к настоящему времени уже приняты стратегии регионального развития на период 2014 – 2020 гг. Этот этап характеризуется, прежде всего, сокращением квоты выплат из фондов ЕС и, во-вторых, установлением страновой квоты, зависящей, например, от числа регионов, величины ВРП, показателя безработицы, численности населения страны. Сокращаются объемы бюджета из фонда сплочения, социальный фонд будет инвестировать средства в развитие занятости и содействие трудовой мобильности, в образование, переподготовку кадров, борьбу с бедностью и др. Вводится новый порядок получения денег из фондов. Потолок финансирования из средств региональной политики ЕС отдельной стране устанавливается в диапазоне от 4 до 2,5 % ее ВВП. Чтобы получить деньги структурных фондов ЕС, регионы с 2014 г. должны будут доказать не свою отсталость, а способность внести вклад в выполнение стратегии «Европа-2020». Для «слаборазвитых» регионов софинансирование со стороны структурных фондов будет в пределах от 75 до 85 % от стоимости программ регионального развития, для более развитых – 50 %. Сохраняется порядок выплат из Фонда сплочения для стран ВВП ниже 90 % от среднего по ЕС уровня.

На основании принятых «правил игры» ЕС ожидает существенно улучшить к 2020 году такие показатели как:

- занятость населения в возрасте от 20 до 64 лет должна быть не ниже 75 %;
- до 40 % лиц в возрасте от 25-34 лет должны иметь высшее образование, а доля лиц без среднего образования должна сократиться до 10 %;
- число европейцев, живущих ниже национального уровня бедности, должно быть сокращено на 20 млн человек;
- на 20 % должны быть сокращены вредные хозяйственные выбросы; доля возобновляемых источников энергии и энергобаланс потребления должна возрасти до 20 % и др. [7].

### **Ситуация в России.**

Проблема выравнивания межрегиональных экономических различий занимала видное место в проводившейся социально-экономической политике в СССР и в странах народной демократии, входивших в Союз Экономической Взаимопомощи (СЭВ). Инструментами этой политики были централизованное финансирование экономики и социальной сферы регионов, дотации, субвенции, разнообразные социальные компенсаторы, плановые цены и др. Тем не менее различия между отдельными российскими регионами по важнейшим социально-экономическим показателям были весьма велики (табл.2). В то же время разрыв по уровню развития между регионами в странах Центральной Европы не превышал трех раз, что соответствует данному показателю Германии и других стран ЕС.

Различие между регионами стран Восточной Европы по плотности населения достигает 6-7 раз. В России эти величины многократно выше. Западные районы стран Восточной Европы, ранее находившиеся в сфере советского экономического влияния, были более развиты по сравнению с восточными районами. Диспропорции были существенно уменьшены в период вхождения их в СЭВ, но не смогли достичь уровня западных районов. В сравнении со странами Центральной Европы Россия имела существенно более асимметричную центрально-периферийную организацию пространства.



Принципиально важно также и то, что Россия в отличие от стран Восточной Европы является федеральным многонациональным государством, на пространстве которого сталкиваются разные культуры, ментальные особенности населения.

Таблица 2

**ВВП в России и странах ЦЕ [7]**

Страны	ВВП на душу населения, в долл. США 1999 г.	Отношение к ВВП Германии, принятому за 100	Различия между регионами стран с максимальным и минимальным уровнями ВВП, 1998 г.
Чехия	13553	55	2,44
Венгрия	11504	46	2,18
Словакия	11221	46	2,53
Польша	9008	37	1,93
Болгария	6263	25	1,14
Россия	6067	25	18,6
Румыния	5441	22	1,86
Германия	24601	100	2,95

Отличительными особенностями российского экономического пространства в сравнении со странами Восточной Европы, помимо его громадной протяженности, являются:

- большая часть экономического потенциала страны расположена в глубине евразийского материка;
- большая часть пространства имеет крайне низкую плотность населения и экономической жизни, малую рыночную емкость;
- территориальная структура российского хозяйства состоит из нескольких крупных экономических районов и центров;
- неблагоприятный предпринимательский климат на периферийных территориях и др.

Страны Восточной Европы за сравнительно короткий промежуток времени (1991 – 1998 гг.) прошли два этапа экономического регионального выравнивания и региональной политики:

- на первом этапе осуществлялось региональное выравнивание путем трансфертов из центрального бюджета ЕС через фонды;
- на втором этапе осуществлялось стимулирование экономического роста путем создания благоприятных условий для предпринимательства;
- на третьем этапе страны Восточной Европы с 1999 г., достигшие успехов при выполнении требований первого и второго этапов экономического регионального выравнивания, приступили к осуществлению национальной стратегии регионального развития.

Процесс реорганизации экономики в странах Восточной Европы на первом и втором этапах осуществлялся в основном за счет финансовых вливаний из средств ЕС.

В России с 1992 г. по 1998 г. региональная политика сводилась к децентрализации в рамках формирования новых федеральных отношений и только в 1996 г. были приняты «Основные положения региональной политики в РФ». Однако этот документ не имел правовых последствий для ведомств.

Федеральный бюджет вплоть до 1999 г. был дефицитным. В странах Восточной Европы на это понадобилось 2-4 года. В условиях дефицита федерального бюджета центральная власть передала на региональный уровень большую часть социальных расходов.

Первые попытки разработки концепций на период 2004 – 2007 гг. показали, что преимущественное большинство субъектов Федерации не готовы к принятию ни среднесрочной, ни долгосрочной стратегии [8].

Из приведенных примеров видно, что и Россия и страны Восточной Европы в переходный период реформирования экономик применяли практически одни и те же механизмы, но Россия отставала в осуществлении плановых мероприятий по времени.



Кроме того, Россия одновременно с применением моделей перехода к рыночной экономике проводила и децентрализацию государственных структур в отличие, например, от Польши, Венгрии где эта децентрализация происходила постепенно. Первый и второй этапы реформирования планово-административной системы в Восточной Европе проводились при серьезной финансовой поддержке от ЕС; в России вся тяжесть реформ региональной экономики была возложена на бюджеты регионов, которых, практически, не существовало. В странах Восточной Европы одновременно с реформой экономики осуществлялись плановые мероприятия по созданию правовых положений, где большое внимание уделялось правам и обязанностям предпринимателей; в России только в 1996 г. появился первый документ «Основные положения региональной политики в РФ».

Третий этап, характеризующийся созданием полюсов развития в Восточной Европе, начал осуществляться еще в 90-х годах прошлого столетия под контролем ЕС на основе консолидируемого бюджета; в России о кластерной системе и создании полюсов роста заговорили только в 2005 – 2007 годах, и все проблемы возложены на регионы без правовых положений о предпринимательстве. Все поэтапные процессы в России проходят с опозданием на 8-10 лет в сравнении с проведением названных мероприятий в странах Восточной Европы при слабо разработанных законодательных положениях.

#### Список литературы

1. Хорват, Д. Перестройка региональной политики в Венгрии / Д. Хорват // Региональное развитие и сотрудничество. 2001. № 3. С.44-45.
2. Солоу, Р. Экономическая теория ресурсов или ресурсы экономической теории / Р. Солоу // Рынки факторов производства. – СПб. 2007. – 682.
3. Барро, Р. Сала-и-Мартин, Х. Экономический рост / Р. Барро, Х. Сала-и-Мартин.- М.: Бином Лаборатория знаний, 2010. – 824 с.
4. Hall, R. Economics. Principles and Applications / R. Hall, M. Lieberman. – fourth edition 1997. – 562 с.
5. Перу, Ф. Экономика XX века / Пер. с фр. А.В.Одинцовой // Мировая экономическая мысль. Сквозь призму веков. В 5 т. Т. IV. М.: Мысль, 2004. – С. 402-414.
6. Фридман, М. Капитализм и свобода / Пер. с англ. В. Козловский – М.: Новое издательство, 2006. – 240 с.
7. Глинкина, С. Проблемы выравнивания уровней экономического развития в ЕС: механизмы, успехи, проблемы / С. Глинкина // Второй Российский экономический конгресс. Институт экономики РАН. – Суздаль, 2013.
8. Вандомский, Л. Региональные аспекты рыночной трансформации в России и странах Центральной Европы (ЦЕ) / Л. Вандомский // Казанский федералист. Журнал о федерализме в России и в мире. Изд. Института истории АН РТ, 2002. № 4. С. 4-32.

## PROCESSES OF THE MARKET TRANSFORMATION IN THE REGIONS OF EASTERN EUROPE AND RUSSIA

**E.N. KAMYSHANCHENKO<sup>1</sup>**  
**A.M. KAMYSHANCHENKO<sup>2</sup>**

*Belgorod State National  
Research University  
Belgorod*

<sup>1) e-mail:</sup>  
*kamyshanchenko\_e@bsu.edu.ru*

<sup>2) e-mail:</sup>  
*anmmkam@gmail.com*

The article takes the first ten years of economic reforms in Eastern Europe into account and describes the mechanisms contributing to the development of entrepreneurship there. Considering the processes of restructuring the regional economy and its adaptation for market transformation is emphasized by the example of the leading reformators like Poland, Hungary, Czech Republic and Slovenia. Additional the stages of reformation in Russia and in the countries of Eastern Europe are compared and the reasons of low entrepreneurship activity in Russia will be analyzed. In conclusion specific aspects of Russian territory, e.g. huge area in combination with a low population density in many regions are mentioned in the analysis.

Key words: regional economy, strategy of development, aligning of levels, economy transformation, regional disproportions, instruments for alignment of regional differences, Eastern Europe, regions of Russia.



# ФИНАНСЫ ГОСУДАРСТВА И ПРЕДПРИЯТИЙ

УДК 338.246.027.4

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СУБСИДИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

**В.Л. АНИЧИН<sup>1</sup>**  
**А.Д. ЕЛФИМОВ<sup>2</sup>**

*Белгородская государственная  
сельскохозяйственная  
академия  
г. Белгород*

<sup>1)</sup> e-mail:  
[vladislavanichin@rambler.ru](mailto:vladislavanichin@rambler.ru)

<sup>2)</sup> e-mail: [ad\\_elf\\_vrn@mail.ru](mailto:ad_elf_vrn@mail.ru)

Рассмотрены альтернативные взгляды на роль субсидирования сельскохозяйственного производства. Изложены результаты корреляционно-регрессионного анализа влияния субсидирования на прибыль и рентабельность сельскохозяйственных организаций. Дана оценка субсидированию как способу поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей. Показано, что существующая практика субсидирования приводит в действие затратный механизм.

Ключевые слова: Белгородская область, субсидирование сельского хозяйства, эффективность субсидирования.

Субсидирование сельскохозяйственного производства представляет собой один из распространенных способов поддержки отечественных сельскохозяйственных товаропроизводителей. По оперативной информации Департамента АПК Белгородской области, общая сумма бюджетных субсидий, полученных сельскохозяйственными организациями в 2012 г. составила 40,5% от объема прибыли (до налогообложения), а в 2013 г. – 25,7%. Это свидетельствует о значительной роли субсидий для экономики многих сельскохозяйственных организаций.

В экономической литературе встречаются различные мнения об эффективности применяемых способов субсидирования сельскохозяйственного производства. Так, И. Буздалов отмечает, что при фактическом отсутствии всесторонне отлаженного механизма селективной поддержки сельского хозяйства значительная часть из выделяемых бюджетных средств до села, непосредственно до крестьянина, не доходит. А это значит, что при увеличении субсидирования, выделенные средства в основном пойдут по тем же сомнительным направлениям [2].

А. Вишняков называет конкретные недостатки действующего порядка субсидирования, включая: ежегодно колеблющуюся бюджетную обеспеченность; не соблюдение по разным причинам принципа равной доступности государственной поддержки; механизм предоставления субсидий, основанный на предоставлении документов, подтверждающих объем произведенных затрат [3].



Е. Черданцева, исследуя регрессионную зависимость между размером субсидий и прибылью до налогообложения сельскохозяйственных предприятий, приходит к иному выводу: государственная поддержка в форме субсидий является необходимым условием процесса воспроизводства в сельском хозяйстве [4].

Мы исходим из того, что очевидная, казалось бы, связь между размером выделяемых субсидий и прибылью сельскохозяйственных товаропроизводителей, нуждается в более тщательном статистическом анализе, поскольку предопределенность получения субсидии хозяйствующим субъектом неизбежно порождает снижение ответственности за принимаемые им решения и возможно приводит к снижению эффективности использования имеющихся у него производственных ресурсов.

Исходной информацией для нашего анализа служат данные годовых отчетов сельскохозяйственных организаций (табл. 1).

Таблица 1

**Источники информации для корреляционно-регрессионного анализа**

№ п/п	Показатель	Форма по ОКУД	Код	Переменная
		Порядок расчета		
Исходные данные				
1	Себестоимость продаж	№ 2 «Отчет о прибылях и убытках»	2120	
2	Прибыль (убыток) до налогообложения	№ 2 «Отчет о прибылях и убытках»	2300	У1
3	Бюджетные субсидии	№ 4 «Отчет о движении денежных средств»	4119.1	Х1
Расчетные показатели				
4	Прибыль без субсидий	Стр.2 – Стр.3		
5	Общая рентабельность	Стр.2 : Стр.1		У2
6	Рентабельность без субсидий	Стр.4 : Стр.1		
7	Субсидированная рентабельность	Стр.5 – Стр.6		Х2

Числовой пример собранной и обработанной информации по одной из обследованных организаций приводится в табл. 2.

Таблица 2

**Информация по ОАО «Орлик» Чернянского района Белгородской области за 2012 г.**

№ п/п	Показатель	Форма по ОКУД	Код	Значение
		Порядок расчета		
Исходные данные				
1	Себестоимость продаж, тыс. руб.	№ 2 «Отчет о прибылях и убытках»	2120	101133
2	Прибыль (убыток) до налогообложения, тыс. руб.	№ 2 «Отчет о прибылях и убытках»	2300	28020
3	Бюджетные субсидии, тыс. руб.	№ 4 «Отчет о движении денежных средств»	4119.1	5367
Расчетные показатели				
4	Прибыль без субсидий, тыс. руб.	Стр.2 – Стр.3		22653
5	Общая рентабельность, %	Стр.2 : Стр.1		27,7
6	Рентабельность без субсидий, %	Стр.4 : Стр.1		22,4
7	Субсидированная рентабельность, %	Стр.5 – Стр.6		5,3

(Источник: сайт раскрытия информации эмитента <http://www.e-disclosure.ru/portal/files.aspx?id=22391&type=3>)

Регрессионные модели были построены по данным за 2011 и 2012 гг., по сельскохозяйственным организациям Белгородской области, не входящим в состав интегрированных формирований и получавшим бюджетные субсидии. Обследована 81 такая организация. Параметры линейных регрессионных моделей представлены в табл. 3 и 4.



Таблица 3

**Параметры регрессионной связи между абсолютной величиной субсидий  
и прибыли (между переменными X1 и Y1)**

Связь	Коэффициент	Фактическое значение t-критерия Стьюдента	Наблюдаемый уровень значимости
2011 г.			
Пересечение	7465,2	1,61	0,11
Регрессия	0,505	1,53	0,13
Корреляция	0,170	1,53	0,13
Детерминация	0,029		
2012 г.			
Пересечение	14189,1	2,65	0,01
Регрессия	0,89	2,93	0,00
Корреляция	0,313	2,93	0,00
Детерминация	0,098		

В соответствии с принятой в статистике практикой, если наблюдаемый уровень значимости превышает 0,10, то считается, что информация о коэффициенте регрессии согласуется с нулевой гипотезой. То есть в таком случае, можно утверждать об отсутствии линейной связи между фактором и откликом. Это имеет место между абсолютной величиной субсидий и прибыли по данным за 2011 г.; между величиной субсидированной рентабельности и общей рентабельностью за 2011 и 2012 гг.

Если же наблюдаемый уровень значимости равен или меньше 0,01, то считается, что нулевая гипотеза наверняка не подтверждается и, следовательно, можно утверждать о линейной связи. Такой случай наблюдается по данным за 2012 г. при анализе связи между абсолютной величиной субсидий, выплаченной сельскохозяйственной организации, и суммой полученной ею прибыли (табл. 3). Уравнение регрессии имеет следующий вид

$$\widehat{Y}_{1x_1} = 14189,1 + 0,89 X_1$$

Коэффициент регрессии 0,89 может быть интерпретирован следующим образом: увеличение размера субсидий на 1 тыс. руб. влечет увеличение суммы прибыли до налогообложения на 890 руб.

Однако, как свидетельствует значение коэффициента детерминации (см. табл. 3), регрессионная модель, описывающая влияние абсолютного размера субсидий на величину прибыли до налогообложения в 2012 г., объясняет лишь 9,8% вариации отклика. Это значительно меньше, чем доля субсидий в прибыли по обследованным организациям (34,8% в 2012 г.).

Таблица 4

**Параметры регрессионной связи между величиной субсидированной  
рентабельности и общей рентабельностью (между переменными X2 и Y2)**

Связь	Коэффициент	Фактическое значение t-критерия Стьюдента	Наблюдаемый уровень значимости
2011 г.			
Пересечение	15,62	4,79	0,00
Регрессия	-0,427	-1,49	0,14
Корреляция	-0,166	-1,49	0,14
Детерминация	0,028		
2012 г.			
Пересечение	22,14	2,69	0,01
Регрессия	0,920	1,62	0,11
Корреляция	0,179	1,62	0,11
Детерминация	0,032		

Выполненный корреляционно-регрессионный анализ показал, что вариация размера субсидий в совокупности обследованных сельскохозяйственных организаций лишь незначительно влияет на вариацию массы прибыли. Вариация размера субсидий в



расчете на единицу затрат и вовсе не связана с вариацией уровня рентабельности. Это является подтверждением мнения о неэффективности сложившейся практики субсидирования сельскохозяйственного производства.

Очевидно, что требуются не дотации, субсидирование и прочие финансовые инструменты, посредством которых пытаются компенсировать ущерб, нанесенный сельскому хозяйству не отрегулированным рыночным механизмом, а новые правила игры, основным из которых является получение справедливого денежного вознаграждения (цены) за продукцию, работу и услугу [1].

По нашему мнению, субсидии оправданы лишь в том случае, если они привязаны к конкретным результатам хозяйственной деятельности или направлены на преодоление последствий форс-мажорных обстоятельств. Субсидии не должны подменять меры по налаживанию паритетных товарно-денежных отношений в АПК. В противном случае субсидирование будет запускать затратный механизм и связанные с ним застойные явления в технологическом развитии.

### Список литературы

1. Аничин, В.Л. Регулирование вертикальной конкуренции как способ модернизации АПК / В.Л. Аничин // Проблемы экономики (Харьков). 2013. № 1. С. 28-33.
2. Буздалов, И.Н. Аграрный протекционизм как эффективный инструмент государственной политики / И.Н. Буздалов // Аграрный вестник Урала. 2007. №6. С. 97-100.
3. Вишняков, А. Субсидирование сельского хозяйства / А. Вишняков // Рисковик. 2012. №6 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.riskovik.com/journal/stat/n6/subsidirovanie-sh/>.
4. Черданцева, Е.А. Господдержка воспроизводства в сельхозорганизациях / Е.А. Черданцева // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2011. №4. С. 99-102.

## ESTIMATION OF THE EFFECTIVENESS OF SUBSIDIES AGRICULTURAL PRODUCERS

**V.L. ANICHIN<sup>1</sup>**  
**A.D. ELFIMOV<sup>2</sup>**

*The Belgorod state agricultural academy  
Belgorod*

<sup>1)</sup> e-mail:

[vladislavanichin@rambler.ru](mailto:vladislavanichin@rambler.ru)

<sup>2)</sup> e-mail: [ad\\_elf\\_vrn@mail.ru](mailto:ad_elf_vrn@mail.ru)

This paper reviews the alternative views on the role of subsidizing agricultural production. It contains the results of the correlation analysis of the impact of subsidies on profit and profitability of the agricultural organizations. The subsidies had been estimated as an insufficient means of support for agricultural producers. The paper reveals that the current practice of subsidizing operates costly mechanism.

Keywords: Belgorod region, subsidizing of agriculture, the efficiency of subsidies.



УДК 336.142.3

## КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ПРОГРАММ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДА К ПРОГРАММНОМУ БЮДЖЕТИРОВАНИЮ

**Л. Р. БАЕВА**

*Волжский институт  
экономики, педагогики  
и права  
г. Волжский*

*e-mail:  
baewwa@mail.ru*

Статья посвящена исследованию подходов к проведению оценки муниципальных программ в условиях перехода к программному бюджетированию. На основании проведенного исследования практик оценочных процедур, проводимых в отношении муниципальных целевых программ развития публично-правовых образований, предлагаются основные принципы построения комплексной системы оценки муниципальных программ. Автором обосновывается ключевое значение методологии оценки программ в достижении синергетического эффекта исполнения программного бюджета муниципального образования. В статье описывается механизм проведения комплексной системы оценки муниципальных программ в условиях реформирования системы бюджетного планирования.

Ключевые слова: муниципальный бюджет, программный бюджет, муниципальная программа, муниципальное образование, синергия, методология, комплексная система оценки.

Современный этап развития системы управления муниципальными финансами характеризуется переходом от традиционной «затратной» модели к программному принципу составления муниципального бюджета. Применение программного формата позволяет сделать формирование бюджета стратегическим и финансово обоснованным. «Программная» философия формирования расходных обязательств методологически основывается на программно-целевом подходе и призвана обеспечить повышение эффективности бюджетных расходов и, в целом, достижение устойчивого развития муниципального образования. Ядром системы программного бюджетирования на уровне муниципального образования выступает муниципальная программа (далее по тексту – МП), представляющая собой систему мероприятий (взаимоувязанных по задачам, срокам осуществления и ресурсам) и инструментов, обеспечивающих в рамках реализации ключевых муниципальных функций, достижение приоритетов и целей муниципальной политики в сфере социально-экономического развития и безопасности [3].

В настоящее время Бюджетным кодексом РФ (п.3 ст. 179) предусмотрена необходимость ежегодной оценки эффективности реализации муниципальных программ, по результатам которой, высшим исполнительным органом муниципального образования может быть принято решение о необходимости прекращения или об изменении, начиная с очередного финансового года ранее утвержденной муниципальной программы, в том числе необходимости изменения объема бюджетных ассигнований на финансовое обеспечение ее реализации [9]. В соответствии с данным требованием, актуальной становится задача освоения важнейших инструментов управления – мониторинга и оценки программ и проектов. В практике муниципального управления, в силу сложности и многоплановости задач, нет единой и общепризнанной методики оценки муниципальных программ.

Как показывает практика, система оценки, в традиционном ее понимании, часто сводится к формальному определению соотношения затраты/выгода и степени достижения результатов. Анализируя нормативные правовые акты муниципальных образований, регламентирующие порядок и методику оценки эффективности муниципальной программы, можно заключить, что в большинстве случаев, данные документы дублируют описание, содержащееся в методических указаниях по разработке

и реализации государственных программ РФ, согласно которой методика проведения оценки эффективности муниципальной программы, состоит в определении:

- 1) степени достижения целей и решения задач подпрограмм и муниципальной программы в целом;
- 2) степени соответствия запланированному уровню затрат и эффективности использования средств муниципального бюджета;
- 3) степени реализации ведомственных целевых программ и основных мероприятий (достижения ожидаемых непосредственных результатов их реализации).
- 4) Степени достижения поровых значений целевых индикаторов (показателей) муниципальной программы [3].

Исследуя практику оценки результативности муниципальной программы в муниципальных образованиях, можно сформировать следующий обобщенный перечень критериев оценки:

- степень достижения плановых показателей;
- общественно-экономическая эффективность;
- качество планируемых показателей;
- качество и своевременность подготовки отчета о реализации муниципальной программы [2];
- выполнение планируемых объемов финансирования;
- степень выполнения программных мероприятий;
- достижение целевых индикаторов программы;
- оценка организации управления и контроля над ходом реализации программы [8].

Каждое муниципальное образование самостоятельно разрабатывает данный перечень и утверждает его соответствующим нормативным правовым актом. Хотелось бы отметить, первостепенное значение определяемой группы критериев, на основании которой проводится оценка эффективности исполнения МП, так как, именно на данном этапе закладываются концептуальные основы системы оценки в целом.

Эффективность исполнения муниципальной программы, в широком смысле, представляет собой отношение степени достижения запланированных результатов по задачам МП к степени освоения средств бюджетов всех уровней на реализацию этих задач. Однако, методология оценки результативности муниципальных программ предполагает набор инструментов и методов оценки, взаимосвязанных и взаимодополняющих друг друга. Базовыми элементами данной системы выступают первичные показатели, индикаторы и сводные индексы.

В качестве, примера проведения оценки результативности, получившей наибольшее распространение на муниципальном уровне управления, можно предложить методику расчета индексов результативности и эффективности исполнения муниципальных программ:

Алгоритм расчёта индекса результативности исполнения ( $R_{исп}$ ):

- определяется индекс результативности исполнения каждой задачи ( $R_z$ ) по формуле:

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{факт} / X_{план})}{n} \times 100\%, \quad (1)$$

где  $X_{факт}$  – фактическое значение результата задачи на отчетный период;

$X_{план}$  – плановое значение результата задачи на отчетный период;

$n$  – количество результатов задачи, запланированных на отчетный период.

Индекс результативности исполнения МП определяется по формуле:

$$R_{исп} = \frac{\sum_{i=1}^m R_{zi}}{m}, \quad (2)$$

где  $R_{zi}$  – показатель результативности исполнения задач;

$m$  – количество задач, реализуемых в отчетном периоде.



Критерии оценки результативности исполнения отражены в табл. 1.

Таблица 1

**Критерии оценки результативности исполнения**

Значение индекса результативности исполнения МП ( $R_{исп}$ )	Результативность исполнения МП
$R_{исп} \geq 95\%$	высокорезультативная
$85\% < R_{исп} < 95\%$	среднерезультативная
$R_{исп} \leq 85\%$	низкорезультативная

Индекс эффективности исполнения МП ( $E_{исп}$ ) определяется по формуле:

$$E_{исп} = \frac{R_{исп}}{F_{факт}/F_{план}}, \quad (3)$$

где  $F_{факт}$  – кассовое исполнение расходов на реализацию МП за счет средств бюджетов всех уровней на создание результатов на отчетный период;

$F_{план}$  – плановые объемы финансирования на реализацию МП за счет средств бюджетов всех уровней на создание результатов на отчетный период [4].

Критерии оценки эффективности исполнения МП представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Критерии оценки эффективности исполнения муниципальной программы**

Значение индекса эффективности исполнения МП ( $E_{исп}$ )	Эффективность исполнения МП
$E_{исп} \geq 100\%$	высокоэффективная
$90\% < E_{исп} < 100\%$	среднеэффективная
$E_{исп} \leq 90\%$	низкоэффективная

Подобная методика, используется для оценки муниципальных программ в ряде муниципальных образований, варьируют только диапазоны значений индексов и перечень критериев оценки.

Исследуя методологию оценки целевых комплексных программ развития муниципального образования, следует уделить особое внимание широкому использованию комплексного критерия оценки эффективности реализации муниципальных программ, который ( $K_i$ ) определяется по следующей формуле:

$$K_i = Y_{i1} + Y_{i2} + \dots + Y_{ij}, \quad (4)$$

где  $Y_{ij}$  – подкритерии, входящие в состав комплексного критерия оценки эффективности реализации программы.

Степень соответствия программы каждому подкритерию ( $Y_{ij}$ ) оценивается по балльной шкале путем присвоения балльной оценки ( $N_{ij}$ ).

Присвоенная балльная оценка ( $N_{ij}$ ) аргументируется соответствующими функциональными характеристиками программы, текущими параметрами и показателями, отражающими ход ее реализации, деятельность координатора и исполнителей по обеспечению достижения целей и конечных результатов программы.

Оценка эффективности реализации муниципальной программы основана на формировании интегральной (результатирующей) оценки ( $R$ ), которая определяется по формуле:

$$R = \text{SUM} (K_i \times Z_i), \quad (5)$$

где  $R$  – интегральная (результатирующая) оценка эффективности реализации программы;



$K_i$  – комплексный критерий оценки эффективности реализации программы;  
 $Z_i$  – удельный вес (значимость) комплексного критерия оценки эффективности реализации программы.

Рассчитанное значение интегральной (результатирующей) оценки  $R$  сопоставляется с приведенными ниже значениями для комплексной оценки эффективности программы и выработки рекомендаций по ее дальнейшей реализации. Значения интегральной (результатирующей) оценки эффективности реализации программы представлены в табл. 3.

Таблица 3

**Значения интегральной (результатирующей) оценки эффективности реализации муниципальной программы**

Численное значение интегральной (результатирующей) оценки $R$ в баллах	Качественная характеристика интегральной (результатирующей) оценки эффективности реализации Программы
$R \geq 18$	эффективность Программы высокая
$12 \leq R < 18$	эффективность Программы умеренная
$6 \leq R < 12$	эффективность Программы удовлетворительная
$R < 6$	эффективность Программы низкая

Результаты оценки эффективности реализации программ используются для их ранжирования по интегральной (результатирующей) оценке [8].

Важное место в системе оценки муниципальных программ, по праву, занимает разработка формы интерпретации полученных результатов. Наиболее эффективным считается графическое и табличное представление, безусловно, при обязательном наличии текстовой части, оформленной в виде аналитической записки, а также содержащей основные выводы и, имеющей развернутый вид.

Итак, представление итоговых результатов оценки может быть реализовано через следующие приемы:

- позиционирование муниципальных программ в пространстве параметров;
- ранжирование муниципальных программ по различным критериям;
- текстовое аналитическое заключение на основе модели интерпретации [5, с.42].

На наш взгляд, в условиях перехода к программному бюджетированию, требования к технологии процедуры проведения оценки должны отвечать принципу универсальности и прозрачности. Программный формат муниципального бюджета предполагает достижение социально-экономического эффекта в результате действия закона синергии, для выполнения которого необходимо обеспечить согласованность всех процедур в рамках жизненного цикла муниципальных программ.

Построение комплексной системы оценки муниципальных программ, может стать инструментом в решении задачи повышения эффективности бюджетного планирования. Разработка и внедрение устойчивой системы оценки позволит муниципалитетам обеспечить преемственность социально-экономической политики и сделать оценку стандартной, неотъемлемой процедурой в рамках муниципального управления [7, с.11].

Комплексная система оценки муниципальных программ позволит произвести:

- ранжирование муниципальных программ в соответствии с полученными оценками;
- группировку муниципальных образований;
- построение модели интерпретации.

На наш взгляд, система оценки эффективности реализации муниципальной программы, должна предполагать:

- внешний и внутренний аудит соблюдения требований бюджетного законодательства, в части выполнения расходных обязательств;
- оценку степени воздействия муниципальной программы на развитие муниципального образования;



- анализ выполнения требований программно-целевого подхода в области достижения устойчивого развития муниципального образования.

В результате проведенного анализа теории и практики проведения оценки МП в условиях модернизации системы управления муниципальными финансами, хотелось бы отметить высокий уровень координации и согласованности органов власти муниципальных образований в реализации приоритетных направлений территориального развития, задаваемых на федеральном уровне. Однако, говорить о положительных итогах реализации бюджета в программном представлении достаточно рано, так как, в основном муниципальные программы большинства муниципальных образований, имеют горизонт планирования от 2014 года до 2016 года. Однако, тенденции тотального перехода к программному бюджетированию на всех уровнях бюджетной системы, заявленные в Обращении Президента страны с ежегодным посланием к Федеральному собранию от 12 декабря 2013 года, обуславливают необходимость дальнейшего исследования методологии оценки муниципальных программ в целях систематизации и обобщения достижений в области модернизации системы управления муниципальными финансами.

### Список литературы

1. Порядок разработки, реализации и оценки эффективности муниципальных программ муниципального образования «Город Майкоп»: постановление Администрации муниципального образования «Город Майкоп» от 07.08.2013 N 572. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/regbase/cgi/online.cgi?req=doc;base=RLAW977;n=33697>.
2. Порядок разработки, утверждения и реализации муниципальных программ: распоряжение Администрации Ембаевского МО от 01.08.2013 N°169.
3. Методические указания по разработке и реализации государственных программ Российской Федерации: приказ Министерства экономического развития Российской Федерации (Минэкономразвития России) от 26 декабря 2012 г. N 817 г. Москва // Российская газета N° 6015 от 22 февраля 2013 г.
4. Порядок разработки, реализации и оценки эффективности муниципальных программ Великосельского сельского поселения: постановление Администрации Великосельского сельского поселения N° 206 от 07.11.2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.admvelikoe.ru/documents/785.html>.
5. Сидоров, А.А. Методические подходы к оценке социально-экономического развития муниципальных образований / А. А. Сидоров, М. П. Силич // Известия Томского политехнического университета. 2008. Т. 313. N° 6. С. 38-44. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.lib.tpu.ru/fulltext/v/Bulletin\\_TPU/2008/v313/i6/o8.pdf](http://www.lib.tpu.ru/fulltext/v/Bulletin_TPU/2008/v313/i6/o8.pdf)
6. Виноградова, К.О. Сущность и структура потенциала развития региона / К.О. Виноградова, О.А. Ломовцева // Современные проблемы науки и образования. 2013. N° 3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/109-9620> (дата обращения: 03.03.2014).
7. Визгалов, Д.В. Методы оценки муниципальных программ / Д.В. Визгалов. – М.: Фонд «Институт экономики города», 2004.- 108 с.
8. Порядок проведения оценки эффективности реализации муниципальных целевых программ: постановление Администрации Галичского муниципального района Костромской области от 31.03.2011 N°100 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCYQFjAA&url=http%3A%2F%2Ffrayon.galich.com%2Fmaterials%2Fpostanovleniya%2F2011%2Fmar%2F03.2011%2520-%2520ozenka%2520effektivnosti%2520programm.doc&ei=tpgUU6u4NoeZ4wTLooDwDw&usq=AFQjCNH66EZrL9orq37qd1UwUQdT6fsw8g&bvm=bv.61965928,d.bGE&cad=rjt>.
9. О формировании, утверждении и реализации государственных программ субъектов Российской Федерации и муниципальных программ: письмо Минфина России от 12.09.2013 N 02-16-03/37757. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_151989/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_151989/).



## **CONCEPTUAL BASES OF BUILDING OF COMPLEX ESTIMATION SYSTEM OF MUNICIPAL PROGRAMS UNDER CONDITIONS OF TRANSITION TO THE PROGRAM BUDGETING**

**L.R. BAEVA**

*Volzhsky Institute for  
economy, pedagogics and law  
Volzhsky*

*e-mail:  
baewwa@mail.ru*

The article is devoted to research of estimation approaches of municipal programs under conditions of transition to the program budgeting. On the basis of the conducted research of the estimating procedures concerning the municipal target programs of public-law entities development the basic principles of complex system building of the municipal programs estimation are introduced. Author provides the key value of estimation methodology of the programs proving the expenditure obligations of municipality in achievement of synergetic effect of program budget performance of municipality unites.

The article describes the implementation mechanism of complex estimation system of municipal programs under conditions of budget planning reforming.

Keywords: municipal budget, program budget, municipal program, municipality, synergy, methodology, complex estimation system.



# РЫНОК ТРУДА И ЭКОНОМИКА ОБРАЗОВАНИЯ

УДК:339.5

## УЧЕБНЫЙ КОНТРАКТ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕССОМ В ВУЗЕ

**И.А. ДУДИНА<sup>1</sup>**  
**Н.В. БУХАНЦЕВА<sup>2</sup>**

*Волгоградский  
государственный  
университет  
г. Волгоград*

<sup>1)</sup> e-mail:  
[dudina777@gmail.com](mailto:dudina777@gmail.com)

<sup>2)</sup> e-mail:  
[nina.buhantseva@volsu.ru](mailto:nina.buhantseva@volsu.ru)

В статье рассматривается актуальность введения учебного контракта в российских вузах в качестве институционального инструмента управления учебным процессом. Проактивное формулирование и согласование сторонами контракта ожидаемых результатов обучения могут снизить риски их оппортунистического поведения и повысить ответственность за результаты обучения всех субъектов образовательного процесса.

Авторы доказывают, что введение учебных контрактов будет способствовать переходу к новому, трансформационному качеству учебного процесса, ориентированному на профессиональные стандарты и национальную систему квалификаций, востребованных на рынке труда.

Ключевые слова: учебный контракт, образовательная среда, агенты вуза, управление образовательным процессом, информационная система, трансформация, компетенции, профессиональные стандарты, рынок труда.

### Введение

Концепт учебного контракта вуза как инструмента эффективного управления учебным процессом несколько лет разрабатывается американскими исследователями [16; 17], обеспокоенными снижением качества высшего образования в США за последнее десятилетие. Основанием для разработки концепта явилось стремление к созданию контролируемой образовательной среды, в которой студенты, преподаватели и администраторы согласовывают свои ожидаемые результаты освоения учебных программ. Если все субъекты образовательного процесса вступают в контрактные отношения для одинакового понимания ожидаемых результатов образования, это ведет к снижению рисков их взаимодействия, причиной которых выступают противоречия между индивидуальным и коллективным целеполаганием, предпочтениями и спонтанными реакциями сторон.

Основными целями введения учебного контракта могут выступать диагностика общей эффективности вуза и мотивация студентов к обучению, мониторинг учебного процесса и соответствие его результатов профессиональным стандартам. Если учебный контракт содержит объективно сформулированные ожидания от пребывания студента в вузе, он предвещает грядущие впечатления от предлагаемых вузом образовательных



услуг. Однако значительное количество исследователей признают, что даже в США – на родине концепта учебного контракта – слишком мало примеров его использования как создателями стандартов образования, так и руководителями университетов [18, p.18]. В России соответствие полученных студентами профессиональных компетенций требованиям рынка труда рассматривалось в работах Т.М. Давыденко и Е.Г. Жиликова на основе кластерного подхода [3, с.69-75; 6, с. 65-73]. Практика применения учебного контракта существует с 2012 года и только в НИУ ВШЭ, где он «служит руководством для самостоятельной деятельности по реализации и оценке собственного учебного процесса, а также для организации информационно-методического сопровождения» [12].

Исследование экономической выгоды от контрактного сотрудничества субъектов учебного процесса особенно актуально в современной конкурентной среде российского высшего образования, где лидерами становятся вузы, способные своевременно и объективно оценивать эффективность своих учебно-методических комплексов, создавать новые и корректировать существующие образовательные программы с учетом состояния рынка труда [11; 17, p.23].

Целью данной статьи является анализ востребованности учебного контракта в российских вузах в качестве инструмента управления образовательным процессом.

### **Категории концепта учебного контракта вуза**

Для выявления экономических и институциональных особенностей учебного контракта вуза необходимо раскрыть содержание категорий, которыми пользуются исследователи экономики высшего образования и уточнить, что вкладывается в понятия учебный контракт, академическая услуга, учебный процесс, образовательный процесс, образовательная среда, агент вуза, компетенции и компетентность.

Мы определяем учебный контракт как институциональный инструмент, стороны которого – студенты, преподаватели и административно-управленческий персонал – договариваются действовать сознательно и целеустремленно. В то же время мы согласны с Дж. Ходжсоном в том, что поскольку основными понятиями любого контракта являются намерения и ответственность сторон, было бы наивно считать, что их индивидуальные целеустремленности не будут иметь ограничений [13, с. 234-235]. Такими ограничениями будут привычки и поступки сторон, их предпочтения и разногласия по поводу взятых на себя обязательств, а также изменение условий их выполнения [14, с.87-92]. Все эти ограничения существуют в контексте в основном бюрократической академической культуры организаций высшего образования, в которой подразделения вуза достаточно разобщены. Поэтому даже при наличии карт соответствия стандартных компетенций реальным запросам рынка труда возможна только констатация выделенных работодателями результатов обучения и реактивный ответ агентов вуза на недостаток компетенций или их несоответствие рынку [1, с. 50-61].

В концепте учебного контракта также следует учитывать двойственную природу академической услуги. С одной стороны, получение академических услуг – смешанное редкое общественное благо, с другой стороны, если говорить о профессиональной составляющей услуги – обучение удовлетворяет требованиям частного блага [9, с. 12]. Таким образом, для достижения баланса свойств академической услуги необходимо преднамеренное согласование норм и правил, предпочтений и ограничений, обязанностей и санкций сторон, одна из которых оказывает, а другая потребляет академические услуги.

Учебный процесс, являясь частью образовательного, имеет определенную структуру и функции. Структурно он состоит из модулей, группирующих наборы дисциплин, выбранных вузом для овладения студентами определенными компетенциями, перечисленными в учебном контракте. Компетенции как взаимосвязанные профессиональные и индивидуальные качества личности,



приобретаются в определенной области и позволяют специалисту включиться в специфику деятельности.

Функционально учебный процесс подразумевает принятие агентами вуза – преподавателями и административно-управленческим персоналом – функций оказания ряда академических и административных услуг, которые представляют собой совокупность целесообразной деятельности субъектов учебного контракта и удовлетворяют потребность студентов в формировании необходимых для их специальности компетенций на основе профессиональных стандартов. Взаимодействие студентов, являющихся одновременно субъектами и объектами учебного процесса, с одной стороны, и агентов вуза с другой, обеспечивается их интересами и намерениями договориться об условиях и ресурсах, методах, предполагаемых результатах и критериях оценки совместной деятельности. Эта оценка отражается в приобретенных компетенциях и свидетельствует о качестве оказанных студентам академических услуг.

Владение выпускником соответствующими итоговыми компетенциями является результатом личностной и профессиональной трансформации студента в ходе всего процесса обучения в вузе. Это позволяет выдавать документ об образовании, который характеризует компетентность его владельца, то есть его личностное и профессиональное отношение к предмету деятельности, а также определяет звание, должность, социальную группу, общность интересов и взглядов профессионалов. Трансформации требуют создания определенных факторов и условий развития личностных и профессиональных компетенций. Эти факторы и условия принято называть образовательной средой [7]. Ее содержательные, коммуникативные и методические компоненты развиваются в открытом многоуровневом пространстве современного высшего образования – от международного – до локального, а условия варьируются от традиционных лекций и семинаров до интерактивных образовательных сайтов, порталов и блогов. В вузах, представляющих собой сегодня в основном открытую образовательную среду, условия обучения должны согласовываться субъектами образовательного процесса в учебном контракте, чтобы снизить такие информационные риски, как плагиат или отсутствие навыка анализа потоков информации.

### **Составляющие учебного контракта**

Так как учебный контракт вуза представляет собой соглашение между основными субъектами образовательной среды с определением их ролей и ответственности за учебный процесс, он по сути является договоренностью о трансформационном предложении вуза – предложении, имеющем для студента отсроченную экономическую стоимость в виде впечатлений от оказанных вузом услуг [10, с.232]. Однако существование контракта не означает автоматического понимания студентом экономической ценности предлагаемых академических услуг, если впечатления от их получения не затрагивают его ожиданий и не приближают к поставленной цели [4, с. 66-73]. Поэтому учебный контракт должен быть ясным и понятным для студентов изложением его составляющих: профессиональных стандартов, учебной среды, результатов обучения, системы управления обучением в вузе (рис. 1).

Представляется целесообразным, чтобы в системе управления обучением в вузе разработка учебного контракта осуществлялась во время набора и приема в вуз, в течение учебного процесса и после оценки его результатов. Все участники учебного процесса – и потребители образовательных услуг вуза, и его агенты в лице преподавателей и административно-управленческого аппарата принимают на себя обязательства вести соответствующую их статусу деятельность, в оговоренных условиях учебной среды, которая формируется в соответствии с нормами и правилами вуза. Поскольку условия осуществления учебной деятельности могут изменяться в связи с изменениями профессиональных стандартов, в контракте следует предусмотреть отражение этих изменений.

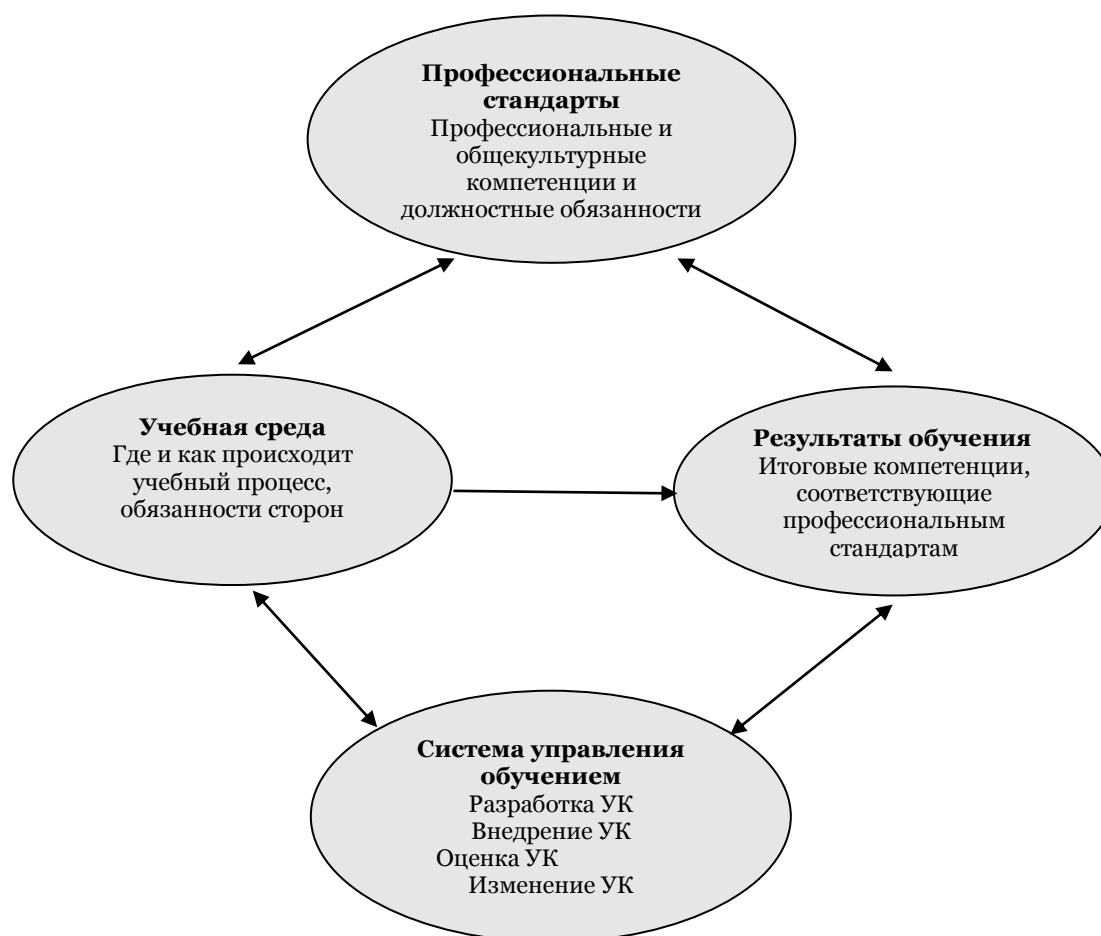


Рис. 1. Составляющие учебного контракта (УК)

Тогда контракт позволит студентам эффективнее осуществлять планирование и сопоставление результатов обучения с поставленными ими целями, а преподавателям и администраторам – использовать учебный контракт и для оценки качества освоения учебной программы, и для мониторинга и оценки своей деятельности. Контрактные отношения позволяют им уже во время текущей, промежуточной и итоговой аттестаций выявить сильные и слабые стороны учебных программ, а также методик преподавания, являющихся частью контракта.

Образовательная среда вуза существует в нескольких уровнях – от организационного уровня внутренней среды (лекции, семинары, проекты, коллоквиумы, блоги) – до глобального (открытые академические ресурсы Интернет, подкасты, сети). Так как возможны противоречия целеполагания субъектов контракта, возникающие и в связи с неопределенностью внешней среды и из-за различной психологической реакции субъектов на одни и те же события, в процессе обучения могут появляться спонтанные и неопределенные ожидания и новые планы субъектов [8, с.93]. Эти противоречия разрешаются проактивным управлением изменениями в целеполагании сторон и отражаются в поправках и дополнениях к контракту, корректирующих и актуализирующих прежние договоренности. При условии учета экстерналий на современном рынке академических услуг учебный контракт может применяться в системе управления обучением в вузе и для прогнозирования результатов учебного и образовательного процессов.

#### **Функции учебного контракта вуза.**

Рассмотренные нами категории учебного контракта позволяют выделить четыре основные функции, которые позволяют использовать его для управления учебным процессом: институциональную, формирования целей субъектов, влияния на цели и

планы субъектов, информирования, мониторинга и контроля над результатами освоения учебных программ.

*Институциональная* функция учебного контракта определяет нормы и правила существования образовательной среды вуза, а также фиксирует сложившиеся представления сторон о своих целенаправленных действиях, которые они планируют и осуществляют в данной среде с учетом ее возможностей и ограничений. Институциональность контракта обеспечивается его инициатором – вузом и договоренностью между субъектами учебного процесса о том, что, как и когда студенты будут изучать.

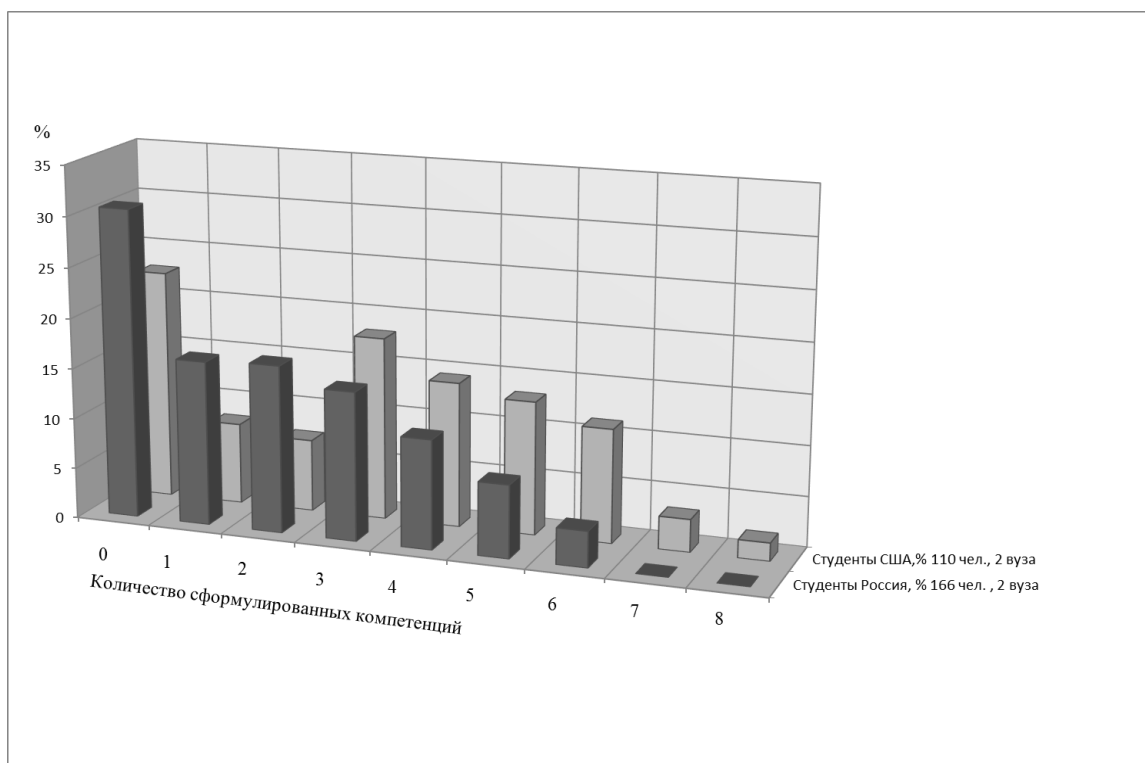


Рис. 2. Результаты опроса студентов, сформулировавших свои итоговые профессиональные компетенции как результат образования

Помимо регулирования и регламентирования, контракт выполняет задачу контроля над процессом формирования правил, что может приводить к конфликту интересов сторон. Такие распределительные конфликты снимаются постоянным согласованием интересов.

Функция *формирования целей субъектов* прослеживается от набора, зачисления – до получения степени бакалавра и магистра. По сути в течение всего образовательного процесса продолжается сотрудничество сторон контракта по поводу согласования интересов, преодоления разногласий и ограничений, затрудняющих исполнение, а также изменение контракта. Изменения могут исходить от одной из сторон контракта, но не восприниматься другими сторонами. Только 10,85% студентов эффективных вузов Волгограда – против 14, 37% студентов американских университетов в исследовании П. Гудмана и Дж. Бинана (рис.2) [16, р.36] понимают меру своей ответственности за обучение и могут сформулировать по 2 итоговые общекультурные и 2 профессиональные компетенции из 8 прописанных в рабочих программах для своей специальности. Это говорит о несоответствии между провозглашаемыми агентами вуза образовательными и организационными ценностями и их интериоризацией студентами. Такие различия становятся основой для изменений в контрактных отношениях сторон образовательного процесса. Благоприятным эффектом таких изменений можно считать трансформацию

потребителей образовательных услуг в «новых студентах» с навыками целеполагания и определения собственной позиции в вузе и за его пределами. Для этого агенты вуза формируют экономическое предложение в виде впечатлений от основных составляющих учебного контракта: учебной среды, итоговых компетенций (результатов обучения) и системы управления образовательным процессом.

Функция *влияния на цели и планы субъектов* заключается в трансформации студента из пассивного потребителя услуг в активного создателя собственного смысла учебного процесса, в котором агенты вуза помогают в интеллектуальных поисках, ведущих к конкурентоспособности выпускников. Согласовывая условия экономического предложения трансформации в квалифицированного специалиста, вуз обращается к базовым потребностям студента овладеть профессиональными компетенциями. Так как результатом трансформации будет сам выпускник, понимание сторонами ценности трансформационного предложения вуза позволяет интенсифицировать учебный процесс, сделать его интерактивным [10, с.211], а студента – ответственным за его результат наряду с преподавателем.

*Мониторинг и контроль над результатами освоения учебных программ* осуществляется на основе условий, норм, правил и санкций, прописанных в учебном контракте. Эта функция позволяет снижать неопределенность, возникающую в учебном процессе, например, некорректно сформулированных целей абитуриентов и сравнивать их ожидания с полученными результатами на каждом этапе образовательного процесса.

Ввиду сложности согласования интересов сторон, их постоянное взаимное *информирование* о любых изменениях намерений и предпочтений имеет ключевое значение для эффективности контракта. Для своевременного внесения в контракт поправок и изменений представляется целесообразным создать информационную систему учебного контракта (рис 3), которая позволит управлять поведением субъектов и избежать обычных рисков учебного процесса: невыполнения домашних заданий, отсутствия рефлексивных навыков освоения учебного материала, а также кризиса доверия между сторонами, результатом которого может быть их оппортунистическое поведение.

### **Информационная система учебного контракта**

Информационная система учебного контракта представляет собой взаимосвязанную совокупность средств, методов и персонала, используемых для хранения, обработки и выдачи информации для достижения цели управления образовательным процессом. Большинство современных информационных систем преобразуют не информацию, а данные, то есть являются по сути системами обработки данных [2]. В отличие от них, информационная система учебного контракта, созданная на базе сайта или портала вуза направлена на поддержку принятия решений по поводу согласования целеполагания и ожиданий его субъектов от выбранных ими образовательных программ, а также на информирование студентов о требованиях рынка к компетентности специалистов. Структура учебного контракта создается на основе внесенных в информационную систему знаний о предметной области рынка труда.

Поскольку сегодня на рынках труда наиболее востребованы компетенции, которые обеспечивают решение сложных задач, фирмы и организации заинтересованы в специалистах, способных справиться с проблемами, не имеющими стандартных алгоритмов решения. Для подготовки таких специалистов необходимы не только учебные программы, максимально приближенные к требованиям рынка труда, но и гарантия качества образовательного процесса, которая подкрепляется прежде всего ответственностью сторон за его результаты.

Обеспечивая процедуру принятия решения по формированию программы подготовки специалиста, информационная система учебного контракта знакомит студента с компетенциями выбранной профессии, востребованными на рынке труда. Она состоит из блока ввода информации, блока формирования репозитория знаний: базы данных об учебных программах, базы знаний и итоговых компетенций как ожидаемых результатов их освоения; а также учебных программ и актуальной информации о состоянии рынка труда, отраженных в учебном контракте.

Блок ввода информации системы обеспечивает заполнение базы данных о рынке труда и образовательной среде заинтересованными пользователями – работодателями и агентами вуза. Эксперты проводят экспертизу первичной информации, дополняя ее профессиональными стандартами и экспертными данными. Студент имеет возможность выбрать программу подготовки по профессии, востребованной рыночной средой и ознакомиться с набором компетенций, определяемых работодателями и агентами вуза, но и следить за изменениями профессиональных стандартов.

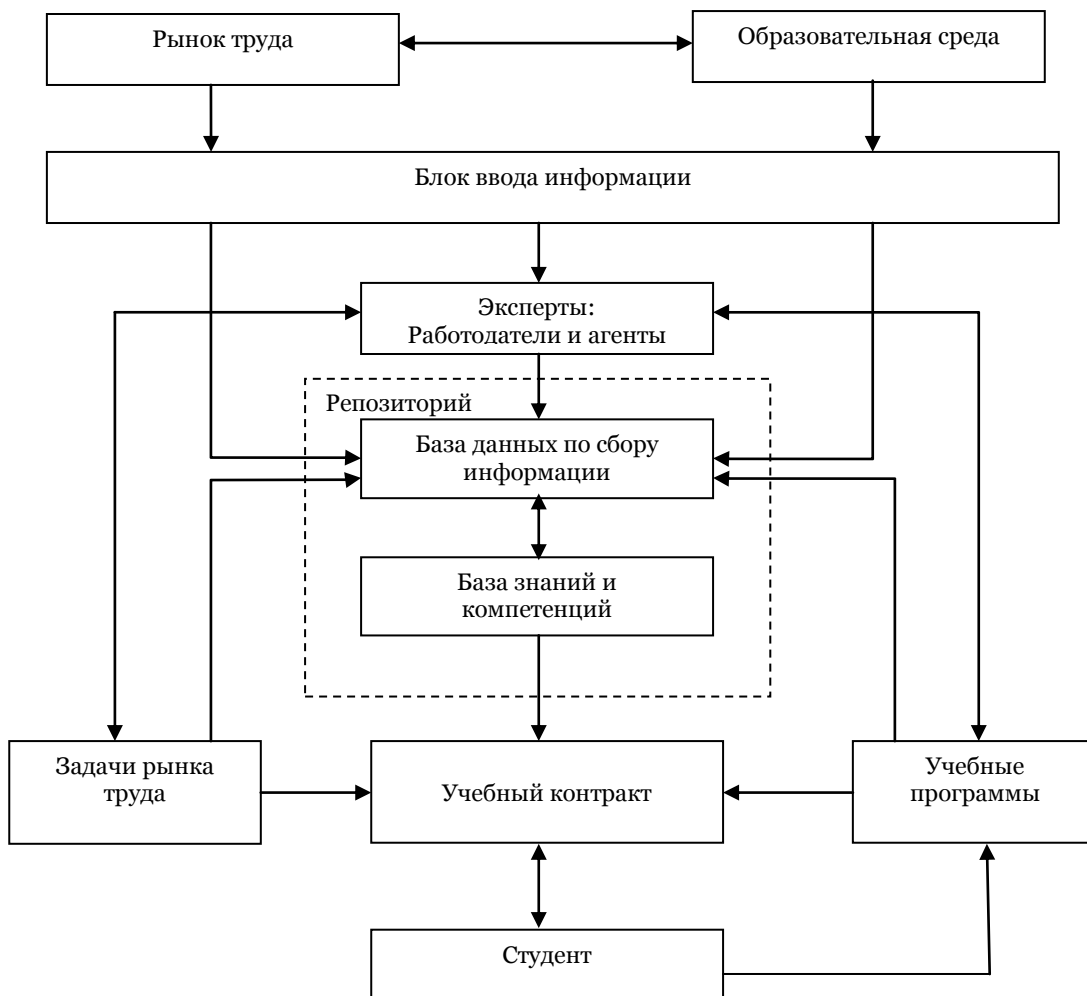


Рис. 3. Информационная система учебного контракта

Блок формирования репозитория знаний предполагает содержательный анализ и дополнение экспертной информацией экспертами в области рынка труда и образовательной среды, а также обозначение значимых факторов их взаимосвязи.

Используя актуальную информацию репозитория знаний о долгосрочных и краткосрочных задачах рынка труда, а также о необходимых компетенциях для их решения, отраженных в учебных программах, студент может определять и корректировать свои цели и ожидания от обучения по выбранной специальности.

### Заключение

Таким образом, в качестве институционального инструмента учебный контракт имеет ряд важных характеристик. Во-первых, он позволяет снизить риски достаточно общих ожиданий студентов от получения высшего образования и повысить их мотивацию иметь профессиональные и личностные компетенции, востребованные на рынке труда. Учебный контракт содержит обоснованные ожидания сторон, согласованное, понятное и

разделяемое ими понимание результатов и условий, норм и правил освоения образовательных программ, а также описание ожидаемых результатов обучения (компетенций) и образовательной среды, в которой осуществляется учебный процесс.

Во-вторых, в контракте имеется механизм реализации ожиданий студентов – от момента их зачисления до выпуска. Вузы могут создавать такие учебные контракты, которые будут отражать уникальные ценности их организационной культуры, сравнительные преимущества и одновременно служить инструментами управления образовательным процессом.

В-третьих, он создает основу для отчетности, оценки и самооценки сторон, что способствует накоплению необходимых показателей для аттестации вуза и его рейтинга как в органах управления высшим образованием, так и среди работодателей. Оценка вуза с точки зрения добавленной стоимости, выраженной в положительных результатах освоения его образовательных программ сама по себе может стать методом измерения его эффективности.

В-четвертых, учебный контракт может быть интеграционным инструментом в вузе. В большинстве вузов участники и создатели образовательных программ существуют автономно, отчитываясь за организацию и результаты учебного процесса только по своей дисциплине, или же единолично руководят всей учебной программой. Интеграция кафедр на уровне учебных программ ограничивается перепиской по поводу отдельных дисциплин. Поэтому матричная структура управления формированием учебных программ представляется наиболее целесообразной, так как позволяет закрепить взаимосвязь создателей учебных программ, не ограничивая их личной творческой свободы.

В-пятых, достоинством учебного контракта является его гибкость. В случае необходимости управления возникающими во внутренней и внешней среде вуза изменениями, в контракт могут вноситься необходимые поправки. Их своевременное согласование сторонами возможно с помощью информационной системы учебного контракта, которая содержит актуальную базу данных о профессиональных стандартах и востребованных на рынке труда компетенциях по избранной студентом специальности.

Учитывая все возможности учебного контракта, он может стать действенным инструментом управления образовательным процессом в вузе как для образовательных менеджеров, так и для преподавателей. Этот инструмент может использоваться для повышения качества впечатлений от экономического предложения образовательных услуг вуза, мотивации сотрудничества кафедр и концентрации внимания создателей образовательных программ на всей матрице курсов, их взаимовлиянии и взаимосвязи, а также на создании образовательной среды, способствующей обучению, ориентированному на актуальные профессиональные стандарты.

### Список литературы

1. Воронин, А.А. Анализ содержания университетской подготовки ИТ-специалистов на основе федеральных государственных образовательных стандартов с позиций профессиональных ИТ-стандартов / А.А. Воронин, А.А. Васильченко, А.В. Зенович, С.А. Солодков, Т.В. Штельмах, О.Н. Масюкова // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 6: Университетское образование. № 14. С. 50-61.
2. Гайдамакин, Н.А. Автоматизированные информационные системы, базы и банки данных / Н.А. Гайдаманкин. – М: Гелиос АРВ, 2009.
3. Давыденко, Т.М. О кластерном подходе к формированию профессиональных компетенций / Т.М. Давыденко, Е.Г. Жилияков // Высшее образование в России. 2008. №7. С. 69-75.
4. Дудина, И.А. Впечатления как условие потребления услуг высшей школы / И.А. Дудина // Научные ведомости БелГУ. Серия: История. Политология. Экономика. Информатика. 2012. № 7(126) Вып.22/1. С.66-73.
5. Дудина, И.А. Международное сотрудничество вузов: институциональный аспект / И.А. Дудина. – Волгоград: Волгоградское научное издательство, 2005.
6. Жилияков, Е.Г. Об использовании метода парных сравнений для принятия решений при оценивании уровня профессиональных компетенций обучаемых / Е.Г. Жилияков, С.В. Игрунова, С.Н. Девицина, Н.П. Путивцева, С.В. Мединцева, Ю.г. Чашин // Научные ведомости БелГУ. Серия: История. Политология. Экономика. Информатика. 2008. № 10(50). Вып. 8/1. С. 65-73.



7. Кулюткин, Ю. Образовательная среда и развитие личности / Ю. Кулюткин, С. Тарасов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://znanie.org/journal/n1\\_01/obraz\\_sreda.html](http://znanie.org/journal/n1_01/obraz_sreda.html).
8. Лахманн, Л.М. Методологический индивидуализм и рыночная экономика / Л.М. Лахманн. – М.: Экономика, 1969.
9. Лукашенко, М.А. Рыночные отношения в системе образования России / М.А. Лукашенко. – М. ИНИОН РАН, 2001.
10. Пайн Б. Дж.П. Гилмор Дж Х. Экономика впечатлений / Пайн Б. Дж.П. Гилмор Дж Х. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005.
11. Послание Президента Федеральному Собранию 12 декабря 2013. Российская Газета 13.12.2013.
12. Учебный контракт как форма договора преподавателя со студентами. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.hse.ru/org/hse/ikt/news/62267362.html>; [ioc.rybadm.ru/universitet/u4\\_kontrakt.doc](http://ioc.rybadm.ru/universitet/u4_kontrakt.doc).
13. Ходжсон Дж. Экономическая теория и институты / Дж. Ходжсон. – М.: «ДЕЛО», 2003.
14. Хэнди Ч. Время безрассудства. Искусство управления в организации будущего / Ч. Хэнди. – СПб. ПИТЕР, 2001.
15. Goodman P.S. Organizational learning contracts and management education / P.S. Goodman, G. Beenan // Academy of Management Learning & Education. Vol.7. № 4. Academy of Management, 2008.
16. Goodman P.S. Organizational Learning Contracts: New and Traditional Colleges. Oxford University Press, 2011.
17. OECD skills outlook 2013. First results from the survey of adult skills, OECD 2013. P.23.
18. Industry outlook: US higher education negative outlook in 2013/ Moody's Investor's Service 2013.

## **MANAGING THE EDUCATIONAL PROCESS WITH THE LEARNING CONTRACT**

**I.A. DUDINA<sup>1</sup>**  
**N.V. BUKHANTSEVA<sup>2</sup>**

*Volgograd State University*  
*Volgograd*

<sup>1)</sup> e-mail:  
*dudina777@gmail.com*

<sup>2)</sup> e-mail:  
*nina.buhantseva@volsu.ru*

The paper deals with the relevance of introducing the learning contract in Russian universities as an institutional management tool, enhancing the quality of competence-oriented academic services. The authors explain how proactive formulation and sharing of learning expectations by students and institutional agents can reduce the risks of their opportunistic behaviours and improve liability for the results of the education process.

The authors prove that a learning contract manifests a shift to a new transformational learning process complied with professional standards and National Qualification System that meet the labour market needs.

Key words: learning contract, educational environment, academic service, education process management, institutional agents, information system, educational environment, transformation, competencies, professional standards, labour market.



## АКТУАЛЬНАЯ ТЕМА

УДК 336.14.332.1

### БЮДЖЕТНАЯ СТРАТЕГИЯ РЕГИОНА В НОВЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РОССИИ

**М.В. СЕМИБРАТСКИЙ**

*Белгородский  
государственный  
национальный  
исследовательский  
университет  
г. Белгород*

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

В статье выявлена сущность понятия бюджетной стратегии региона. Определены приоритетные цели и задачи разработки долгосрочного финансового плана развития территорий. Уточнены основные этапы и процесс разработки бюджетной стратегии. Предпринята попытка определения комплекса принципов стратегического планирования.

Ключевые слова: бюджетная стратегия, экономическое развитие региона, бюджетно-налоговая политика, принципы стратегического планирования, государственные программы.

На современном этапе развития экономики все большее значение уделяется регионам. С одной стороны, законодательно подчеркивается необходимость выравнивания социально-экономических уровней всех территорий страны, с другой же – государство пытается наделить субъекты экономической автономностью, стимулировать их к самостоятельности в формировании доходов регионального бюджета.

Безусловно, в условиях ограниченности ресурсов все больше требований предъявляется к результативности расходования бюджетных средств. Данная тенденция и стала предпосылкой формирования системы стратегического бюджетного планирования как на федеральном, так и на региональном уровне. Документом, призванным увязать долгосрочные цели и ориентиры социально-экономической политики с оперативными, текущими расходами, программами и мероприятиями, должна стать бюджетная стратегия региона.

Следует отметить, что в настоящее время в экономической литературе не дается однозначного толкования термину «стратегия», который возможен для рассмотрения в качестве инструмента долгосрочного социально-экономического развития. По нашему мнению, необходимо уточнить сущность данного понятия. Согласно работам А.В. Бандурина достаточно трудно дать однозначное определение понятию «стратегия», поскольку оно настолько многозначно, что даже при незначительном изменении угла зрения на него картина меняется весьма существенно [3]. Большое количество ученых рассматривают стратегию, с другой стороны, как инструмент управления развитием организации. Так, по мнению М. Портера, стратегия есть обоснованная формула того, как бизнес собирается конкурировать, какие у него должны быть цели и какую политику можно проводить, чтобы достичь этих целей [6]. В работе М. Мескона, М. Альберта и Ф. Хедоури приводится толкование стратегии как детального всестороннего



комплексного плана, предназначенного для обеспечения осуществления миссии организации и достижения ее целей [5].

Согласно проекту Федерального закона «О государственном стратегическом планировании» долгосрочная бюджетная стратегия Российской Федерации – документ, определяющий систему научно обоснованных представлений об обеспеченности бюджетной системы РФ финансовыми ресурсами, необходимыми для достижения целей социально-экономического развития, определенных в концепции долгосрочного развития Российской Федерации [1]. По нашему мнению, необходимо рассматривать бюджетную стратегию как совокупность научно обоснованных инструментов, с помощью которых можно наиболее точно спрогнозировать динамику развития экономических показателей бюджета и увязать долгосрочные программы развития с имеющимися финансовыми ресурсами. Уместно рассматривать бюджетную стратегию региона как набор методов, с помощью которых отношения, принципы и функции бюджетов можно реализовать на практике [7].

Общей целью разработки бюджетной стратегии является разработка процедур по совершенствованию бюджетной и налоговой политики, повышение качества предоставляемых государственных услуг, наращивание позитивных эффектов от использования государственных финансов на долгосрочную перспективу. В свою очередь, некоторые ученые полагают, что целью разработки бюджетной стратегии РФ является финансовое обеспечение достижения установленных в концепции долгосрочного развития России приоритетов и целей с учетом возможностей бюджетной системы [4]. Проанализировав мнение исследователей, можно предположить, что целью разработки бюджетной стратегии территорий является оптимизация бюджетно-налоговой политики региона, взаимоувязка оперативных задач с целями стратегического развития, а также повышение эффективности использования денежных ресурсов в рамках реализации государственных программ. Для достижения основных приоритетных направлений экономической модели, указанных выше, необходимо решить ряд основополагающих задач:

- \* обеспечение устойчивого социально-экономического развития территорий;
- \* удлинение горизонта стратегического планирования с целью увязки краткосрочных приоритетов со стратегическими целями бюджетной политики;
- \* повышение эффективности реализуемых государственных программ;
- \* анализ состояния и перспектив реализации доходной и расходной части региональных финансов;
- \* разработка вариантов реализации бюджетно-налоговой политики на долгосрочный период с учетом особенностей изучаемых территорий;
- \* обеспечение прозрачности и общедоступности информации по осуществлению расходных операций.

В настоящий момент разработкой бюджетной стратегии России занимается Министерство Финансов РФ. Подготовку данного проекта прогнозировали в конце 2013 года, однако, из-за комплексного характера данного документа законопроект увидит свет лишь в середине 2014 года. В свою очередь, только несколько регионов России разработали собственный план долгосрочного финансового развития. Отметим, что структура бюджетной стратегии может содержать цель и задачи финансовой политики с учетом особенностей экономического развития региона. Также, при разработке долгосрочной стратегии необходимо провести анализ бюджетной политики, проводимой в конкретном субъекте федерации, и отразить состояние региональных финансов. С учетом сложившейся практики регионального долгосрочного планирования выделяют несколько составных частей бюджетной стратегии. Во-первых, подводятся итоги бюджетной политики в области за прошедшие 3-5 лет. Увеличение сроков анализируемого периода позволит более точно отразить в сложившейся системе региональных финансов тренд и, как следствие, поспособствует более эффективному целеполаганию долгосрочного плана развития. На данном этапе проводится изучение доходной и расходной составляющих бюджета, анализируются ключевые проблемы финансовой политики субъекта. Во-вторых, определяются условия развития



региональной экономики на прогнозируемый срок. В-третьих, выявляются приоритетные направления бюджетной политики территорий на плановый период. В разработанных стратегиях таковыми являются: совершенствование налоговой политики, здравоохранение, образование, государственные инвестиции и инфраструктура и так далее [2].

На заключительном этапе приводится прогноз основных параметров бюджетной системы области на весь срок планирования с разбивкой по годам. Ключевым индикатором в данной части стратегии является сбалансированность бюджета, которая представляет собой паритетное соотношение между доходными и расходными статьями бюджета.

В имеющихся на данный момент финансовых стратегиях субъектов Российской Федерации уделяется внимание только позитивным прогнозам становления территорий. По нашему мнению, целесообразно составлять как оптимистический, так и пессимистический сценарий развития экономики региона. Основные этапы разработки бюджетной стратегии, а также их примерное содержание можно представить в таблице.

Таблица

**Содержание этапов бюджетной стратегии региона**

Раздел стратегии	Содержание раздела
Итоги бюджетной политики региона	<ul style="list-style-type: none"> <li>– изменения в налоговом законодательстве;</li> <li>– структура налоговых доходов консолидированного бюджета региона;</li> <li>– расходы бюджетной системы;</li> <li>– инвестиции из бюджета;</li> <li>– социальная политика;</li> <li>– энергоэффективность.</li> </ul>
Условия развития региональной экономики на плановый период	<ul style="list-style-type: none"> <li>– направления развития экономики территории по отраслям;</li> <li>– задачи социально-экономического развития.</li> </ul>
Приоритетные направления бюджетной политики	<ul style="list-style-type: none"> <li>– совершенствование налоговой политики;</li> <li>– повышение качества предоставляемых образовательных и медицинских услуг;</li> <li>– совершенствование механизма оплаты труда в бюджетном секторе;</li> <li>– увеличение положительного эффекта от государственных инвестиций;</li> <li>– оптимизация государственных расходов.</li> </ul>
Прогноз основных параметров бюджетной системы	<ul style="list-style-type: none"> <li>– оптимистический сценарий развития экономики субъекта, который, в свою очередь, включает:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ прогноз доходов бюджетной системы;</li> <li>➤ прогноз расходов бюджетной системы</li> <li>➤ сбалансированность системы региональных финансов.</li> </ul> </li> <li>- пессимистический сценарий развития экономики субъекта, который включает:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ прогноз доходов бюджетной системы;</li> <li>➤ прогноз расходов бюджетной системы</li> <li>➤ сбалансированность системы региональных финансов.</li> </ul> </li> </ul>

Заметим, что, по нашему мнению, в сложившейся практике долгосрочного финансового планирования не учтен такой важный этап, как взаимоувязка государственных программ развития территорий с обеспеченностью денежными ресурсами. Отсюда следует, что процесс формирования бюджетной стратегии субъекта можно представить в виде следующего процесса.



Рис. Процесс разработки бюджетной стратегии региона

Определение принципов стратегического планирования является неотъемлемой частью разработки долгосрочной бюджетной стратегии. Проанализировав комплекс принципов, рассмотренных в научных трудах, можно выделить те, которые соответствуют долгосрочному финансовому планированию:

- принцип научной обоснованности. Заключается в требовании, чтобы все решения принимались на базе научных методов и подходов, отвечающих целям исследования;
- принцип целенаправленности. Обосновываются приоритетные направления экономического развития и результаты стратегического выбора. При этом осуществляется увязка целей с имеющимися ресурсами;
- принцип социальности. Предполагает повышение уровня жизни, а также защиту интересов населения как результат стратегического целеполагания;
- системность. При разработке бюджетной стратегии субъекта необходимо учитывать все экзогенные и эндогенные факторы;
- принцип адаптивности. Определяет возможность при разработке и реализации финансового плана развития учитывать изменения внешней среды и эффективно на них реагировать;
- принцип вариантности. Означает, что при стратегическом прогнозировании необходимо учитывать как инерционный, так и инновационный вариант развития экономики региона;
- принцип легитимности. Обязательность рассмотрения и принятия бюджетной стратегии региона органами представительской власти соответствующего уровня;
- принцип эффективности. Суть данного принципа заключается в обосновании того, что сформированный набор целей экономического развития, а также способов их достижения, обеспечит наилучший результат при наименьшем уровне затрат;
- баланс интересов. Применяется при выборе стратегических целей. Предполагает соблюдение интересов власти, бизнеса, профессиональных и общественных групп населения;
- принцип инновационности. Обуславливает применение научных инноваций в области исследования проблем социально-экономического развития и стратегического планирования.

Таким образом, разработка бюджетной стратегии региона представляет собой многомерный процесс, который должен быть структурно определен и основан на ряде установленных и научно обоснованных принципов. В свою очередь, реализация данного плана будет сопряжена с обоснованностью принятия управленческих решений и эффективностью расходования бюджетных средств. Достижение поставленных перед региональной экономикой целей, закрепленных в стратегии, должно стать индикатором успешного территориального развития.

### Список литературы

1. Проект Федерального закона «О государственном стратегическом планировании» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=PRJ;n=98798> (дата обращения 25.02.2014).
2. Бюджетная стратегия Камчатского края [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kamchatka.gov.ru> (дата обращения 5.03.2014).
3. Бандурин, А.В. Стратегический менеджмент организации / Бандурин А.В., Чуб Б.А. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.cfn.ru/management/chub/> (дата обращения 27.02.2014).
4. Лисин, Н.В. Методологические вопросы разработки региональной бюджетной стратегии / Н.В. Лисин / материалы доклада от 21.05.2013., Москва.
5. Мескон, М. Основы менеджмента / Мескон М., Альберт М., Хедоури Ф. – М.: Дело, 1992. – 256 с.
6. Портер, М. Международная конкуренция / Портер М. – М.: Международные отношения, 1993. – 360 с.
7. Семibrатский, М.В. Бюджетная стратегия как инструмент управления развитием региона / Семibrатский М.В. // Научные ведомости БелГУ. 2013. №15 (158), вып. 27/1. С. 5-8.

## REGIONAL BUDGET STRATEGY IN THE NEW RUSSIAN ECONOMIC TERMS

**M.V. SEMIBRATSKY**

*Belgorod State National  
Research University  
Belgorod*

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

The content of the notion of regional budget strategy was found in this article. The priority purposes and tasks of the planning long-term financial plan for the development of territories were defined. The article contains basic stages and budget strategy operation process. Also the attempt of determination of the set of principles of strategic planning was made.

Keywords: budget strategy, regional economic development, budget-tax policy, principles of the strategic planning, government programs.



УДК 911.3+711

## РАССЕЛЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ КАК ОСНОВНОЙ ФАКТОР В РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ «РАЙОН-ПАРК»

**Ф.Н. ЛИСЕЦКИЙ<sup>1</sup>**  
**Н.В. ЧУГУНОВА<sup>2</sup>**

*Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет  
г. Белгород*

<sup>1)</sup> e-mail:

*Liset@bsu.edu.ru*

<sup>2)</sup> e-mail:

*Chugunova@bsu.edu.ru*

В статье дана оценка основным результатам и определены главные тренды развития расселения населения. Использование статистических методов и геоинформационных систем позволили выявить и визуализировать поляризацию размещения населения в региональной системе расселения. Определен прогноз размещения населения области на среднесрочную перспективу. Для смягчения поляризации расселения, гармоничного существования общества с природной средой предложено перейти к геопланированию на основе концепции «Район-Парк».

Ключевые слова: геопланирование, расселение, сжатие пространства, динамика численности, окружающая среда, концепция «Район-Парк».

### Постановка задачи

В условиях сложившихся в России форм рыночных отношений и общественной жизни во многих сельских муниципальных образованиях (МО) и небольших городах образовалась системная кризисная ситуация. Кризис включает деградацию их экономической и социальной базы, сложную демографическую и экзистенциальную (поселенческую) ситуацию, обострение экологической обстановки и неэффективные механизмы управления. Он негативно сказывается на социальной и экологической устойчивости развития сельских сообществ, ущемляет интересы будущих поколений.

Необходима рациональная территориальная организация окружающей среды, в которой должны быть гармонизированы природные, экономические и социально-демографические процессы. Это можно сделать в результате реализации разных видов геопланирования. Впервые в России для территории всего субъекта страны проводится геопланирование на бассейновых принципах, основанное на разработанной в Белгородской области концепции бассейнового природопользования [6, 1]. Известно, что для муниципальных образований области разработаны схемы территориального планирования (СТП). Проектная часть схем территориального планирования и проектов бассейнового природопользования имеет принципиальные отличия, так как различными являются цели разработки самих проектов и применяемые методы. В то же время проекты бассейнового природопользования органично дополняют схемы территориального планирования территории в части, касающейся вопросов природопользования, но слабо учитывают изменения в характере и конфигурации расселения региона, которые серьезно влияют на пространственную организацию и эффективность экономики.

Мы считаем, что проблемы территориальной организации общества, обеспечение сбалансированного регионального развития, создание и поддержание полноценной жизненной среды для населения можно решить путем геопланирования на основе концепции «Район-Парк», которая определяет комплекс мер социально-экономического, правового и административно-управленческого характера, обеспечивающих экологически оптимальное развитие МО при минимальном воздействии на окружающую среду. Геопланирование предлагается рассматривать и как конструктивно-прикладное научное направление, и как системный процесс рациональной территориальной организации общества, и как управленческую технологию. Геопланирование как системный процесс рациональной территориальной организации общества невозможно

представить без средне- и долгосрочного прогнозирования социально-экономических и эколого-хозяйственных ситуаций.

Неотъемлемой частью территориальной организации общества является система расселения населения. Она же подверглась, в силу разных причин, значительной трансформации и будет изменяться в будущем. Трансформация расселения – это закономерный процесс эволюции расселения, вызванный изменениями в экономической, социальной, инфраструктурной, рекреационной и других сферах. Эти изменения, в свою очередь, меняют условия и общепринятые стандарты жизни, представления о ее качестве, приводя к разнонаправленным миграционным процессам и, в конечном итоге, к структурным сдвигам и поляризации в расселении. Поэтому в стратегическом планировании территориального размещения любых значительных объектов и инвестиций следует учитывать процессы изменений в системах расселения как регионального, так и муниципального уровней.

Ранее проведенные исследования [18] показали, что структурные сдвиги в системе расселения проявляются и в относительно благополучном в социально-экономическом отношении субъекте РФ – Белгородской области. Этот регион, как и любой иной в стране не гомогенное образование, его внутрирегиональные различия определяются специализацией экономики, степенью удаленности от центра и основных осей развития. Поддержание пространств так называемой Периферии всегда было и, видимо, останется большой проблемой регионов и нужны поиски путей решения возникающих вызовов с привлечением специалистов разного научного и практического направлений.

Наше исследование – результат совместных исследований представителей разных блоков географической науки – общественной географии и Наук о Земле. Мы считаем, что интегрированный подход исследователей к решению проблем будущей пространственной организации регионов позволит определить варианты оптимизации происходящих изменений.

**Актуальность** темы исследования вызвана необходимостью научного анализа и прогноза территориального развития расселения в муниципальных образованиях Белгородской области в концепции «Район-Парк», направленной на экологизацию экономики области.

**Объект исследования** – региональная система расселения Белгородской области в системе «Район-Парк».

**Предмет исследования** – процессы, условия и факторы, приводящие к перераспределению населения по территории, трансформации расселения и его поляризации, инструменты и механизмы экологизации территории.

**Основными задачами работы** являются оценка основных результатов, выявление и исследование главных трендов в изменении численности населения, развитии системы сельского расселения Белгородской области для определения инструментов и механизмов эффективного существования общества с природной средой, обозначение комплекса мер по гармонизации на территории области разнонаправленных процессов и оптимизации происходящих изменений.

**Основные методы и источники.**

*Информационной базой* исследования послужили опубликованные материалы переписей населения 1989, 2002 и 2010 гг. и текущего учета по Белгородской области, Росстата [2, 8, 11, 14] результаты собственных исследований (в сентябре 2011 г., с использованием бассейновой концепции, позволившей выявить особенности жизнедеятельности населения на уровне отдельных сельских населенных пунктов).

*Основные методы и подходы.* Основным методологическим подходом был системный, в соответствии с которым мы считали, что в основе развития всех видов и типов социальных территориальных систем лежат их самоорганизационные свойства.

Вторым не менее важным подходом был социально-экологический, согласно которому население, общество и окружающая их среда взаимно влияют друг на друга. При этом мы считали, что трансакции должны быть адаптивными и содействовать развитию, достижениям, удовлетворению потребностей и благополучию человека.



*Методы* системно-структурного анализа позволили представить расселение в качестве сложной территориальной многоуровневой системы, а статистические, сравнительно-географические методы предоставили возможность количественного и качественного анализа процессов и явлений.

Для отображения дифференциации демографических, экистических процессов использован автоматизированный пространственный анализ – программные продукты геоинформационных систем (ГИС), позволившие сформировать реальные представления о территории, сложившихся и проектируемых пространственных структурах [12].

Произошедшие изменения в географии населения Белгородской области мы характеризуем картограммами, построенными по административным районам по межпереписным периодам 1979-2010 гг. с учетом административно-территориального деления (АТД). В соответствии с выбранной темой пространственные особенности отражают только расселение сельского населения без учета городского.

### **Основная часть**

Геопланирование как управленческая технология подразумевает создание и поддержку полноценной жизненной среды с целью обеспечения сбалансированного регионального развития, формирование оптимальных условий для решения задач территориального развития и, в конечном итоге, повышения качества жизни населения.

Оценка ситуации за последние десятилетия не позволяет прийти к однозначному выводу о сбалансированном, устойчивом развитии значительной части сельских поселений Белгородской области. Об этом свидетельствуют процессы поляризации не только социально-экономического развития, но и экистического, которые находят свое отражение в усиливающейся концентрации населения в ядрах агломераций и пригородных зонах, измельчении сельской поселенческой сети, росте числа «мертвых» сельских населенных пунктов, падении уровня заселенности староосвоенных районов, заброшенности освоенных территорий.

Расселение Белгородской области, являясь сложной динамичной системой с прямыми и обратными связями, своими закономерностями и проблемами развития, сложилась с учетом исторических, природных, экономических, социальных, демографических и ряда других факторов. Внесла свой существенный «вклад» и урбанизация (под которой мы понимаем не только рост городов и городского населения, но и усложнение городских систем и распространение городского образа жизни на сельскую местность), закономерности развития которой изменили системы городского и сельского расселения [17], а в итоге, и характер, и конфигурацию всей сложившейся региональной системы расселения.

Известные географические исследования сельского расселения, включая разработки одного из авторов [5, 10, 3], свидетельствуют о том, что сельское расселение на данном этапе развивается под воздействием большого числа слабосвязанных факторов, среди которых все большее значение приобретают социальные факторы, повышающие мобильность населения и приводящие к поляризации расселения.

Пространственно-временной анализ расселения за последние сорок лет позволил нам прийти к выводу о проявлении устойчивых закономерностей и особенностей развития в региональной системе расселения. В краткой форме наши выводы по трансформации регионального сельского расселения можно представить в виде следующих положений.

#### ***Усиливается сжатие пространства.***

По мнению Т.Г. Нефедовой [9], понятие «сжатие пространства» («сжатие социального геопространства» по А.И. Трейвиш [15]) — это физическое сокращение освоенных и заселенных территорий. Отметим, что А.И. Трейвиш выделяет еще «сжатие-сближение» — повышение проницаемости пространства, когда благодаря развитию транспорта и информации любая точка становится более доступной и пространство как бы уменьшается [15, С. 167], имплозия (по П. Хаггету [16]). Н.В. Зубаревич считает, что следует говорить о сжатии не только обитаемого, но и экономического пространства [4].



Мы вслед за Т.Г. Нефедовой в данной работе под «сжатием пространства» понимаем физическое сокращение освоенных и заселенных территорий, но заметим, что глобализация и повышение проницаемости территории ускорили процессы сокращения освоенного сельского пространства. Из нескольких показателей, характеризующих сжатие освоенного пространства, мы использовали две группы наиболее наглядных – убыль сельского населения и связанное с этим ухудшение качества социальной среды.

Анализ темпов и направлений изменения численности сельского населения по районам области позволил выделить несколько этапов развития. Выделенные нами этапы (с определенными корректировками) опираются на периоды учета в переписях населения.

*Первый этап.* 1979-1989 годы, предшествовавшие распаду СССР и экономическим реформам, характеризуется повсеместной *убылью* сельского населения еще до кризиса 90-х годов, что наглядно видно на рис. 1.



Рис. 1. Динамика численности сельского населения в 1979-1989 гг.

Уменьшение сельского населения происходило на фоне положительного естественного прироста в результате «великого переселения» сельских жителей в города, преимущественно, своей области, т.е. миграционный отток, превышал результаты естественного прироста. Темпы роста городских жителей были намного выше общего прироста населения, что являлось проявлением закономерностей развития урбанизации с той лишь особенностью, что они были очень высокими в связи с поздним вступлением Белгородской области в процессы урбанизации [19] – низкими стартовыми позициями начала урбанизации.

Таким образом, процессы трансформации сельского расселения были заложены в 70-х годах XX века во время интенсивной индустриализации, освоения КМА, ускоренной урбанизации.

Но проблема не только в количественном уменьшении сельского населения, а в качественном: при таком оттоке населения из поколения в поколение длительное время происходит так называемый отрицательный социальный отбор [10], потому что уезжают, в первую очередь, люди молодые и активные, которые хотят чего-то добиться в жизни. Соответственно, меняется сама сельская социальная среда, она становится менее качественной [10].

*Второй период* (1989-2002 гг.) отражает уже другую, неоднородную, дифференцированную картину изменения численности сельского населения по административным районам в зависимости от предпочтений выбора района проживания и финансовых ресурсов вынужденных переселенцев, сыгравших решающую роль в росте



населения и процесс этот закономерный. Поселения, как живые организмы, стареют и исчезают. Поселения возникают для жизни и хозяйственной деятельности людей, при этом как население, так и его хозяйственная деятельность чрезвычайно динамичны [13]. Количество сельских населенных пунктов в Белгородской области сократилось с 1703 до 1574, т.е. почти на одну десятую часть, а средняя людность – с 369 до 328 человек (на 13 %).

Почти половину населенных пунктов составляют малые по числу жителей – до 100 человек, в то время, как в них проживает всего пять процентов населения области и продолжается измельчение поселенческой сети, что доказывает проведенная нами классическая группировка людности населенных пунктов на даты двух последних переписей населения (мы не приводим ее в работе в силу громоздкости) и построенный на ее основе рис. 3, отражающий динамику распределения сельского населения и населенных пунктов разной величины за двадцать последних лет.

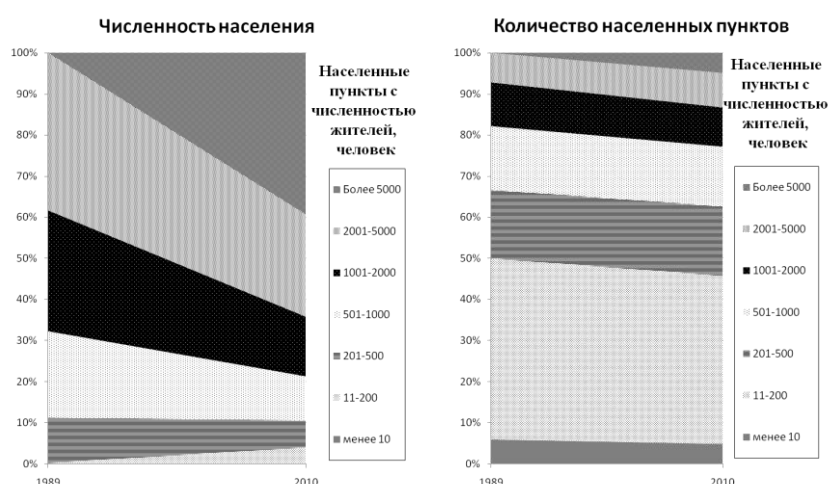


Рис. 3. Распределение сельского населения и населенных пунктов разной величины в Белгородской области, 1989-2010 гг. (рассчитано по [2, 14])

Полученные результаты позволили выявить новые тенденции в развитии сельского расселения и прийти к следующим выводам. 1. Растет число умерших сел, увеличивается разрежение сети поселений с постоянными жителями. 2. Почти неизменными и самыми многочисленными остаются число и удельный вес малых по числу жителей населенных пунктов (до 100 жителей), что затрудняет их благоустройство, социальное обслуживание. 3. Средние по людности населенные пункты, деградируя, превращаются в малые с перспективой пополнения числа обезлюдивших, что в условиях низкого качества благоустройства многих поселений, закрытия малокомплектных школ, фельдшерско-акушерских пунктов, усиливают деградацию поселений и создают новые побудительные мотивы для оттока населения. 4. Ни в одной группе людности населенных пунктов, включая крупные, нет стабильного, устойчивого развития.

**Модель будущего сельской местности.** И так, обжитое и экономически активное сельское пространство области сжалось за пределами городских агломераций в отдельные ареалы, а между ними формируются территории социально-демографической полупустыни. В связи с объективными циклическими процессами развития урбанизации растущая концентрация населения в немногочисленных урбанизированных центрах и ареалах и депопуляция окраинных МО сохраняются.

И переломить ситуацию в ближайшее время вряд ли удастся. Глобализация и информационная пронизываемость пространства лишь усугубляют ее, обнажая несоответствие социальной среды запросам молодежи [9]. Система же сельского расселения тесно связана с динамикой демографических процессов.

Используя математический метода построения моделей и систему автоматизированного проектирования MathCAD, разработана модель развития сельского населения Белгородской области и построена картосхема прогнозной численности сельского населения на 2030 год (рис. 4).

Наибольшее сокращение численности сельского населения и поселений произойдет в Новооскольском, Прохоровском, Красненском и Красногвардейском районах, являющихся передовыми в агропромышленном комплексе Белгородской области.

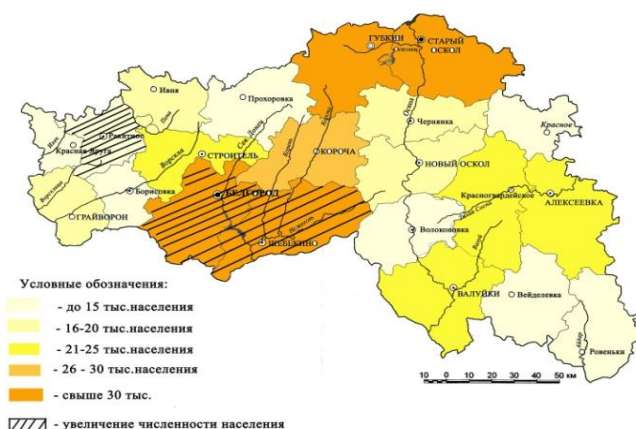


Рис. 4. Прогнозная численность сельского населения на 2030 год

Ухудшение демографической ситуации в сельской местности приведет к тому, что при реализации как старых, так и новых проектов, не будет нужного количества трудового потенциала и поэтому необходимы меры по сохранению сельских населенных пунктов, сельского населения. Начальный спусковой механизм должен быть привнесены мерами государственной политики.

Понимание важности учета природной и экологической составляющей в экономике характерно и для исследователей в области региональной экономики. По мнению О.А. Ломовцевой [7], экономика региона должна восприниматься как сложная, открытая социоприродохозяйственная система, включающая природно-сырьевой комплекс с выделением экологической подсистемы, население (трудовые ресурсы и трудовой потенциал), информационную подсистему (включая региональные структуры управления), производственную и рыночную инфраструктуру, которые непрерывно взаимодействуют друг с другом и объединены в структуру.

Мы считаем, что в территориальном аспекте рациональная организация окружающей среды требует выбора такой единицы геопространства, где могут быть гармонизированы природные, экономические, социально-демографические и экистические процессы. Это может обеспечить интеграцию сельской общины вокруг экономической стабилизации на основе устойчивого использования природных ресурсов. От устойчивого развития муниципальных образований различного ранга и сети их населенных пунктов зависит дальнейшая судьба российского общества и возможности его перехода к инновационной стадии развития.

### Заключение

Проведенное исследование показало, что единое поле сельского расселения в Белгородской области перестало существовать. Оно распалось на две части, резко отличающиеся в демографическом и экистическом отношении: произошло сжатие пространства и оно приобрело выраженные черты поляризованного развития, носящего устойчивый характер. Лишь несколько районов (Центр) остаются устойчивыми в демографическом и экистическом отношении, а остальные муниципальные образования с депопуляцией населения и деградирующей экистической ситуацией могут быть отнесены к Периферии.

Следует полагать, что поляризация в системе расселения станет усиливаться, Периферия расширяться, а в ее пределах скорость общественно-географических процессов станет минимальной, или их вектор будет не совпадать с вектором развития ядер экономической и общественной жизни. Но трансформация (и самоорганизация, саморазвитие) систем расселения не исключает возможности управлять ими. Главными принципами управления должны стать адаптивность, учёт тенденций изменения расселения в соответствии с глубинными закономерностями его развития. Управление расселением должно базироваться на изучении принципов его организации, функционирования и эволюции, прогнозировании сдвигов в расселении, готовности к ним, уменьшении возможных потерь.

Системным процессом рациональной территориальной организации общества может выступить геопланирование, которое позволит создавать долгосрочные системы природопользования на основе регулируемого природно-антропогенного режима с учетом развития систем расселения.

Мы рекомендуем провести инвентаризацию экологического состояния сельских территорий, разработать систему оценочных социально-эколого-экономических критериев, позволяющих решать вопросы обоснованного размещения производительных сил с учетом развития сети сельских населенных пунктов, прогноза численности и территориального размещения сельского населения.

Для создания достойной среды обитания человека необходимо формировать «безотходные» системы расселения и мощные системы экологической компенсации – сетчато-узловые структуры зеленых насаждений, воссоздавать особо ценные и живописные ландшафты и памятники культуры, строить совершенные транспортные коммуникации.

Создание и реализация концепции «Район-Парк» поможет (наряду с другими задачами) снизить издержки поляризации, гармонизировать природные, экономические, социально-демографические и экистические процессы, приблизить Белгородскую область к формированию «зеленой» экономики, повысить устойчивость ее развития на многие десятилетия.

Авторы благодарят Игнатенко С.А. за участие в разработке прогноза численности сельского населения, а также Ситникову О.О. за помощь в подготовке графического материала.

Исследование выполнено при финансовой поддержке внутривузовского гранта Белгородского государственного национального исследовательского университета.

### Список литературы

1. Бассейновый подход к организации природопользования в Белгородской области / Ф.Н. Лисецкий, А.В. Дегтярь, А.Г. Нарожняя, О.А. Чепелев, Я.В. Кузьменко, О.А. Маринина, А.В. Землякова, Ж.А. Кириленко, О.М. Самофалова, Э.А. Терехин, П.А. Украинский / Под ред. Ф.Н. Лисецкого. – Белгород: Константа, 2013. – 89 с.
2. Белгородская область от переписи до переписи. Стат. сб. – Белгород: Белгородстат, 2007. – 48 с.
3. Зайончковская, Ж.А. Динамика расселения в Московском регионе как отражение постсоветских трансформаций / Ж.А. Зайончковская, Г.В. Иоффе // Вопросы географии. Сб. 135: География населения и социальная география / Отв. ред. А.И. Алексеев, А.А. Ткаченко. М.: Издательский дом «Кодекс», 2013. С. 188-223.
4. Зубаревич, Н.В. Пятнистая Россия: агломерации и периферия Поляризация пространства: сопротивляться или адаптироваться? / Н.В. Зубаревич. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://hnu.docdat.com/docs/index-174251.html>.
5. Ковалев, С.А. Избранные труды / С.А. Ковалев. – Смоленск: «Ойкумена», 2003. – 438 с.
6. Лисецкий, Ф.Н. Бассейновая концепция природопользования на сельских территориях Белгородской области / Ф.Н. Лисецкий, А.Г. Панин // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. №1. С. 48-51.
7. Ломовцева, О.А. Совокупный ресурсный потенциал региона: методология определения и измерения / О.А. Ломовцева // Научные ведомости БелГУ. Серия: История, Политология, Экономика, Информатика. 2012. №1 (120) 2012. Вып. 21/1. С. 61-67.



8. Муниципальные образования и численность населения Белгородской области на 1 января 2011 года: Инф. изд. / – Белгород: Белгородстат. 2011. – 84 с.
9. Нефедова, Т.Г. Карта сельской местности. «НГ-сценарии» о российских городах и селах / Т.Г. Нефедова // Демоскоп. № 467-468. 23 мая – 5 июня 2011.
10. Нефедова, Т. Сельская Россия: пространственное сжатие и социальная поляризация / Т. Нефедова, А. Никулин. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://demoscope.ru/weekly/2010/0437/analito2.php>.
11. Основные итоги Всероссийской переписи населения 2002 года по Белгородской области. Стат. сб. – Белгород: Белгородстат, 2005. – 212 с.
12. Плякин, А.В. Использование геостатистических методов для пространственно-временного моделирования социально-экономического развития муниципальных образований / А.В. Плякин // Научные ведомости БелГУ. Серия: История, Политология, Экономика, Информатика. 2012. №7 (126) 2012. Вып. 22/1. С. 5-11.
13. Сергеева, К.П. «Живая ткань» расселения Нижегородской области / К.П. Сергеева // Трансформация российского пространства: социально-экономические и природно-ресурсные факторы (полимасштабный анализ). – М.: ИГ РАН, 2008. – С. 205-213.
14. Статистический бюллетень №1. Численность и размещение населения Белгородской области. Итоги всероссийской переписи населения 2002 года. – Белгород, 2004. – 24 с.
15. Трейвиш, А.И. Сжатие социального геопространства: между реальностью и утопией / А.И. Трейвиш // Проблемы географической реальности. IX сократительские чтения / Сб. докл. под ред. В.А. Шупера. – М.: 2012. – С. 166-190.
16. Хаггет, П. География: синтез современных знаний / П. Хаггет. – М: Прогресс, 1979. – 421 с.
17. Чугунова, Н. Города как аттракторы развития и пространственной организации территории региона. Белгородская область РФ / Н. Чугунова // Часопис соціально-економічної географії: міжрегіон. зб. наук. праць. – Харків, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, 2013. Вып. 14. С. 90-97.
18. Чугунова, Н.В. Социально-демографическое развитие Белгородской области изменяющейся России / Н.В. Чугунова. – М.: ГЕОС, 2011. – 140 с.
19. Chugunova, N.V. The development of the urban settlement system in Belgorod oblast / N.V. Chugunova, T.A. Polyakova, N.V. Likhnevskaya // J. Geography and Natural Resources. 2013. V. 34. No 1. P. 55-60.

## **RESETTLEMENT OF THE POPULATION OF MUNICIPALITIES BELGOROD REGION AS THE MAIN FACTOR IN THE IMPLEMENTATION OF «DISTRICT-PARK»**

**F.N. LISETSKII<sup>1</sup>**  
**N.V. CHUGUNOVA<sup>2</sup>**

*Belgorod State National  
Research University  
Belgorod*

<sup>1)</sup> e-mail:  
*Liset@bsu.edu.ru*

<sup>2)</sup> e-mail:  
*Chugunova@bsu.edu.ru*

Assessment of the main results and identify the main trends in the development of population distribution is given in the article. The use of statistical methods and modern geographic information systems revealed and visualize polarization distribution of the population in the regional settlement system. Forecast population distribution area in the medium term has been defined. To mitigate the polarization of settlement, society harmonious existence with the natural environment proposed move to geoplanning based on the concept of "District-Park".

Keywords: geoplanning, resettlement, compression of space, population dynamics, the environment, the concept of "District-Park".

УДК 338.465.4:330.59

## ТЕОРЕТИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЛИЯНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСЛУГ НА КАЧЕСТВО ЖИЗНИ

**Л.В. СОЛОВЬЕВА***Белгородский университет  
кооперации, экономики и права  
г. Белгород**e-mail:**SolovevaLV@live.bukey.ru*

В статье раскрывается теоретическое обоснование модели влияния качества услуг на качество жизни. Рассматриваются категории «качество», «качество жизни» и «уровень жизни» с позиций разных авторов. Сделан вывод о том, что выбор услуг и их качество во многом обусловлены индивидуальными вкусами, предпочтениями и образом жизни.

Ключевые слова: качество, качество услуги, качество жизни, уровень жизни, потребление.

Качество как социально-экономическая категория стало неотъемлемой характеристикой любой сферы и любого продукта жизнедеятельности общества и личности. Услуги в этом контексте не составляют исключения, но по сравнению с продуктами, имеющими «вещную форму», восприятие их качества является строго индивидуальным. Одна и та же услуга, даже одинакового качества, будет характеризоваться различной мерой удовлетворения потребностей у различных потребителей. В свою очередь, степень удовлетворения этих потребностей зависит не только от качества полученной услуги, но и от качества обслуживания, выступающего одним из факторов формирования благосостояния потребителей, а также от сложившегося уровня их жизни.

В совокупности благосостояние и уровень жизни образуют качество жизни, определяющее ее стиль и образ. Однако, не только качество услуг определяет качество жизни, но и качество жизни по мере своего роста определяет новые требования потребителей к качеству услуг, формирует новые потребности в услугах.

Этот процесс может быть представлен в виде модели, раскрывающей влияние качества услуг на качество жизни (рис. 1).

Для теоретического обоснования предлагаемой модели необходимо раскрыть сущность понятий, являющихся ее неотъемлемыми, логически взаимосвязанными между собой элементами. В экономической литературе категория «качество» рассматривается применительно ко многим объектам, в зависимости от чего модифицируется ее содержание. В определении Международной организации по стандартам (ISO) категория «качество» означает совокупность свойств продукта, которые придают ему способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности [8, с. 275].

Акцент на взаимосвязь качества и потребительской стоимости сделан в определении «качества», данном в Кратком экономическом словаре под редакцией А.Н. Азрилияна: «качество – совокупность объективно существующих свойств и характеристик, уровень которых обусловлен показателями, определяющими потребительскую стоимость продукции» [9, с. 315].

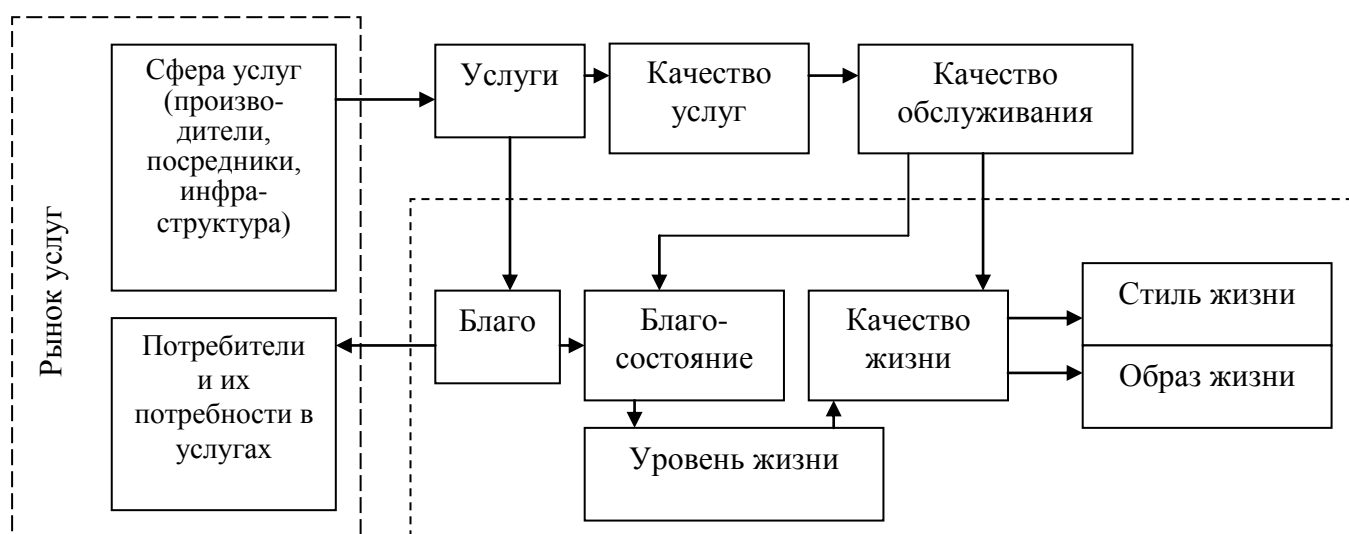


Рис. 1. Модель влияния качества услуг на повышение качества жизни

Но большинство из существующих определений качества подчеркивают его способность удовлетворять потребности. Для примера приведем три характерные для такого подхода определения:

– «качество – совокупность полезных свойств, позволяющих удовлетворять определенные материальные или духовные потребности. Характеризуется показателями надежности, долговечности, экономичности... и т.п.» [15, с. 233];

– «качество – совокупность свойств, признаков продукции, товаров, работ, услуг, труда, обуславливающих их способность удовлетворять потребности и запросы людей, соответствовать своему назначению и предъявляемым требованиям. Качество определяется мерой соответствия товаров, работ, услуг условиям и требованиям стандартов, договоров, контрактов, запросам потребителей» [13, с. 169];

– «качество – совокупность свойств объекта, обуславливающих его способность удовлетворять определенные потребности в соответствии с его назначением» [10, с. 139-140].

Широкое распространение подхода к трактовке качества через способность удовлетворять потребности обусловлено тем, что и действующие нормативные документы в трактовке качества базируются на аналогичном подходе. Так, например, ГОСТ 154467-79 «Управление качеством продукции. Основные понятия» содержит следующую трактовку категории качество: «качество – совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением» [5].

Если рассматривать услугу как специфический вид продукции, можно признать, что качество услуги будет определяться ее способностью удовлетворять потребности и в этом смысле услуга ничем не отличается от других продуктов общества. Но с учетом специфики процесса производства и реализации услуги, очевидно, что определение качества может быть уточнено.

Такого рода уточнение сделано Виноградовой М.В. и Паниной З.И., которые раскрыли качество услуги через определения «качества бытовой услуги» и «качества обслуживания клиентов». Так, под качеством бытовой услуги авторы понимают «степень соответствия изготовленных или отремонтированных изделий, выполненных работ действующей нормативно-технической документации и индивидуальным запросам клиентов в условиях, обеспечивающих потребителю наименьшие затраты времени и максимальные удобства при получении услуги», а под «качеством обслуживания клиентов» – «...совокупность условий, обеспечивающих потребителю наименьшие затраты времени и максимальные удобства при пользовании услугами» [4, с. 451-452].



Категория «уровень жизни» более сложна по своему сущностному содержанию и рассматривается различными исследователями в нескольких аспектах, как уровень благосостояния, совокупность условий жизни, степень удовлетворения потребностей. В частности, Бузляков Н.И., характеризуя уровень жизни, отмечает: «...в экономической литературе наиболее распространено представление об уровне жизни как о количестве потребляемых материальных, культурно-бытовых и социальных благ и степени удовлетворения потребностей в них на достигнутой стадии развития производительных сил» [2, с. 7].

Определения уровня жизни опираются на различные исходные понятия (производство, потребление, доходы, стоимость жизни, потребительские нормативы и стандарты) или имеют комплексный многоаспектный характер. В частности, при подходе «от производства» подчеркивается зависимость уровня жизни от уровня развития производительных сил, структуры и эффективности общественного производства.

Такой подход был характерен для К. Маркса («Рабочий класс, чтобы сохранить свой обычный средний уровень жизни, должен получить по меньшей мере прежнее количество необходимых жизненных средств, хотя, может быть и несколько измененное по характеру составляющих его товаров» [12, с. 206]) и содержался во многих работах советского периода. «...Необходимость такой методологии определяется той особой ролью, которую играют социальные факторы в эпоху научно-технической революции, связанные существенной обратной связью всего комплекса условий жизни населения и уровня его материальной обеспеченности с эффективностью общественного производства, с ростом общественной производительности труда» [14, с. 3].

При подходе «от потребления» уровень жизни сводится к распределению потребительских благ: «Уровень и структура потребления – это прямые и непосредственные показатели жизненного уровня. Но в условиях товарно-денежных отношений распределение потребительских благ, как правило, опосредуется формированием и распределением доходов. Поэтому последние используют как косвенные показатели жизненного уровня» [11, с. 7].

Подход «от потребления» ярко прослеживается в работах А.В. Суворова по прогнозированию уровня жизни населения посредством разработки моделей покупательского спроса в зависимости от состояния потребительского рынка [16, 17, 18, 19]. Сторонниками подхода к трактовке понятия «уровень жизни» «от доходов населения» является В.И. Гурьев, утверждающий, что «одним из важнейших показателей, характеризующих уровень народного благосостояния, являются реальные доходы населения» [6, с. 65]. Галкин Л.Г., Залаева С.Ш., Власенко О.И., Малюгин А.В., Меженцев М.А., Соловьева Е.Г. трактуют уровень жизни как «обеспеченность людей необходимыми для жизни материальными и духовными благами, степень удовлетворения их физиологических, социальных и духовных потребностей» [20, с. 144] и др.

В широком смысле термин «качество жизни» в ряде применений заменяет термин «народное благосостояние», то есть удовлетворенность населения своей жизнью с точки зрения различных потребностей и интересов. В узком смысле термин «качество жизни» – (например, в словосочетании «уровень и качество жизни населения»), охватывает различные стороны жизни человека без экономических показателей (ощущение покоя, комфортности, стабильности, наличие свободного времени и возможности успешно его использовать, природно-климатические условия, соблюдение прав личности и т.д.) [7].

Таким образом, на основе изучения содержания исследуемых категорий можно прийти к выводу о том, что при их трактовке исследователи избирают самые различные подходы и акцентируют внимание на различных аспектах категорий, формирующих морфологию понятия «качество жизни». Общим для всех рассмотренных определений является то, что основой для оценки уровня жизни, выступающего базисом формирования качества жизни и отражающего его количественные характеристики, является удовлетворение потребностей населения, причем не только материальных, но и других.

Отсюда можно сделать вывод, что взаимосвязь услуг и качества жизни опосредуется в степени удовлетворения потребностей в услугах самого различного рода,



как связанных с физическими товарами, так и неовещественных, связанных с потребностями человека в социальной, духовной, образовательной, медицинской и иных сферах жизнедеятельности. В свою очередь, степень удовлетворения потребностей в услугах определяется их качеством, то есть субъективной полезностью для потребителя.

Исходя из этого, можно признать, что качество жизни выступает своеобразной функцией качества услуг как неотъемлемого элемента высокого уровня жизни населения. Общеизвестно, что качество жизни определяется системой условий существования человека, к числу которых можно отнести: материальную (физическую, вещественную) основу существования человека, то есть состояние окружающей среды, материально-технические условия труда и быта, организацию досуга, образование и здравоохранение, а также потребляемые товары и услуги; политические условия существования человека, включающие его правовую и социальную защищенность, предоставляемые конституционные гарантии; экономические условия существования человека, включающие состояние производства, эффективность экономических институтов, состояние энергетических и сырьевых запасов государства; нравственную обстановку в обществе; условия творческого самовыражения, самореализации личности, свободу выбора вида социальной деятельности, жизненной позиции, стиля мышления и поведения, наличие права на собственное мнение и т.д.

Содержание этих условий, определяемое природой их возникновения, позволяет выделить в понятии «качество жизни» объективную и субъективную составляющую, то есть характер и степень реализации жизненных установок человека (объективный аспект) и оценку степени удовлетворенности потребностей (субъективный аспект). Иными словами, объективная составляющая формирует представления человека о желаемом качестве его жизни, определяет будущие потребности, в том числе и в услугах, а субъективная составляющая формирует реальное качество жизни, определяемое сложившимся уровнем потребления. Следовательно, качество жизни определяется тем, в какой мере реализованы потребности человека, насколько он этим удовлетворен, как результаты этой реализации соотносятся с социальными стандартами и ресурсами общества.

Исходя из того, что уровень жизни населения выступает объективной основой и первичной ступенью качества жизни населения, можно предположить, что уровень и качество жизни не следует рассматривать как количество и качество. Они, скорее, являются характеристиками одного объекта – жизни, но под разными углами зрения: качество – в аспекте ее разнообразия; уровень – в аспекте приведения «отличного от другого» к обобщенному денежному выражению. Экономические оценки в такой же мере являются характеристикой качества жизни, в какой разнообразие является характеристикой уровня жизни.

В подтверждение этой точки зрения можно привести мнение Бобкова В.Н., который полагает, что «различия в текущем потреблении людей с доходами, соответствующими прожиточному минимуму, минимальному потребительскому бюджету и бюджету высокого достатка, а также огромное неравенство в размерах других активов – недвижимого и движимого имущества... подтверждают, что уровень жизни является не только важной характеристикой ее качества, но и сам характеризует разное качество жизни со стороны его экономической определенности» [1, с. 12].

Следовательно, уровень жизни, в отличие от качества жизни, в первую очередь, зависит от совокупной величины денежных доходов, степени равномерности их распределения, покупательной способности доходов и объема потребления благ, предоставляемых обществом. Общеизвестно, что большая масса совокупных доходов даже при значительном неравенстве обеспечивает высокий размер «среднего» уровня и качества жизни. Но бывает и обратная ситуация, когда высокие жизненные стандарты достигаются меньшими совокупными доходами при их равномерном распределении, то есть качество и уровень жизни зависят от структуры доходов и направлений их использования.

Характеризуя сущность качества жизни как социально-экономической категории, необходимо подчеркнуть ряд ее особенностей. Во-первых, качество жизни чрезвычайно

широкое, многоаспектное, многогранное понятие, несравнимо более широкое, чем «уровень жизни». Это категория, далеко выходящая за пределы экономики. Это, прежде всего, социально-экономическая категория, охватывающая все сферы общества, характеризующая жизнь людей и ее качество.

Во-вторых, качество жизни имеет две стороны: объективную и субъективную. Критерием объективной оценки качества жизни служат нормативы потребностей людей. С другой стороны, потребности людей строго индивидуальны, степень их удовлетворения не фиксируется какими-либо статистическими величинами и практически существует лишь в сознании человека и, соответственно, в его личных мнениях и оценках. Таким образом, оценка качества жизни выступает в двух формах: как степень удовлетворения потребностей и как удовлетворенность качеством жизни самих людей.

В-третьих, качество жизни не является категорией, отделенной от других социально-экономических категорий, она объединяет многие из них, включает в себя их в качественном аспекте. Это требует конкретизации структуры качества жизни, попытки четкого определения которой предпринимались многими исследователями.

Исходя из того, что уровень жизни зависит от степени удовлетворения потребностей, определяется ресурсами и возможностями, можно признать, что системообразующей основой понятия уровня жизни являются разнообразные человеческие потребности, возникающие и реализующиеся в форме потребления конкретных благ. Ограничение категории уровня жизни сферой потребления представляет собой важное конструктивное различие с определением качества жизни, охватывающим не только достигнутый уровень потребления населения, но и факторы, которые могут оказать на него влияние.

Подобный подход позволяет обосновать зависимость потребления, происходящего в сфере услуг, с образом и стилем жизни как проявлениями качества жизни. Если исходить из трактовки уровня жизни как меры потребления товаров и услуг, очевидно, что через потребление человек заявляет себя как члена определенного социума, демонстрирует собственные притязания на определенную позицию в социальном пространстве. При этом важно, чтобы потребление давало чувство удовлетворения, правильности сделанного выбора, престижности.

Зависимость потребления и статуса человека впервые была установлена Т. Вебленом, который показал, что целью потребления является не только присвоение материальных и духовных благ для удовлетворения потребностей, но и стремление к «благоприятному завистническому сопоставлению себя с другими» [3]. Рассматривая этот социальный факт, Т. Веблен ввел в научный оборот понятие «престижное потребление».

Именно стиль и образ жизни определяют модель потребления, характер потребительской активности, структуру потребления и другие критериальные характеристики, доказывающие взаимозависимость и взаимовлияние сферы услуг, образа и стиля жизни. Другими словами, сфера услуг должна предоставлять человеку возможность выбора таких благ для потребления, которые будут соответствовать строго индивидуализированному стилю и образу жизни человека, и, наоборот, выбранные в качестве модели поведения стиль и образ жизни будут формировать структуру потребляемых услуг и потребности в их получении.

Следовательно, этими обстоятельствами обуславливается возможность рассмотрения качества жизни через призму формирования его под влиянием услуг соответствующего качества, отвечающего представлениям человека.

### Список литературы

1. Бобков, В.Н. Бедность, уровень и качество жизни: Методология анализа и механизмы реализации / В.Н. Бобков // Уровень жизни населения регионов России. 2005. №1. С. 7-20.
2. Бузляков, Н.М. Методы планирования повышения уровня жизни / Н.М. Бузляков. – М.: Экономика, 1969. – 234с.
3. Веблен, Т. Теория праздного класса / Т. Веблен. – М.: Прогресс, 1984. – 368 с.



4. Виноградова, М.В. Организация и планирование деятельности предприятий сферы сервиса / М.В. Виноградова, З.И. Панина. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К<sup>о</sup>», 2006. – 464 с.
5. ГОСТ 154467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия.
6. Гурьев, В.И. Основы социальной статистики / В.И. Гурьев. – М.: Финансы и статистика, 1991. – 176 с.
7. Жеребин, В.М. Уровень жизни населения – как он понимается сегодня / В.М. Жеребин, Н.А. Ермакова // Вопросы статистики. 2000. №8. С. 3-11.
8. Коротков, А.В. Маркетинговые исследования / А.В. Коротков. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 304 с.
9. Краткий экономический словарь/ Под ред. А.Н. Азрилияна. – 3-е изд. – М.: Институт новой экономики, 2005. – 1088 с.
10. Лопатников, Л.И. Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки / Л.И. Лопатников. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Дело, 2003. – 520 с.
11. Майер, В.Ф. Уровень жизни населения СССР / В.Ф. Майер. – М.: Мысль, 1977. – 266 с.
12. Маркс, К. Капитал / К. Маркс. Т.1// Соч., т. 23. – М.: Политиздат, 1960. – 520 с.
13. Райзберг, Б.А. Современный экономический словарь / Б.А. Райзберг, Л.Ш. Лозовский, Е.Б. Стародубцева. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2004. – 480 с.
14. Римашевская, Н.М. Население России и социальная трансформация: взгляд в XXI век / Н.М. Римашевская // Власть. 1997. №12.
15. Словарь современных экономических и правовых терминов/ авт.–сост. В.Н. Шимов, А.Н. Тур, Н.В. Стах и др.; Под ред. В.Н. Шимова и В.С. Каменкова. – Мн.: Амалфея, 2002. – 816 с.
16. Суворов, А.В. Принципы политики доходов и равновесия в экономической системе / А.В. Суворов, В.В. Овсиенко, О.Н. Болдов // Проблемы прогнозирования. 1997. №3.
17. Суворов, А.В. Динамика доходов и потребления населения: некоторые макроэкономические аспекты прогнозирования / А.В. Суворов // Проблемы прогнозирования. 1998. №5.
18. Суворов А.В. Моделирование структуры потребительских расходов населения России / А.В. Суворов, Г.М. Сухорукова, О.А. Митяева // Проблемы прогнозирования. 1999. №3.
19. Суворов, А.В. Методологические проблемы прогнозирования уровня жизни населения / А.В. Суворов // Проблемы прогнозирования. 1999. №6. С. 22-38.
20. Теоретические аспекты и институциональные факторы качества жизнедеятельности (очерки эволюции социально-экономической политики и практики): Монография. Ч. 1/ Л.Г. Галкин, С.Ш. Залаева, М.А. Меженцев и др.; Под общ. ред. Л.Г. Галкина. – СПб.: Химиздат, 2005. – 243 с.
21. Философский словарь/ Под ред. И.Т. Фролова. – 5-е изд. – М.: Политиздат, 1986. – 590 с.

## **THEORETIC–ECONOMICAL MODEL OF SERVICE EFFECTIVENESS INFLUENCE ON LIFE QUALITY**

**L.V. SOLOVYEVA**

*Belgorod University of cooperation,  
Economy and law  
Belgorod*

*e-mail:*

*SolovevaLV@live.bukep.ru*

The article explains the theoretical foundation model of influence the quality of services on quality of life. Discusses the categories of "quality", "quality of life" and "standard of living" from the standpoint of different authors. Concluded that the range of services and their quality are largely due to individual tastes, preferences and lifestyle.

Keywords: Quality, service quality, quality of life, standard of living, consumption.

УДК 94 (470)“16/1991...”

**ФИЛОСОФИЯ АГРАРНО – КРЕСТЬЯНСКОГО РЕФОРМИРОВАНИЯ В РОССИИ****О.Н. ПОЛУХИН***Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет  
г. Белгород**e-mail:  
pon@bsu.edu.ru*

В статье выявлены отличительные особенности и проблемы аграрно–крестьянского реформирования в России. Обоснована необходимость непрерывного диалога между властью и народом как основного фактора, определяющего судьбу крестьянства в России.

На примере Белгородской области рассмотрена модель развития агропромышленного комплекса, основанного на новой концепции диалога между властью и крестьянством.

Ключевые слова: крестьянство, гражданственность, аграрно-промышленный комплекс, реформирование.

В современную эпоху особенно важно осознание смысла тысячелетнего существования крестьянства – пожалуй, самого жизнестойкого сословия гражданского общества. За прошедший период было построено немало теорий по аграрно – крестьянскому вопросу, но решение судьбы крестьянской собственности так и не было найдено, чем, по мнению автора, и были вызваны российские трагедии.

Судьба крестьянства формировалась под воздействием многих факторов, решающую роль среди которых оказал диалог между властью и народом.

Отличительной чертой российской истории является преобладание властных начал. Как отмечал известный российский мыслитель Б.Н. Чичерин, за истекшее тысячелетие «общественная инициатива играла у нас слишком незначительную роль. Русский человек всегда был склонен подчиняться, жертвовать собою, выносить на своих плечах тяжелое бремя, нежели становиться зачинателем какого бы то ни было дела. Только в крайних случаях, когда государству грозило конечное разрушение, народ вставал как один человек, изгонял врагов, водворял порядок и затем снова возлагал свою власть и всю деятельность на правительство, возвращаясь к прежнему страдательному положению...» [4].

Еще в начале 20-го века в России более 5/6 составляло сельское население, что существенно отличалось от Европы. Основной факт российской общественности – крестьянство, крепостное положение которого сохранялось почти на столетие после приобретения свободного гражданства дворянством, выступает существенным признаком нашей серьезной отсталости в становлении гражданского общества.

Впервые проблема российской гражданственности, в том числе крестьянства, была поднята в начале 18-го века русским мыслителем-самоучкой Иваном Посошковым, который считал необходимостью смягчение крепостного права и «упорядочение» его государством [3]. Однако, на практике получилось прямо противоположное – в петровскую эпоху мы наблюдаем ужесточение крепостничества и насильственную европеизацию общества, а так же пренебрежение к гражданственности, за что в народе Петра I окрестили «Антихристом». Поэтому с уверенностью можно отметить, что в период царствования Петра I сложились все элементы крепостного права, которые продолжали развиваться в течение всего 18-го и отчасти 19-го веков.

В эпоху царствования Екатерины II существенно изменилось положение дворянства, которое превращается в привилегированное сословие и получает статус свободных граждан. В своем «Наказе» Екатерина II поставила вопрос об обязанностях правительства перед гражданами, тем самым не только подтвердив права дворянства на земельную собственность, но и придав им форму подлинной частной собственности. Однако, частная земельная собственность помещиков никогда не воспринималась как



вполне законная. Поэтому в России не сложилась традиция основательной легитимной частной земельной собственности.

В свою очередь, крестьяне в своей массе не принимали агрореформирование Петра I, Анны Иоанновны, Петра II и Екатерины II, поскольку были убеждены, что земля государства, Божия.

В сопоставлении с этим крестьянское возрождение началось при императоре Александре II. Б. Чичерин так писал о его царствовании: «Народ, в течение веков находившийся в крепостном состоянии и привыкший преклоняться перед всемогуществом власти, внезапно очутился среди гражданского порядка, созданного для свободы» [4].

Крестьяне как граждане России пользовались относительной свободой примерно до конца 16-го века и могли переходить с одной земли на другую, поэтому, с одной стороны, крестьян можно считать свободными людьми российского общества.

Но существовала и другая точка зрения, высказанная, например, Н.П. Павловым – Сильвинским, считавшим, что в древней России свобода крестьян была ограниченной, поскольку в 17-18 вв. расширены масштабы крепостного права и более половины крестьянского населения были крепостными (в 1796 г. 57%, 1812 – 58% относительно всего населения России).

После отмены в 1861 году крепостного права крестьяне получили свободу, которая оказалась ограниченной как в экономическом, так и в юридическом отношении, поскольку дворянство до последних сил держалось помещичьего землевладения. Существует множество споров: действительно ли произошла отмена крепостного права. Частично, можно считать, что да, поскольку был отменен лишь один из трех элементов «крепостного права» – оброк или барщина. Но при этом ужесточилась тяжесть других элементов – внутриобщинной зависимости и административного принуждения, и только после революции 1905-1907 гг. реформа П.А. Столыпина сломала данную внутриобщинную зависимость почти двух третей населения России. Но, уже в эпоху социалистической индустриализации и коллективизации «крепостное право» не только восстанавливается, но и усиливается, поскольку крестьяне были лишены даже паспортов [2].

Завоеванная крестьянскими революциями 1902-1907 гг. и 1917 -1918 гг. свобода оказалась очень условной, поскольку крестьянство заставили пойти по военно-феодальному пути хозяйствования, показавшему свою слабость в противостоянии классу – пролетариев, а их повторяющиеся локальные восстания были беспощадно подавлены.

В крестьянском движении в советский период раскрылся низкий уровень его классовости, оно не вылилось в 20-30-е гг. в общенациональное движение и крестьянская гражданственность оказалась подавленной.

По советским меркам аграрно-промышленный комплекс постепенно начинал обретать относительно благополучное состояние, особенно после финансовой накачки с середины 60-х до середины 80-х годов: была создана реальная возможность постепенного перехода обновляющейся колхозно-совхозной системы к рыночному хозяйству. Но, этот вариант развития не был реализован, поскольку крестьянству был навязан новый, по своему характеру «либерально-радикальный» эксперимент в годы насильственной коллективизации [2].

Трагедия имела свое продолжение в третьем акте; первый и второй – в гражданские войны 1918 – 1922 гг. и 1929-1934 гг. Вновь произошло властное насилие над свободой крестьян и разрушение большей части аграрного потенциала, что привело к провалу радикал-либерального аграрного проекта, противоречащего хозяйственным традициям народа.

Стоит отметить, что во время радикальной аграрной реформы 90-х гг. российское крестьянство молчаливо, но упорно игнорировало правительственные указы, поэтому повсеместно они переставали действовать, в ряде мест крестьянам удавалось даже сохранить жизнеспособные сельскохозяйственные кооперативы, что представляет собой чисто крестьянский вклад в гражданскую культуру. Пожалуй, данная позиция крестьянства в период аграрного реформирования, выражает молчаливый протест против радикализма и нигилизма реформаторов.

Не ответив научно на аграрно–крестьянский вопрос, идеологи и правители практически и властно в двадцатом веке провели в жизнь крестьянскую политику, которая, по сути, оказалась антикрестьянской.

Революции, катастрофы, аграрный кризис в России стали неизбежным следствием игнорирования правящими классами витальной идеи крестьянского бытия. Но благодаря тому, что двадцатый век унес с собой живое понимание глубинного смысла понятия «крестьянства» и принес в 90-е гг. слово «фермерство», получилось, что искомый смысл указанного понятия оказался еще более неопределенным.

По-разному можно оценивать скачкообразную эволюцию сельского хозяйства и колхозного крестьянства, но нельзя принижать значения сильной стороны сельского производственного коллективизма, социалистических ценностей (солидарность, социальная справедливость, образование) и институтов. Однако, в 90-е гг. так называемого реформирования было отвергнуто значение этой сильной стороны, более того, была поспешно и беспорядочно разрушена прежняя аграрная система. Сельское хозяйство не только не поднялось, но и претерпело огромный спад.

Сегодня можно выразить уверенность в том, что сельское хозяйство России имеет огромный потенциал для дальнейшего развития и необходимы только соответствующие условия, для создания которых была разработана Дорожная карта развития сельского хозяйства России до 2020, которая предусматривает три главных направления развития сельскохозяйственной отрасли:

- развитие внутреннего рынка сбыта;
- стимулирование производства;
- развитие экспорта.

О том, возможен ли прорыв России к нормальной агропромышленной экономике, свидетельствует опыт Белгородской области, в которой сложилась новая концепция диалога между властью и крестьянством.

Белгородская область является одной из наиболее развитых аграрных областей страны, в том числе – одной из лучших по своему природному аграрному потенциалу, на территории которой сосредоточено более 75% сельскохозяйственных угодий и почти 90% пашни. По производству мяса, молока, продуктов птицеводства область прочно удерживает одно из ведущих мест в России [5].

На территории области расположены 54 колхоза, 28 совхозов, 270 акционерных обществ и товариществ, 1745 фермерских хозяйств. В области принята программа поддержки крестьянских хозяйств, предусматривающая обеспечение их кормами, молодняком скота и птицы, финансирование строительства помещений, организацию закупок продуктов и другое [6].

В Белгородской области более тридцати лет назад начала осуществляться специализация и концентрация животноводства на промышленной основе. Крупные комплексы и сегодня работают с большой эффективностью, ярким примером из которых является колхоз имени М.В. Фрунзе, возглавляемый В.Я. Гориным.

Модель развития агропромышленного комплекса в Белгородской области отличается рядом оригинальных решений и подходов. Реформирование АПК проходит в области совместными усилиями государственных органов власти и частных предпринимателей при очевидной поддержке работников предприятий АПК. Особая роль принадлежит Губернатору Белгородской области Е.С. Савченко.

Принятая в Белгородской области концепция предлагает рассматривать экономическое регулирование АПК как органичное сочетание государственного экономического регулирования агропромышленного производства, продовольственного рынка и социальной сферы села с механизмом рыночного саморегулирования. Согласно ей, требуется системное использование различных форм и методов экономического регулирования, формирование условий привлечения для развития отрасли средств из различных источников, концентрация бюджетных средств на приоритетных направлениях развития АПК, что предусматривает:



- бюджетную поддержку, включая прямую бюджетную поддержку товаропроизводителей АПК в виде субсидий, дотаций и компенсаций, безвозвратного и возвратного финансирования капитальных вложений;
- формирование кредитного механизма АПК, адекватного условиям рынка, предусматривающего кредитование сезонных затрат сельскохозяйственных товаропроизводителей на льготных условиях, развитие государственного специализированного сельскохозяйственного банка, сельской кредитной кооперации и системы страхования сельскохозяйственной деятельности;
- ценовую политику, направленную, прежде всего, на создание условий оптимизации ценовых соотношений между продукцией сельского хозяйства и других отраслей экономики, повышение доходов товаропроизводителей АПК;
- налоговую политику, которая предусматривает усиление стимулирующей функции налогов, в том числе за счет введения единого земельного налога, снижение налогового бремени на товаропроизводителей АПК, повышение эффективности системы налоговых льгот;
- инвестиционную политику, направленную на стимулирование инвестиционных процессов, что в условиях углубляющейся деградации материально-технической базы АПК приобретает особое значение;
- государственное регулирование внутреннего продовольственного рынка, содействие формированию объединений товаропроизводителей АПК по продвижению продукции на рынках, стимулирование создания вертикально интегрированных аграрных компаний по технологической цепи «производство сырья – переработка – реализация»;
- развитие инфраструктуры внутреннего продовольственного рынка, содействие развитию новых форм организованной оптовой торговли с выходом на них непосредственных товаропроизводителей и их кооперативов;
- обеспечение протекционизма отечественным товаропроизводителям АПК и внутреннего рынка продовольствия, поддержка экспорта отечественной продукции;
- государственную поддержку формирования нового экономического механизма социального развития села, направленного на обеспечение качественно равных условий жизни, приложения труда и капитала в городе и деревне [5].

Идеология «белгородской модели» заключается в переходе от стратегии выживания к стратегии развития за счет:

- развития всех организационно – экономических форм агропромышленного производства;
- восстановления и развития сельскохозяйственных предприятий путем создания агропромышленных формирований с широким участием частного капитала;
- стимулирования развития крестьянских хозяйств и решения социальных вопросов на селе [5].

Роль органов исполнительной власти области заключается в активной поддержке мер, направленных на повышение эффективности управления, техническое перевооружение и усиление материальной заинтересованности всех работников.

Политическая власть в области стремится не доминировать над сельской «гражданственностью», а налаживать тесное взаимодействие. Управление корректируется механизмом обратной связи, выявлением реального отношения селян к проводимому курсу с целью его корректировки.

Завершая рассмотрение проблемы диалога между властью и крестьянством, необходимо еще раз подчеркнуть ее не преходящую актуальность, гуманистический характер, полный отход от идеологической предубежденности, а идея гражданственности включает понимание народа как государственного союза, содружества граждан.

#### Список литературы

1. Агафонов, В.П. Крестьянство в исторической судьбе России / В.П. Агафонов, Е.А. Антонов, Г.И. Баздырев, Г.Н. Бутырин, Д.Ф. Казаков, А.Ф. Пономарев, О.Н. Полухин, Д.Д. Рачинский, Е.С. Троицкий и др. - М.: Изд-во МСХА, 2001. – 676с.





2. Полухин, О.Н. Таинственный путь гражданственности: крестьянское наследие / О.Н. Полухин. – 2000. – 106с.
3. Посошков, И.Т. Книга о скудности и богатстве и другие сочинения / И.Т. Посошков. – М., 1951.
4. Чичерин, Б.Н. Философия права / Б.Н. Чичерин. – СПб.: Наука, 1998. – 452 с.
5. Аграрная реформа 90-х годов: региональные модели и их идеологические основания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lawinrussia.ru/node/170978>.
6. Агропромышленный комплекс Белгородской области. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://belogorie.tw1.ru/progress/agro-industrial.shtml>.

## THE PHILOSOPHY OF THE AGRARIAN – PEASANT REFORM IN RUSSIA

**O.N. POLUKHIN**

*Belgorod State National  
Research University  
Belgorod*

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

The article reveals the distinctive features and problems of the agrarian – peasant reform in Russia. The necessity of a continuous dialogue between the authorities and the people, as the main factor that determines the fate of the peasantry in Russia.

For example, the Belgorod region is considered the model of development of agrarian-industrial complex, based on a new concept of dialogue between the authorities and the peasantry.

Keywords: peasantry, civicism, agrarian-industrial complex, reformation.

# КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 001.57; 658.818; 681.3

## РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ГОРОДА

**А.Г. ЖИХАРЕВ**  
**С.И. МАТОРИН**  
**Н.О. ЗАЙЦЕВА**

*Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет*

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

Рассматриваются основные аспекты разработки имитационной модели транспортных потоков города с применением системно-объектного метода представления знаний. Представлено описание формальное описание транспортного потока, расширения дороги, сужения дороги, а так же – перекрестка транспортных потоков.

Ключевые слова: имитационное моделирование, системно-объектный метод представления знаний, транспортный поток, перекресток транспортных потоков, дорожная полоса.

Системно-объектный метод представления знаний (СОМПЗ) [1] – это современный метод хранения и обработки организационных знаний, основой которого является технология моделирования сложных систем «Узел-Функция-Объект» [2]. В работе [3] рассматривают возможность применения СОМПЗ для построения имитационных моделей транспортных потоков. Проведенный анализ показал, что средства СОМПЗ позволяют реализовывать имитационные модели транспортных потоков. Рассмотрим подробнее разработку такой модели средствами СОМПЗ.

В соответствии с системно-объектным методом представления знаний, любая модель, построенная с помощью данного метода, представляет собою набор УФО-элементов и потоков, соединяющих данные элементы [1]. УФО – элемент в терминах СОМПЗ представляет собою узел и соответствующий ему узловой объект. Узловой объект – это информационная структура, состоящая из полей и методов. Поля – представляют собою набор характеристики узлового объекта, методы – представляют собою процедуры преобразования входных узловых потоков в выходные [1].

Потоковый объект, в терминах СОМПЗ, представляет собою информационную структуру, которая имеет определенный набор полей и не имеет методов.

Формально, узловой объект описывается с помощью следующего выражения:

$$G = [l_i^? = a_i^?; l_j^? = a_j^?; l_n = F(l_i^?)l_j^?; l_m = b_m] \quad (1)$$

где:

$l_i^?$  – поле объекта (может представлять собой набор или множество), которое содержит значение входного потока  $a_i^?$  и, соответственно, имеет такой же тип данных;

$l_j^?$  – поле объекта (может представлять собой набор или множество) которое содержит значения выходного потока  $a_j^?$  и имеет такой же тип данных;

$l_n$  – метод объекта (может представлять собой набор или множество), преобразующий входные потоки узла в выходные.

$l_m$  – поле объекта (может представлять собой набор или множество), которое содержит основные характеристики данного объекта ( $b_m$ ).

Потоковый объект представляет собою подобную конструкцию, как в выражении (1), только здесь отсутствуют методы и обязательные поля, соответствующие входным и выходным потокам узла. Формально, потоковый объект описывается в виде:

$$a_i = [l_j = b_j] \tag{2}$$

где:  $a_i$  – потоковый объект с именем «а»;  $l_j = b_j$  – поля потокового объекта с некоторыми значениями  $b_j$ .

Для разработки модели транспортных потоков города, необходимо определить, что будет являться узлами модели и соответствующими узловыми объектами, и потоковыми объектами. В роли потоковых объектов будем рассматривать полосу для движения на дороге, в роли узлов и соответствующих узловых объектов – любые разветвления полос для движения, перекрестки и т.п. Таким образом, узлами модели будут расширения дорог, сужения дорог и перекрестки. Рассмотрим примеры визуализации расширения и сужения дороги в терминах СОМПСЗ.

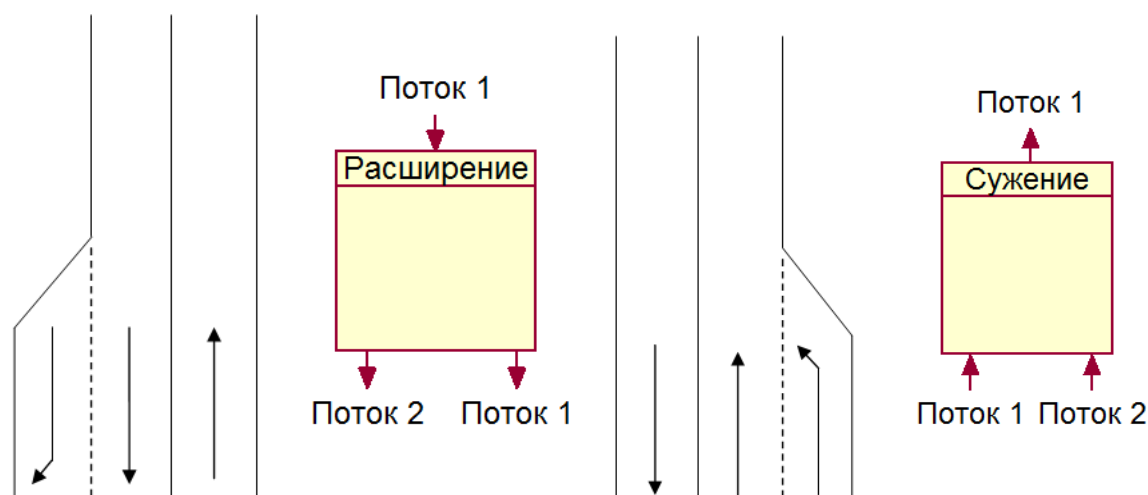


Рис. 1. Визуальное представление расширения дороги – слева, сужения дороги – справа

Визуальное представление перекрестка рассмотрено авторами в работе [1]. Далее для построения модели, необходимо определиться с структурой потоковых и узловых объектов. Как говорилось ранее, связь на диаграмме представляет собою транспортный поток, поэтому для полноценного описания потокового объекта, необходимо определиться с характеристиками транспортного потока. В работе предлагается использовать следующее описание потокового объекта имитационной модели транспортных потоков:

**flow[distance, number, forward, right, left, back],**

где: **flow** – идентификатор транспортной полосы;

**distance** – протяженность транспортной полосы в метрах;

**number** – количество автомобилей в полосе на текущий момент времени;

**forward** – возможность движения прямо в конце полосы;

**right** – возможность движения направо в конце полосы;

**left** – возможность движения налево в конце полосы;

**back** – возможность движения в обратном направлении в конце полосы.

Поля транспортной полосы: **forward, right, left** и **back** представляют собою логические переменные и могут принимать значение **true** или **false**. Поле хранит истинное значение, если разрешено движение данным направлением, иначе поле –

ложное. Остальные поля транспортной полосы принимают любые числовые значения больше нуля.

Узловой объект, в соответствии с выражением (1), характеризующий расширение или сужение полосы будет иметь следующую структуру:

**extension[flows!, flows?, F(flows?)flows!]**, где:

**extension** – идентификатор узлового объекта;

**flows!** – поля узлового объекта, соответствующие выходным потокам;

**flows?** – поля узлового объекта, соответствующие входным потокам;

**F(flows?)flows!** – метод узлового объекта, описывающий некоторую процедуру обработки входных и выходных потоков.

Для примера рассмотрим расширение дороги в виде, как показано на рисунке 1 слева. Для начала опишем транспортные полосы: **inband**, **outband1**, **outband2**. Визуально на модели, разделение полос будет иметь следующий вид:

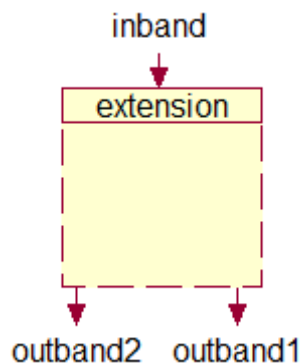


Рис. 2. Раздвоение полосы на имитационной модели

Установим начальные значения полей потоковых объектов:

**inband[distance=322,4, number=17, forward=true, right=false, left=false, back=false];**

**outband2[distance=24, number=2, forward=false, right=true, left=false, back=false];**

**outband1[distance=24, number=1, forward=true, right=false, left=false, back=true].**

Перечисленное описание транспортных полос трактуется следующим образом: входящая полоса **inband** разделяется на две полосы: **outband1** – полоса для движения прямо и в обратном направлении и **outband2** – полоса для движения направо на перекрестке.

Рассмотрим описание узлового объекта, характеризующего расширение дороги:

**extension[outband1!; outband2!; inband?; F(inband?)outband1!,outband2!],**

Метод рассмотренного узлового объекта можно описать следующим образом:

**F(inband?)outband1!,outband2!{**

**if(inband?.number>=1) {**

**inband?.number = inband?.number-1;**

**outband1!.number = outband1!.number + 0,5;**

**outband2!.number = outband2!.number + 0,5;**

**}**  
**}**

Вызов метода узлового объекта будет осуществляться в каждую единицу времени, которая, в свою очередь, определяется параметрами «движка» модели. В описании метода сперва проверяется наличие автомобилей в входящей полосе, если оно больше или равно единицы, тогда поле входящей полосы, где хранится количество автомобилей уменьшается на единицу, а те же поля выходящих полос увеличиваются на 0.5. Таким образом, моделируется распределение транспорта по двум полосам в отношении 50х50.

Узловой объект, характеризующий перекресток, имеет подобную структуру как у узлового объекта расширения дороги, единственное отличие: у перекрестка имеется ряд дополнительных полей, отражающих сигнал светофора, среднее время пересечения перекрестка автомобилем и др.

В перспективе планируется выпуск новой версии программного инструментария UFO-toolkit, где будут автоматизированы все описанные возможности системно-объектного метода представления организационных знаний.

*Исследование поддержано грантом РФФИ, рег. номер 13-07-12000*

#### Список литературы

1. Жихарев, А.Г. О системно-объектном методе представления организационных знаний [Текст] /А.Г. Жихарев, С.И. Маторин, Е.М. Маматов, Н.Н. Смородина // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2013. – № 8 (151) выпуск 26/1.

2. А.Г. Жихарев, С.И. Маторин, М.В. Михелев, Н.В. Цоцорина «Формализация бизнеса с помощью графоаналитических моделей»// Научные ведомости БелГУ. Сер. Информатика. – №1(56).- Вып. 9/1. – 2009. С. – 86-95.

### DEVELOP TOOLS AND METHODS OF SIMULATION OF TRAFFIC FLOW OF THE CITY

**A. G. ZHIKHAREV**  
**S.I. MATORIN**  
**N.O. ZAITSEVA**

*National research university  
Belgorod state university*

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

The basic aspects of developing a simulation model of traffic flow of the city using a system-object method for knowledge representation. The description of the formal description of traffic, road widening, narrowing the road, as well as – the crossroads of traffic flows.

Keywords: simulation, system-object method of knowledge representation, traffic flow, intersection traffic flow, traffic lane.



УДК 004.932: 004.83: 004.8.032.26

## FPGA-ТЕХНОЛОГИИ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ФОРМЕ ФЛЮОРОГРАММ

**С.М. ЧУДИНОВ<sup>1</sup>, Р. А. ТОМАКОВА<sup>2</sup>  
В.А. СТЕПАНОВ<sup>3</sup>, И.В. ЗУЕВ<sup>4</sup>**

<sup>1)</sup> *ОАО «НИИ Супер-ЭВМ»*

<sup>2)</sup> *ФГБОУ ВПО «Юго-Западный  
государственный университет»*

<sup>3)</sup> *ФГБОУ ВПО Удмурдский  
государственный университет»*

<sup>4)</sup> *ОАО Научно-исследовательский  
институт вычислительных комплексов  
им. М.А. Карцева*

*e-mail:*

*chud35@yandex.ru  
tomakova@rambler.ru  
Stepanov.vladimi@mail.ru  
i.zuev@mchs.gov.ru*

Рассматривается применение FPGA-технологии в автоматизированных системах для исследования изображений в форме флюорограмм на основе фрактального представления моделей цифровых изображений. Показано, что классификацию флюорограмм целесообразно реализовать, используя технологии FPGA, обеспечивающие повышение оперативности принятия решений.

Ключевые слова: применение FPGA-технологии, фрактальные модели изображений, электронные модули

В настоящее время в медицинских системах интеллектуальной поддержки принятия решений применяются гибридные модели анализа [1]. Такие модели используются в автоматизированных системах диагностики заболеваний легких, которые построены на основе фрактального анализа флюорограмм.

Для автоматической классификации изображений флюорограмм легких разработан метод, основанный на фрактальном представлении моделей цифровых изображений [2]. Этот метод позволяет осуществлять формирование пространства информативных признаков для обеспечения диагностики заболеваний.

Для построения моделей изображений двумерное изображение флюорограммы представляется в виде трехмерной структуры с координатами X, Y, ОП (величина оптической плотности) в качестве третьей координаты. С этой целью ось ОП флюорограммы делится на 20 слоёв с шагом в 5%. Такой выбор слоев обоснован физическими возможностями человека различать оптическую плотность объектов на изображении.

Переход от изображения флюорограммы к ее математической модели в виде набора слоёв осуществляется для раздельного анализа информации с использованием фрактального подхода, вычисления и формирования пространства информативных признаков для классификации флюорограмм.

Для выявления мультифрактальных параметров структур растровых изображений используется метод разбиения изображения на квадратные ячейки со стороной  $\delta$ . Минимальный элемент изображения обозначим  $x_{ij}$  – величина, характеризующая градацию серого в пределах от 0 до 255, где 0 означает черный цвет, а 255 – белый;  $i = \overline{1, r}$ ,  $j = \overline{1, c}$ , где  $r, c$  – число строк и столбцов, ограничивающих размер изображения.

Методика расчета обобщенных оценок фрактальных размерностей структуры изображений, ограничивается рассмотрением пикселей двух типов. При этом исходный набор данных  $x_{ij}$  преобразуется в новый по формуле:

$$y_{ij}(x_{ij}, \Gamma) = \begin{cases} 0, & \text{если } x_{ij} \notin \Gamma; \\ 1, & \text{если } x_{ij} \in \Gamma; \end{cases} \quad (1)$$

где  $\Gamma = \{\gamma_1, \gamma_1 + 1, \gamma_1 + 2, \gamma_1 + 3 \dots \gamma_2\}$  – множество  $(\gamma_2 - \gamma_1 + 1)$  упорядоченных элементов,  $\gamma_1 < \gamma_2$ ;  $\gamma_1, \gamma_2 \in \{0, 1, 2 \dots 255\}$ .

В результате разбиения исходного изображения на квадратные ячейки со стороной  $\delta$ , получаем  $N(\delta)$  – общее число ячеек на изображении. Для каждой ячейки с номером  $k$ ,  $k = \overline{1, N(\delta)}$  вычисляем количество единичных пикселей

$$M_k = \sum_{i=r(k)}^{r(k)+\delta-1} \sum_{j=c(k)}^{c(k)+\delta-1} y_{ij}(\Gamma), k = \overline{1, N(\delta)}, \tag{2}$$

где  $r(k)$  и  $c(k)$  – номер строки и столбца  $k$ -ой ячейки.

Вычисляем количество единичных пикселей изображения:

$$\tag{3}$$

затем определяем «заселенность»  $k$ -й ячейки:

$$p_k = \frac{M_k}{M}, k = \overline{1, N(\delta)}. \tag{4}$$

Для нахождения спектра фрактальных размерностей  $D_q$ ,  $-\infty \leq q \leq \infty$ , описывающих мультифрактал, введем в рассмотрение сумму,

$$Z(q, \delta) = \sum_{i=1}^{N(\delta)} p_i^q(\delta), \tag{5}$$

которая представляет собой выборочный начальный момент  $q$ -го порядка. Тогда спектр обобщенных фрактальных размерностей вычисляется по формуле

$$D_q = \frac{\tau(q)}{q-1}, \tag{6}$$

где функция  $\tau(q)$  имеет вид:

$$\tau(q) = \lim_{\delta \rightarrow \infty} \frac{\ln \sum_{i=1}^{N(\delta)} p_i^q(\delta)}{\ln \delta} \quad \tau(q) = \lim_{\delta \rightarrow \infty} \frac{\ln Z(q, \delta)}{\ln \delta}. \tag{7}$$

Если функция  $D_q$  зависит от  $q$ , то рассматриваемый объект является мультифракталом.

С помощью спектра  $D_q$  определяются параметр скрытой упорядоченности структуры  $D_{-\infty}-D_{+\infty}$ .

На рис. 1 приведен пример изображения с разбиением на ячейки с стороной  $\delta = 4$ , при этом пиксели, не попавшие в ячейки анализа, не учитываются.

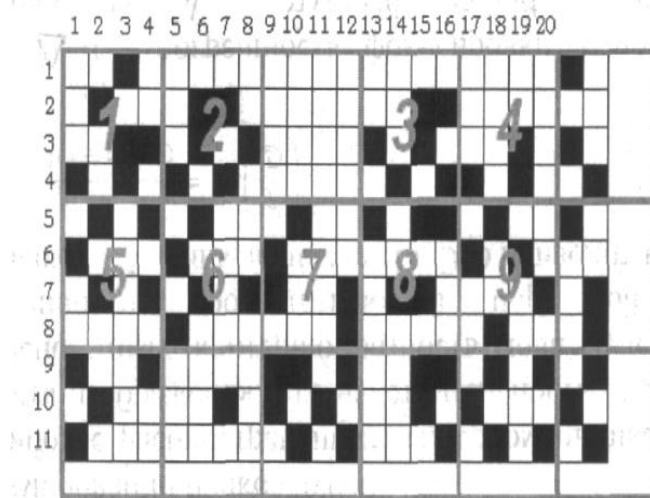


Рис. 1. Пример разбиения исходного изображения при  $\delta = 4$

С помощью спектра  $D_q$  определяется параметр скрытой упорядоченности структуры флюорограммы  $D_{-\infty}-D_{+\infty}$ .



В настоящей работе предложено воспользоваться классификацией флюорограмм на основании двух точек:  $D_{j,-40} - D_{j,+40}$  – на  $j$  ячейке, разница обобщенных фрактальных размерностей в этих точках называется скрытой упорядоченностью. В зависимости от номера (размера) ячейки вычислялась динамика изменения степени скрытой упорядоченности.

Для реализации метода классификации флюорограмм необходимо  $N(\delta)$  раз использовать формулу  $M_k = \sum_{i=r(k)}^{r(k)+\delta-1} \sum_{j=c(k)}^{c(k)+\delta-1} y_{ij}(\Gamma)$ ,  $k = \overline{1, N(\delta)}$ , которая осуществляет интегрирование изображения в заданной ячейке, а затем повторить эту операцию для каждого слоя, то есть 20 раз.

Для повышения оперативности этих вычислений целесообразно автоматизированную систему классификации флюорограмм реализовать на базе технологий FPGA (field-programmable gate array – программируемые пользователем вентельная матрица) с использованием унифицированных электронных модулей (УЭМ) разработки ОАО «НИИ Супер ЭВМ» [3].

Высокая производительность вычислительных устройств на основе УЭМ достигается использованием современных модификаций алгоритмов цифровой обработки сигналов с динамическим изменением структуры вычислительной среды, оптимально сочетающей параллельные и потоковые вычисления. Использование при необходимости переменной разрядности операндов, обеспечивающей вычисления без потери точности, позволяет надеяться на результирующий выигрыш производительности при решении задач цифровой локации за счёт использования формул прямого вычисления вместо приближённых итеративных методов. Изделие УЭМ представляет собой набор из 3-х типов модулей МЦЛ1, МЦЛ2, МЦЛ3 с мезонинными submodule МЦЛ-11, МЦЛ-12, МЦЛ-13 стандарта FMC. Конструктивно все модули изделия выполнены в виде ячеек формата 6U и предназначены для использования в корпусе (крейте) стандарта Евромеханика 19” с объединительной платой стандарта cPCI, блоком питания ATX и вентилятором. Каждый модуль с submodule занимает 1 слот в крейте. Межмодульные связи модулей МЦЛ реализуются по медным витым парам через submodule типа 2 и дополнительно через кроссплату по шине cPCI.

Основу модулей составляет универсальная основная плата с электрорадиоэлементами (ЭРИ), рассчитанная на установку одного, двух или трех мезонинных коммуникационных submodule стандарта ANSI/VITA 57.1-2008 трех типов: МЦЛ-11, МЦЛ-12, МЦЛ-13. На основной плате с ЭРИ предусмотрены посадочные места для установки 3-х функциональных групп элементов.

Каждая функциональная группа может работать либо автономно, либо в связи с одной или двумя другими группами. На разъём FMC в группе может устанавливаться submodule любого типа (любой submodule УЭМ). Вариант работы с submodule определяется прошивкой ПЛИС (т.е. изменением конфигурации FPGA) в данной группе. Связь между ПЛИС по плате выполнена с использованием мультигигабитных двунаправленных каналов обмена самих ПЛИС.

По сути, устройства технологии FPGA являются платформами общего назначения, на базе которых разработчики проектируют одно- или многопроцессорные системы. Возможности FPGA не ограничиваются заранее определенной системной архитектурой – эти интегральные схемы программируются и настраиваются. На самом деле, благодаря устройствам FPGA достигается баланс между процессором, выполняющим команды и функции управления, и логикой устройства FPGA, осуществляющей обработку данных с высокой скоростью.

Интегральное представление изображения – это матрица, размерность которой совпадает с размерностью исходного изображения. Элементы этой матрицы рассчитываются по формуле:

$$I_{\Sigma}(x, y) = \sum_{i=0}^{i \leq x} \sum_{j=0}^{j \leq y} I(i, j). \quad (10)$$

Из этой формулы следует, что каждый элемент интегрального изображения  $I[i, j]$  содержит в себе сумму пикселей изображения в прямоугольнике от (0,0) до (x,y) и



расчет интегрального изображения занимает линейное время, пропорциональное числу пикселей исходного изображения.

Расчет матрицы можно производить по рекуррентной формуле:

$$II(x,y) = II(x,y) - II(x-1,y-1) + II(x,y-1) + II(x-1,y). \quad (11)$$

Использование FPGA для ускорения интегральных вычислений основано на том, что на ее основе можно создать различное количество процессорных элементов (PE), выполняющих одну и ту же операцию, которые позволяют сократить общее время, необходимое для обработки изображений. Также PE могут быть объединены, как показано на рисунке 2.

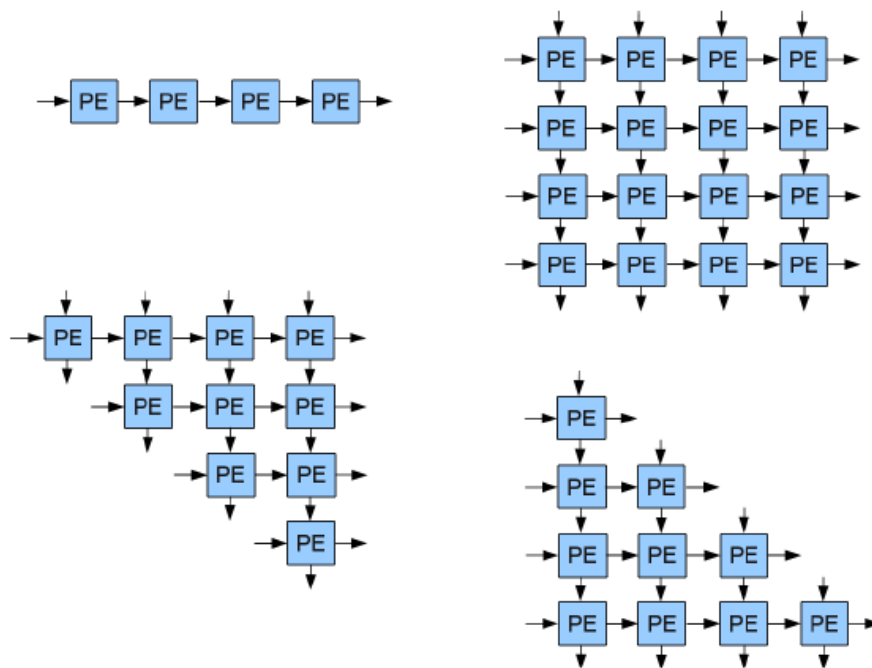


Рис. 2. Возможные варианты соединения PE

Оценка суммарного времени выполнения для последовательной реализации на и различного количества PE приведена в таблице.

Таблица

**Оценка времени, необходимая для обработки изображения**

Время выполнения (µс)	1280x960	640x480	320x240
Размер изображения	1280x960	640x480	320x240
Последовательное GPU	15361	4570	1652
Последовательное FPGA	12915	3228	807
2 PE	6497	1624	406
4 PE	3198	799	199

**Выводы**

Фрактальный подход к анализу изображений сводится к получению спектра мультифрактальных размерностей и вычислению на их основе параметров скрытой упорядоченности структуры изображения для каждого оптического слоя. Модель изображения состояния объекта диагностики может быть представлена в виде полиномиальной зависимости параметра скрытой упорядоченности от величины размера ячейки δ. На основе этой модели формируется пространство информативных признаков для создания решающего правила диагностирования и классификации флюорограмм.

Математические алгоритмы формирования фрактальных моделей реализованы с помощью логических функций, встроенных в ПЛИС. Тем самым обеспечивается работа



системы классификации флюорограмм в реальном времени, что позволяет рекомендовать ее для скрининговой диагностики заболеваний легких.

### Список литературы

1. Томакова, Р.А. Нечеткая сетевая модель интеллектуального морфологического оператора для формирования границ сегментов / Р.А. Томакова, С.А. Филист, В.В. Руденко // Научные ведомости БелГУ. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2011. – № 1(96). Вып. 17/1. – С.188-195.

2. Степанов, В.А. Метод представления флюорограмм в виде трехмерной структуры в скрининговой диагностике туберкулеза на основе компьютерного анализа фрактальных объектов/ В.А. Степанов // Медико-экологические информационные технологии-2013: сборник материалов XVI Междунар. науч.-техн. конф. Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2013. – С.160-166.

3. С.Н. Маликов, С.М. Чудинов, Л.У. Омерова., Унифицированные электронные модули – универсальный инструмент интеграции высокоуровневых ресурсов для решения научных и инженерных задач. Вопросы радиотехники №2 за 2014 с. 18-30.

## FPGA-TECHNOLOGY IN AUTOMATED SYSTEMS FOR RESEARCH IN THE FORM OF IMAGES PHOTOFLUOROGRAM

**S.M. CHUDINOV<sup>1</sup>**  
**R.A. TOMAKOVA<sup>2</sup>**  
**V.A. STEPANOV<sup>3</sup>**  
**I.V. ZUEV<sup>4</sup>**

The application of FPGA-technology in automated systems for imaging studies in the form of Photofluorogram based on fractal representation of models of digital images. It is shown that the classification Photofluorogram appropriate to implement using technology FPGA, offering enhanced efficiency of decision-making.

<sup>1)</sup> OJSC "NII Super-EVM"

<sup>2)</sup> VPO "Southwest State University"

<sup>3)</sup> State University. M.T. Kalashnikov

<sup>4)</sup> Moscow Research Institute of VC

Keywords: application of FPGA-technology, fractal image models, electronic modules

*e-mail:*

*chud35@yandex.ru*

*tomakova@rambler.ru*

*Stepanov.vladimi@mail.ru*

*i.zuev@mchs.gov.ru*



УДК 004.272.43

## ОБОБЩЕННАЯ МОДЕЛЬ НАЗНАЧЕНИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ MPP СИСТЕМ

**Г.А. ПОЛЯКОВ<sup>1</sup>**  
**Е.Г. ТОЛСТОЛУЖСКАЯ<sup>2</sup>**  
**Д.А. ТОЛСТОЛУЖСКИЙ<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup> *Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород.*

<sup>2)</sup> *Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина, г. Харьков*

Представлена обобщенная модель назначения задач для MPP систем, отличительной особенностью которой является полная формализация задачи назначения на основе применения аппарата пространственно-временной дискретной математики, обеспечивающая учет: особенностей задач различных прикладных областей; особенностей конкретных статических и временных архитектур и конфигураций MPP систем; состава показателей эффективности и требований и ограничений пользователей.

Ключевые слова: Назначение задач, семантико-числовая спецификация, кластеры фрагментов, времяпараметризованные параллельные модели, MPP системы.

### Анализ литературы.

Основными этапами синтеза параллельных программ для MPP систем в настоящее время являются: декомпозиция (локальная фрагментация) данных и работ задачи, формирование множеств связей между фрагментами, укрупнение фрагментов в интересах уменьшения количества связей между фрагментами (глобальная фрагментация), «погружение» множества фрагментов и их связей в архитектуру MPP системы (назначение фрагментов на процессоры, назначение их связей на элементы коммуникационной среды).

Для MPP систем в литературе рассматриваются следующие алгоритмы назначения [1,2]:

1. Алгоритм случайного назначения (на любой свободный процессор).
2. Назначение на первый освободившийся процессор. В этом случае, при назначении, из свободных процессоров выбирается тот, который освободился и простаивает дольше других. Такой подход позволяет сбалансировать загрузку всех процессоров системы.
3. Алгоритм назначения с учетом приоритетов процессоров (по связности). Данный алгоритм используется для назначения вычислительных работ первого яруса графа задачи. Однако он может быть использован и для всех вычислительных работ графа задачи.
4. Алгоритмы «соседнего» назначения без пересылок «с упреждением». В данном случае используется коммуникационная модель, когда только после формирования всех данных начинается пересылка для любой вычислительной работы.
5. Алгоритм соседнего назначения «с упреждающими» пересылками. В данном случае используется, как и в аналогичном алгоритме для SMP систем, коммуникационная модель, когда данные передаются асинхронно сразу после их формирования.
6. Алгоритм соседнего назначения с использованием моделирования для определения начального времени выполнения вычислительных работ.
7. Алгоритм оптимизированного «соседнего» назначения, в котором учитываются все процессоры независимо от их состояния в момент назначения (занят или свободен).

Недостатками данных алгоритмов являются отсутствие учета характеристик процессоров MPP системы и невозможность использования формата семантико-числовых спецификаций задачи.

### Постановка задачи.

Введем некоторые определения и понятия.

Определим парную сложность  $\rho_{\delta j} \rho_{\delta j}$  двух фрагментов  $FR^{\delta}$  и  $FR_j$  с номерами  $\delta$  и  $j$ , как суммарное количество сопряженных и внешних связей между этими фрагментами. В



паре фрагментов «ведущий» фрагмент – фрагмент с максимальной сложностью, а второй фрагмент – «ведомый».

Исходные данные:

– множество локальных фрагментов  $FR = \{FR_\mu\}$ ,  $\mu = 1..kfr$  и количество  $kfr$  фрагментов  $FR_\mu$ ;

– оптимальный состав операторов  $P_j$  каждого фрагмента  $FR_\mu$  ( $\mu = 1..kfr$ )  $FR_\mu = \{P_{j\mu}\}$ ;

– множество локальных структур СЧС  $BF_\mu$ ,  $CF_\mu$ ,  $TF_\mu$ ,  $\mu = 1..kfr$  множества фрагментов времяпараметризованной параллельной модели задачи  $Z$ ;

– класс ВУ – с распределенной памятью и обменом сообщениями (MPP);

– семантико-числовая спецификация топологии MPP;

– временные характеристики топологии MPP:

– типы, количество и характеристики процессоров NM (длительности выполнения процессорных операций в тактах/ тактовая частота; количество портов приема-передачи данных  $K_{port}$ );

– длительности выполнения операций «короткого» обмена сообщениями;

– множество маршрутов между различными парами процессоров топологии MPP и их временная длина.

В результате решения задачи назначения необходимо: синтезировать вариант (варианты) взаимно – однозначного соответствия между множеством номеров глобальных фрагментов («кластеров фрагментов»)  $CFR = \{CFR_\beta\}$ ,  $\beta = 1..cfr$  задачи и множеством номеров  $pr$  процессоров PR конкретной конфигурации MPP ЭВМ, обеспечивающих минимизацию процесса обмена сообщениями по заданному показателю эффективности (например, по минимуму суммарного времени обмена сообщениями между процессорами MPP ЭВМ); синтезировать вариант (варианты) взаимно – однозначного соответствия между множеством внешних связей каждого «кластерного фрагмента» и соответствующим множеством элементов коммуникационной среды.

#### Результаты исследования.

Уменьшение времени обмена сообщениями между фрагментами задачи при назначении на процессоры обеспечивается за счет:

а) разделение множества фрагментов  $FR = \{FR_\mu\}$ ,  $\mu = 1..kfr$  задачи, на множество, обеспечивающее максимальное сокращение суммарного количества связей между «кластерами  $FR$ » за счет перевода части внешних связей между фрагментами во внутренние связи кластеров фрагментов;

б) синтеза для каждого кластера фрагментов «выделенного кластера процессоров» MPP  $CPR = \{CPR_\beta\}$ ,  $\beta = 1..cfr$ , обеспечивающего минимум суммарного времени внутрикластерного обмена;

в) синтеза временной параллельной/последовательной модели решения задачи, обеспечивающей максимизацию количества одновременно (параллельно) выполняемых обменов.

На рисунке представлена обобщенная модель синтеза параллельных MPP-процессов.

Поясним содержание основных этапов обобщенной модели синтеза параллельных MPP – процессов.

Этап 1 (символ 2 рисунка). Содержанием этапа является кластеризация фрагментов  $\{FR_\mu\} \Leftrightarrow \{CFR_\beta\}$ ,  $\mu = 1..kfr$ ,  $\beta = 1..cfr$  в интересах минимизации суммарного времени обмена сообщениями.

На этапе 2 (символ 3 рисунка) производится оценка «текущего» состояния ресурса процессоров и линий связи ( $\delta_{ij} = 0/1$ ,  $l_{ij} = 1/0$ ), которая заключается в определении состава свободного в текущий момент времени  $\tau$  ресурса (с учетом возможности выполнения ранее начатых задач на части ресурса):

– количества и множества  $SFPR_\tau$  (*set of free processors*) номеров свободных в текущий момент времени  $\tau$  процессоров, имеющих признак занятости  $\delta_{ij} = 0$ ;

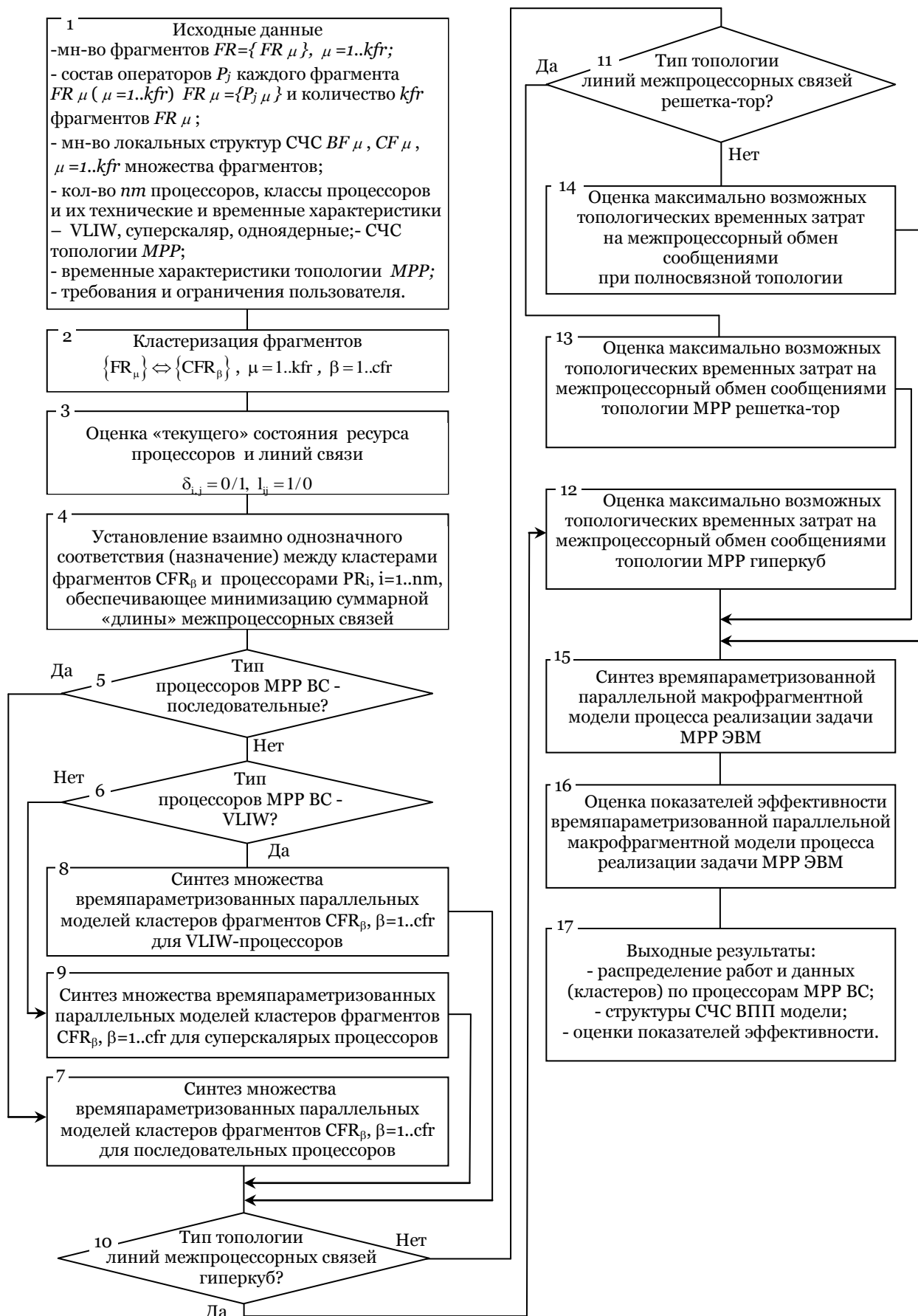


Рис. Обобщенная модель назначения задач для MPP систем



– количества и множества  $SFL_{\tau}$  (*set of free lines*) номеров свободных линий связи, имеющих признак  $l_{ij}=0$ .

Этап 3 (символ 4 рисунка). Устанавливается взаимно однозначное соответствие между кластерами фрагментов  $CFR_{\beta}$ ,  $\beta=1..cfr$  и подмножеством свободных в текущий момент времени процессоров  $MPP$   $BC$ , сопоставляющее каждому кластеру фрагментов «выделенный» процессор  $PR_i \in SFPR_{\tau}$  и обеспечивающее минимизацию суммарной «длины» межпроцессорных связей  $SFPR_{\tau}$ .

Этап 4 (символ 5 рисунка). Вид и характеристики параллельных процессов в любой параллельной вычислительной системе, в том числе и  $MPP$ , существенным образом зависят от двух макрофакторов: класса процессоров и их характеристик; топологий связей. На четвертом этапе осуществляется проверка типов процессоров  $MPP$   $BC$ . В системах с распределенной памятью наиболее часто применяются суперскалярные или  $VLIW$  процессоры (в самом простом случае – процессоры с последовательной обработкой).

На этапе 5 (символ 6 рисунка) синтезируется множество времяпараметризованных параллельных (ВПП) моделей кластеров фрагментов  $CFR_{\beta}$ ,  $\beta=1..cfr$ .

Различным факторам и различным требованиям и ограничениям соответствуют различные времяпараметризованные параллельные модели. Методы синтеза ВПП моделей представлены в [3-6]. Исходной информацией для синтеза ВПП моделей является:

- программа решаемой задачи, например на языке C++;
- класс параллельной ЭВМ  $MPP$  (с массивно параллельной обработкой и распределенной памятью);
- количество  $VU$  ( $NU$ ) и количество  $NM$  процессоров  $PR$  в  $VU$  – произвольные конечные;
- рассматривается однородная (гомогенная) архитектура  $MPP$  ЭВМ, поддерживаемые при синтезе времяпараметризованных параллельных моделей процессоры типов процессоров: скалярные, суперскалярные, с длиной командной строкой  $VLIW$ ;
- значения  $t^o(typ)$  длительностей выполнения различных типов «*typ*» арифметических, логических операций и операций обращения к индивидуальной памяти процессора  $MPP$  ЭВМ (в тактах);
- количество портов приема/передачи данных произвольного процессора  $k\_port \geq 1$ ;
- конструкция (состав полей) «сообщений» обмена данными между процессорами;
- время  $t^o_c$  обмена одним сообщением между смежными (соседними по топологии) процессорами;
- топология коммуникационных межпроцессорных связей – произвольная заданная (например, полный граф, гиперкуб, решетка-тор);
- средства синхронизации – известные библиотечные средства событийной синхронизации (в том числе средства  $MPI$ ,  $PVM$ );
- поддерживаемый метод параллельной обработки данных – совмещение независимых инструкций/функций задач.

Этап 6 (символ 9 рисунка). Производится оценка конкретной топологии для заданной  $MPP$   $BC$ . Для параллельных вычислительных систем используются ряд топологий, наиболее часто применимыми из которых являются: полный граф, гиперкуб, решетка-тор. Особенности этих топологий учитываются в обобщенной модели синтеза параллельных  $MPP$  – процессоров.

Этап 7 (символ 7 рисунка). На седьмом этапе осуществляется оценка максимальных временных затрат на обмен сообщениями. Временные затраты на выполнение параллельного времяпараметризованного процесса в  $MPP$   $BC$  определяются величиной затрат процессорного времени и величиной затрат на межпроцессорный обмен сообщениями.



Этап 8 (символ 8 рисунка). Обеспечивает синтез ВПП макрофрагментной модели процесса решения задачи MPP BC. Реальные временные затраты на параллельное выполнение задачи определяются возможностями временного совмещения выполнения различных процессорных операций и операций обмена сообщениями. Такая оценка требует решения задачи синтеза параллельных MPP – процессов с учетом: количества ВУ ( $NU$ ) и количества  $NM$  процессоров  $PR$ ; значения  $t^0(тип)$  длительностей выполнения различных типов «тип» арифметических, логических операций и операций обращения к индивидуальной памяти процессора  $MPP$  ЭВМ (в тактах); количества портов приема/передачи данных произвольного процессора  $k\_port \geq 1$ ; топологии коммуникационной межзвонной среды; поддерживаемых методов параллельной обработки данных.

На этапе 9 (символ 10 рисунка) проводится оценка показателей эффективности времяпараметризованной параллельной макрофрагментной (кластерной) и операторной модели процесса реализации задачи MPP BC: временные затраты на последовательное и параллельное выполнение задачи, выигрыш во времени, показатель эффективности распараллеливания, коэффициент загрузки оборудования.

Выходные данные:

1. распределение работ и данных (кластеров) по процессорам MPP BC;
2. структуры СЧС ВПП макрофрагментной модели MPP процесса;
3. структуры СЧС ВПП модели параллельного MPP процесса на операторном уровне;
4. оценки показателей эффективности времяпараметризованной параллельной макрофрагментной модели процесса реализации задачи MPP BC.

#### Выводы

1. Центральной проблемой параллельных BC различных классов, в том числе с массовым параллелизмом (MPP систем), является повышение их эффективности. Возможности повышения эффективности MPP систем существенным образом зависят от оптимальности решения задачи назначения.

2. Недостатками известных алгоритмов назначения являются: отсутствие учета фактора реального времени, как одного из параметров влияющих на эффективность параллельных программ; отсутствие формализованных конструктивных методов решения задачи назначения.

3. В статье представлена обобщенная модель назначения задач для MPP систем.

Отличительной особенностью модели является полная формализация задачи назначения на основе применения аппарата пространственно-временной дискретной математики, обеспечивающая учет: особенностей задач различных прикладных областей; особенностей конкретных статических и временных архитектур и конфигураций MPP систем; состава показателей эффективности и требований и ограничений пользователей.

#### Список литературы

1. Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений [Электронный ресурс] / Интернет университет информационных технологий ИНТУИТ.Р, 2009. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/department/calculate/paralltp/> свободный. – Загл. с экрана.
2. Воеводин В. В. Параллельные вычисления / В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.
3. Поляков Г. А. Метод формального архитектурно-ориентированного проектирования временных параллельных программ для ЭВМ с симметричной мультипроцессорной обработкой данных / Г. А. Поляков, Е. Г. Толстолужская // Зб. наук. праць Харківськ. Універс. Повітряних Сил. – Х. : ХУ ПС ім. І. Кожедуба, 2008. – Вип. 3(18). – С. 118–121.
4. Поляков Г. А. Технология проектирования времяпараметризованных мультипараллельных программ как стратегия развития систем параллельного проектирования / Г. А. Поляков, Е. Г. Толстолужская // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2009. – № 6(40). – С. 166–171.
5. Поляков Г.А. Синтез и анализ параллельных процессов в адаптивных времяпараметризованных вычислительных системах / Г.А. Поляков, С.И. Шматков,



Е.Г. Толстолужская, Д.А. Толстолужский: монография. – Х. : ХНУ имени В.Н. Каразина, 2012. – С. 434 – 575.

6.Артюх Ю. А. Обобщенная модель синтеза параллельных времяпараметризованных процессов для кластерных ВС / Ю. А. Артюх, Г. А. Поляков, Е. Г.Толстолужская // Научные ведомости – Б.: Белгородский государственный университет, 2013 г. № 1(144) 2013 – Вып. 25/1 – С. 90-94.

## UNIFIED MODEL OF TASK ASSIGNMENT FOR MPP SYSTEMS

**G.A. POLYAKOV<sup>1</sup>**  
**E.G. TOLSTOLUZKA<sup>2</sup>**  
**D.A. TOLSTOLUZKY<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup> *Belgorod National  
Research University,  
Belgorod*

<sup>2)</sup> *Kharkov National University  
nm. Karazin, Kharkov.*

Unified model of task assignment for MPP systems which distinctive feature is complete formalization of task assignment based on the space-time discrete mathematics unit providing record of particular problems in different application areas, specific static and temporal architectures and MPP configurations features, efficiency indexes structure and users requirements and restrictions is presented.

Keywords: task assignment; semantic numerical specification; fragments clusters; timeparameterized parallel models; MPP systems.



## МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗОЛИРУЮЩИХ ДЫХАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА ХИМИЧЕСКИ СВЯЗАННОМ КИСЛОРОДЕ

**А.В. МАЙСТРЕНКО**  
**Н.В. МАЙСТРЕНКО**  
**О.И. ЕРОХИН**

*Тамбовский  
государственный  
технический  
университет*

*e-mail:  
postmaster@amast.tstu.ru*

Важным элементом системы защиты населения от вредных воздействий ядовитых веществ, образующихся при пожарах, в случаях химического поражения и т.п. являются изолирующие дыхательные аппараты (ИДА) – переносные средства защиты органов дыхания, глаз и кожи лица. В качестве источников кислорода и поглотителей диоксида углерода в ИДА с химически связанным кислородом используются в основном регенеративные продукты на основе надпероксида калия.

В статье приводится вывод математической модели ИДА с регенеративным патроном, состоящим из набора пластин, которая использовалась для исследования процессов выделения кислорода и поглощения углекислого газа, поиска оптимальных конструктивных параметров ИДА с регенеративным продуктом на матрице из стекловолокна.

Ключевые слова: изолирующий дыхательный аппарат, регенеративный продукт, газовоздушная смесь, надпероксид калия, диоксид углерода.

Актуальность проблем, связанных с решением задач энерго-, ресурсосбережения и экологической безопасности технологических производств, безопасности человека, природы и общества от негативных воздействий техногенного характера возрастает с каждым годом [1, 3]. При возникновении ситуаций, приводящих к образованию атмосферы, непригодной для дыхания (в результате аварий, пожаров, террористических актов и др.), для обеспечения жизнедеятельности людей используют изолирующие дыхательные аппараты (ИДА) на химически связанном кислороде. В качестве регенеративного продукта в таких аппаратах используется надпероксид калия на полимерной матрице. Регенеративный патрон ИДА изготавливается в виде оболочки из вспененного полипропилена с газораспределительным устройством. Оболочка представляет собой обечайку, заполненную регенеративным продуктом и снабженную крышкой с центральным отверстием для присоединительного патрубка и ребрами жесткости, выполненными в виде угловых сварных швов. Пластины регенеративного продукта снабжены рифлями, образующими выступы, расположенные под углом к продольной оси пластины. При сборке в пакет соседние пластины развернуты относительно друг друга на 180°, что образует между выступами газораспределительные каналы. Регенеративный продукт, имеет максимально развернутую и легко доступную к взаимодействию с диоксидом углерода поверхность регенеративного продукта.

При выдохе газовоздушная смесь (прямое направление) проходит через гофротрубку («вредный объем») и попадает в газораспределительное устройство, которое обеспечивает равномерное распределение скоростей потока по поверхности пластин регенеративного продукта (рис. 1). Диоксид углерода из газовоздушной смеси адсорбируется на поверхности регенеративного продукта и далее взаимодействует с надпероксидом калия. Оставшийся (непоглощенный) диоксид углерода попадает в дыхательный мешок. На стадии вдоха газовоздушная смесь движется в противоположном направлении: из дыхательного мешка газовоздушная смесь, проходя через патрон, попадает в гофротрубку. Рифли пластин способствуют турбулизации потока газовоздушной смеси, за счет чего достигается равномерная отработка регенеративного продукта по всему объему пластин. Толщина пластин не превышает 1 мм. Таким образом при моделировании и последующем проектировании конструкции ИДА необходимо учитывать как «вредный объем» аппарата, так и собственно регенеративный патрон.

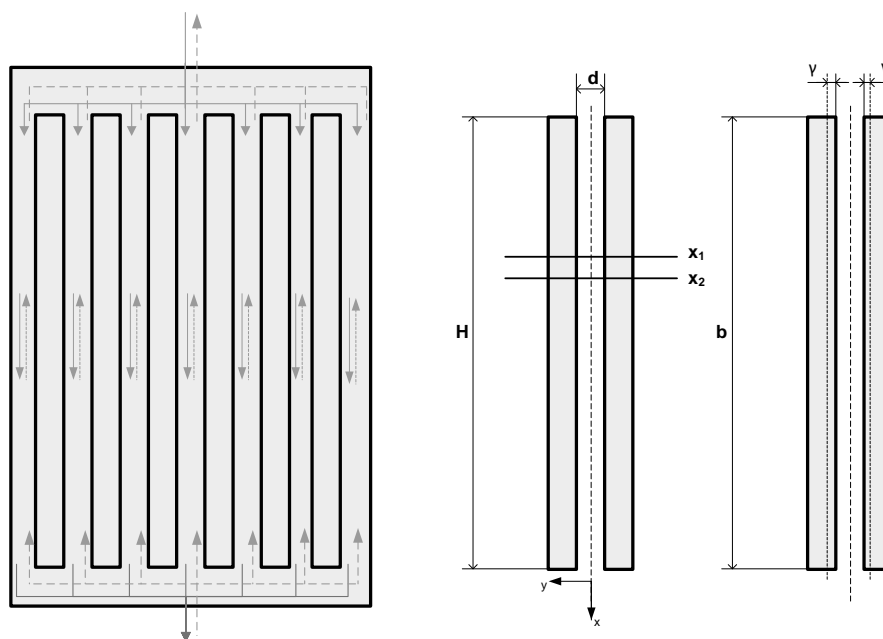


Рис. 1. Схема движения газозвдушного потока по регенеративному патрону (— — — прямое направление; - - - - - обратное направление)/

### Моделирование «вредного объема» ИДА

При моделировании ИДА для нахождения концентраций  $\text{CO}_2$  на входе в регенеративный патрон необходимо учитывать влияние вредного объема ИДА, включающего в себя подмасочное пространство ИДА, гофротрубку и свободное от адсорбента пространство в патроне ИДА.

Для известных концентраций углекислого газа в выдыхаемом воздухе в выдыхаемом воздухе ( $c_{\text{выд}}$ ) и в потоке, поступающем во вредное пространство из патрона на стадии вдоха ( $c_{\text{п}}$ ), требуется определить концентрацию диоксида углерода, поступающую в патрон на стадии выдоха ( $c_{\text{вх}}$ ) и концентрацию диоксида углерода вдыхаемой газозвдушной смеси ( $c_{\text{вд}}$ ).

Количество диоксида углерода, поступающего на стадии выдоха в регенеративный патрон, складывается из объемной доли  $\text{CO}_2$  во вредном объеме и объемной доли  $\text{CO}_2$  в выдыхаемой газозвдушной смеси, поступившей в патрон. Аналогично количество диоксида углерода, поступающего на стадии вдоха в легкие человека, складывается из объемной доли  $\text{CO}_2$  во вредном объеме и объемной доли  $\text{CO}_2$  во вдыхаемой газозвдушной смеси, поступившей из патрона ИДА. Тогда исходя из уравнений материального баланса для компонент газозвдушной смеси искомые концентрации  $\text{CO}_2$  можно рассчитать по формулам:

$$c_{\text{вх}} = \frac{c_{\text{п}} \cdot V_{\text{во}} + c_{\text{выд}} \cdot (V_{\text{выд}} - V_{\text{во}})}{V_{\text{выд}}}$$

$$c_{\text{вд}} = \frac{c_{\text{выд}} \cdot V_{\text{во}} + c_{\text{п}} \cdot (V_{\text{выд}} - V_{\text{во}})}{V_{\text{выд}}}$$

где  $V_{\text{во}}$  – объем вредного пространства,  $V_{\text{выд}}$  – объем вдоха-выдоха, а  $c_{\text{п}}$  находится как средняя за период вдоха концентрация на выходе из патрона

$$c_{\text{п}} = \frac{1}{V_{\text{выд}}} \int_{t_l+t_g}^{t_{l+1}} c(c_{\text{дм}}, \tau) \cdot V(\tau) d\tau$$

Предполагая, что дыхательный мешок является ячейкой идеального смешения, среднюю за цикл вдоха-выдоха концентрацию  $\text{CO}_2$  в дыхательном мешке можно рассчитать по формуле  $c_{\text{дм}} = \frac{1}{V_{\text{выд}}} \int_{t_l}^{t_l+t_g} c(c_{\text{вх}}, \tau) \cdot V(\tau) d\tau$ .



При заданных значениях легочной вентиляции ( $V_{nt}$ ) и частоте дыхания  $N$  на испытательном стенде «Искусственные легкие» (ИЛ) можно рассчитать объем вдоха (выдоха) ( $V_{в\text{вд}}$ ) и период вдоха (выдоха) ( $t_{в}$ ):  $t_{в} = \frac{1}{2 \cdot N}$ ,  $V_{в\text{вд}} = \frac{V_{nt}}{N}$

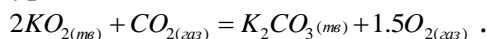
При работе стенда ИЛ в режиме без накопления концентрация диоксида углерода на входе в ИДА постоянна и равна  $c_{в\text{вд}} = c_{ч} = \frac{Q}{V_{nt}}$ , где  $Q$  – нагрузка по  $CO_2$ , задаваемая режимом работы ИЛ, а в режиме с накоплением концентрация диоксида углерода рассчитывается как сумма концентрации  $CO_2$  потока, поступившего в ИЛ из ИДА на стадии вдоха, и концентрации  $CO_2$ , задаваемого установкой ИЛ:  $c_{в\text{вд}} = c_{вд} + c_{ч}$ .

### Математическое моделирование работы регенеративного патрона ИДА

При построении математической модели регенеративного патрона приняты следующие допущения: лимитирующей стадией хемосорбции диоксида углерода является диффузия  $CO_2$  к поверхности пластины (рис. 1); теплофизические свойства регенеративного продукта в рабочем интервале температур можно считать постоянными; температуру и концентрацию диоксида углерода по оси  $y$  принимаем постоянной; коэффициент продольной диффузии азота  $D_{в}$  газовой фазе зависит от температуры  $T$  потока газовой смеси; мощность внутренних источников тепла и вещества зависит только от координаты  $x$  и времени  $\tau$ ; объемная скорость выдыхаемого воздуха периодически изменяется во времени по синусоидальному закону, описываемому уравнением  $V(\tau) = \frac{\pi V_{в\text{вд}}}{2t_{в\text{вд}}} \sin\left(\frac{\pi \tau}{t_{в\text{вд}}}\right)$ , где  $V_{в\text{вд}}$  – объем вдоха-выдоха, м<sup>3</sup>;  $t_{в\text{вд}}$  – период вдоха-выдоха, с.

Уравнения математической модели процесса регенерации воздуха хемосорбентом включают уравнения массо- и теплообменных процессов в газовой и твердой фазах, уравнения хемосорбции диоксида углерода из газовой смеси регенеративным продуктом и выделения кислорода.

Взаимодействие надпероксида калия с диоксидом углерода в присутствии водяных паров может быть представлено уравнением



При постоянной температуре скорость химической реакции, протекающей в однородной среде, пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ. Скорость поглощения диоксида углерода определяется по формуле  $\frac{da}{d\tau} = kc(a_0 - a)$ , где  $a$  – текущее значение концентрации  $CO_2$  в твердой фазе (количество поглощенного  $CO_2$ );  $a_0$  – значение равновесной (стехиометрической) концентрации  $CO_2$  в твердой фазе,  $c$  – значение концентрации  $CO_2$  в газовой фазе.

Обозначив через  $\beta = k \cdot a_0$ , получим уравнение кинетики поглощения диоксида углерода

$$\frac{da}{d\tau} = \beta c \left(1 - \frac{a}{a_0}\right) \tag{1}$$

Скорость выделения кислорода зависит от количества оставшегося активного кислорода и описывается уравнением вида:

$$\frac{da_{O_2}}{d\tau} = \beta_{O_2} c \left(-\frac{a_{O_2}}{a_{k_0}}\right) \tag{2}$$

где  $a_{O_2}$  – текущее значение концентрации  $O_2$  в твердой фазе;  $a_{k_0}$  – значение равновесной (стехиометрической) концентрации  $O_2$  в твердой фазе,  $\beta_{O_2} = k \cdot a_{k_0}$ .

Представим вывод уравнений массо- и теплопереноса процесса регенерации воздуха в патроне с регенеративным продуктом на пластинах (рис. 1). Запишем закон сохранения вещества (уравнение баланса) в элементарном  $i$ -том слое по высоте пластины  $[x_1, x_2]$  за время  $[t_1, t_2]$ :



$$\begin{aligned}
 & -G_{cm} \int_{t_1}^{t_2} [c(x_2, \tau) - c(x_1, \tau)] d\tau + \frac{d \cdot b}{2} \int_{t_1}^{t_2} \left[ D(x) \frac{\partial}{\partial x} c(x, \tau) \Big|_{x=x_2} - D(x) \frac{\partial}{\partial x} c(x, \tau) \Big|_{x=x_1} \right] d\tau - b\gamma \int_{t_1}^{t_2} \int_{x_1}^{x_2} F(x, \tau) dx d\tau = \\
 & = \frac{d \cdot b}{2} \int_{x_1}^{x_2} [c(\xi, t_2) - c(\xi, t_1)] d\xi
 \end{aligned}$$

Предположим, что функция  $c(x, t)$  имеет непрерывные производные  $c_t = \frac{\partial c}{\partial t}$  и  $c_x = \frac{\partial c}{\partial x}$ . Тогда пользуясь теоремой о среднем, получаем равенство

$$\begin{aligned}
 & -G_{cm} [c(x_2, \tau) - c(x_1, \tau)]_{\tau=t_3} \Delta t + \frac{d \cdot b}{2} \left[ D(x) \frac{\partial}{\partial x} c(x, \tau) \Big|_{x=x_2} - D(x) \frac{\partial}{\partial x} c(x, \tau) \Big|_{x=x_1} \right]_{\tau=t_4} \Delta t - b\gamma F(x_4, t_5) \Delta x \Delta t = \\
 & = \frac{d \cdot b}{2} [c(\xi, t_2) - c(\xi, t_1)]_{\xi=x_3} \Delta x
 \end{aligned}$$

которое при помощи теоремы о конечных приращениях можно преобразовать к виду

$$-w_{cm} \frac{d \cdot b}{2} \left[ \frac{\partial c(x, t)}{\partial x} \right]_{x=x_5}^{t=t_3} \Delta t \Delta x + \frac{d \cdot b}{2} \frac{\partial}{\partial x} \left[ D(x) \frac{\partial}{\partial x} c(x, t) \right]_{x=x_6}^{t=t_4} \Delta t \Delta x - b\gamma F(x_4, t_5) \Delta x \Delta t = \frac{d \cdot b}{2} \frac{\partial c}{\partial t} \Big|_{x=x_3}^{t=t_6} \Delta x \Delta t,$$

где  $x_3, x_4, x_5, x_6$  и  $t_3, t_4, t_5, t_6$  – промежуточные точки интервалов  $(x_1, x_2)$  и  $(t_1, t_2)$ ,  $w$  – линейная скорость дыхательной смеси,  $m^3/c$ ;  $w = \frac{2G_{cm}}{d \cdot b}$ ,  $\gamma$  – толщина слоя регенеративного продукта.

Отсюда после сокращения на  $\Delta x \Delta t$  получим:

$$-w_{cm} \frac{d \cdot b}{2} \left[ \frac{\partial c(x, t)}{\partial x} \right]_{x=x_5}^{t=t_3} + \frac{d \cdot b}{2} \frac{\partial}{\partial x} \left[ D(x) \frac{\partial}{\partial x} c(x, t) \right]_{x=x_6}^{t=t_4} - b\gamma F(x, t) \Big|_{t=t_5}^{x=x_4} = \frac{d \cdot b}{2} \frac{\partial c}{\partial t} \Big|_{x=x_3}^{t=t_6}.$$

Все эти рассуждения относятся к произвольным промежуткам  $(x_1, x_2)$  и  $(t_1, t_2)$ . Переходя к пределу при  $x_1, x_2 \rightarrow x$  и  $t_1, t_2 \rightarrow t$ , получим уравнение

$$-w_{cm} \frac{d \cdot b}{2} \frac{\partial c(x, t)}{\partial x} + \frac{d \cdot b}{2} \frac{\partial}{\partial x} \left( D(x) \frac{\partial}{\partial x} c(x, t) \right) - b\gamma F(x, t) = \frac{d \cdot b}{2} \frac{\partial c}{\partial t}.$$

Сократим последнее уравнение на  $d \cdot b/2$  и используем в качестве функции источника  $F(x, t)$  формулу (1). В результате получим дифференциальное уравнение массопереноса диоксида углерода:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + w_{cm} \frac{\partial c}{\partial x} + \frac{2\gamma}{d} \frac{\partial a}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( D(x) \frac{\partial c}{\partial x} \right) \quad (3)$$

Используя механизм вывода уравнения массопереноса для диоксида углерода, аналогично можно вывести уравнения массопереноса кислорода и теплопереноса:

$$\frac{\partial c_{O_2}}{\partial t} + w_{cm} \frac{\partial c_{O_2}}{\partial x} + \frac{2\gamma}{d} \frac{\partial a_{O_2}}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( D_{O_2}(x) \frac{\partial c_{O_2}}{\partial x} \right) \quad (4)$$

$$c^T \rho^T \frac{\partial T}{\partial t} + w_x c^T \rho^T \frac{\partial T}{\partial x} + H_\Sigma \frac{\partial a}{\partial t} = \lambda_\Sigma \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad (5)$$

где  $q_v = H_\Sigma \frac{\partial a}{\partial t}$  – мощность внутренних источников тепла при хемосорбции,  $H_\Sigma$  – суммарный тепловой эффект, рассчитанный по закону Гесса,  $a$  – количество прореагировавшего вещества.

Дополним систему дифференциальных уравнений теплопереноса (1)–(5) начальными и граничными условиями:

Начальные условия:

$$T(z, 0) = T_0; c(z, 0) = 0; c_{O_2}(z, 0) = c_{O_2}^{возд}; a(z, 0) = 0; a_{O_2}(z, 0) = a_{O_2, 0}, \quad (6)$$

где  $c_{O_2}^{возд}$  – концентрация кислорода в воздухе.

Граничные условия:

1) на выдохе



$$\begin{aligned}
 c(0, \tau) &= c^{\text{выдох}}(\tau); \quad c_{O_2}(0, \tau) = c_{O_2}^{\text{выдох}}(\tau) \\
 \frac{\partial c(H, \tau)}{\partial \tau} + w_x \frac{\partial c(H, \tau)}{\partial x} &= -(1 - \varepsilon) \frac{\partial a(H, \tau)}{\partial \tau} \\
 \frac{\partial c_{O_2}(H, \tau)}{\partial \tau} + w_x \frac{\partial c_{O_2}(H, \tau)}{\partial x} &= -(1 - \varepsilon) \frac{\partial a_{O_2}(H, \tau)}{\partial \tau}
 \end{aligned} \tag{7}$$

где  $c^{\text{выдох}}$  – концентрация  $CO_2$  в гофротрубке на выдохе,  $c_{O_2}^{\text{выдох}}$  – концентрация  $O_2$  в гофротрубке на выдохе;

2) на вдохе левая и правая граница меняются местами:

$$\begin{aligned}
 c(H, \tau) &= c^{\text{вдох}}(\tau); \quad c_{O_2}(H, \tau) = c_{O_2}^{\text{вдох}}(\tau) \\
 \frac{\partial c(0, \tau)}{\partial \tau} + w_x \frac{\partial c(0, \tau)}{\partial x} &= -(1 - \varepsilon) \frac{\partial a(0, \tau)}{\partial \tau} \\
 \frac{\partial c_{O_2}(0, \tau)}{\partial \tau} + w_x \frac{\partial c_{O_2}(0, \tau)}{\partial x} &= -(1 - \varepsilon) \frac{\partial a_{O_2}(0, \tau)}{\partial \tau}
 \end{aligned} \tag{8}$$

где  $c^{\text{вдох}}$  и  $c_{O_2}^{\text{вдох}}$  – концентрация  $CO_2$  и  $O_2$  в дыхательном мешке.

Дифференциальные уравнения (1)–(5), начальные (6) и граничные (7)–(8) условия представляют собой математическую модель процесса регенерации воздуха в регенеративном патроне с продуктом на пластинах при маятниковой схеме дыхания. Система содержит три уравнения в частных производных и два обыкновенных дифференциальных уравнения. Для ее решения будем использовать двухслойную консервативную конечно-разностную схему Самарского А.А.[4]. Математическая модель предназначена для исследования и оптимального проектирования ИДА с наноструктурированными регенеративными продуктами.

### Компьютерное моделирование и проектирование ИДА

Моделирование проводилось при различных нагрузках на аппарат – легкой, средней и тяжелой. В таблице приведены величины легочной вентиляции, концентрации диоксида углерода в выдыхаемом воздухе, в зависимости от нагрузки. Объем дыхательного мешка принимался равным 3 л. Считается, что в начальный момент времени вредное пространство не содержит диоксида углерода, а согласно ГОСТ Р 53260–2009 защитная способность самоспасателя исчерпывается при увеличении объемной доли диоксида углерода на вдохе и в дыхательном мешке свыше 3%.

Таблица 1

#### Параметры легочной вентиляции

Нагрузка	Объемная скорость ГВС, дм <sup>3</sup> /мин	Частота дыхания, выд/мин	$C_{\text{выд}}$ , % об
Легкая	12	10	4,15
Средняя	32	20	4,9
Тяжелая	70	20	5

Для исследования режимов работы ИДА нами была разработана компьютерная программа, имитирующая процесс регенерации воздуха в системе «аппарат «Искусственные легкие» – ИДА КС-15». В программе были реализованы два различных подхода к моделированию процесса хемосорбции: один подход, реализованный в виде отдельного модуля, использовал диффузионную модель, а другой – формализованную модель, описывающую процесс хемосорбции уравнением «сжимающейся сферы». Численный эксперимент на обеих моделях подтвердил предположение о влиянии величины «вредного объема» [2]. Во вредном объеме ГВС накапливает диоксид углерода за счет того, что часть выдыхаемой смеси, оставаясь во вредном объеме, не реагирует с надпероксидом калия и на стадии вдоха попадает в легкие с завышенной концентрацией  $CO_2$ .

На рисунке 2 представлены зависимости концентрации диоксида углерода во вдыхаемой смеси от времени при различных начальных значениях вредного объема.

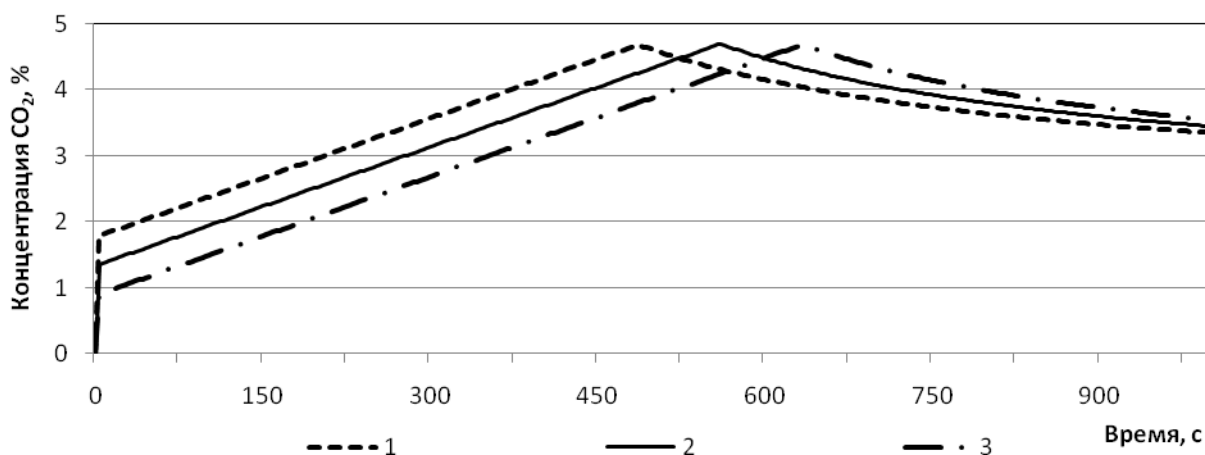


Рис. 2. График изменения концентрации диоксида углерода во вдыхаемой смеси при средней нагрузке при различных начальных значениях вредного объема:  
1 – 0.3 дм<sup>3</sup>; 2 – 0.225 дм<sup>3</sup>; 3 – 0.15 дм<sup>3</sup>

ИДА с начальным вредным объемом в 0.3 дм<sup>3</sup> при средней нагрузке обладает временем защитного действия 200 секунд, в то время как ИДА с начальным вредным объемом в 0.225 дм<sup>3</sup> и в 0.15 дм<sup>3</sup> обладают временем защитного действия 290 и 330 секунд соответственно.

При разработке конструкции регенеративного патрона логично было бы предположить, что максимальное наполнение объема патрона регенеративным продуктом позволит достичь максимального времени защитного действия. Но экспериментальные исследования показывают, что это приводит к значительному увеличению температуры в зоне реакции, и, как следствие, к появлению побочных продуктов реакции и спеканию регенеративного продукта, приводя к его неэффективному использованию. Наличие же зазоров между пластинами снижает гидравлическое сопротивление дыханию, обеспечивает свободное взаимодействие каждого кристалла надпероксида калия с парами воды и диоксидом углерода и исключает появление побочных продуктов реакции (спекание продукта).

С учетом всех приведенных обстоятельств в качестве критерия оптимизации процесса регенерации воздуха в ИДА была выбрана масса надпероксида калия в регенеративном патроне. В этом случае задача оптимизации формулируется как задача нахождения минимальной массы регенеративного продукта в патроне (зависящей от габаритных размеров регенеративных пластин, расстояния между ними и величины начального вредного объема), обеспечивающей заданное время защитного действия при полной степени обработки продукта:

$$m_{np}^* = \min_{l,d,h,\rho,V_{60}} m_{np}$$

при связях в виде уравнений математической модели и ограничениях:

$$c \leq 3\%; c_{O_2} \geq 20\%; T < 50^\circ C; t_{зд} \geq t_{зад}.$$

Здесь  $l, d, h$  – длина, ширина, высота регенеративного патрона,  $\rho$  – расстояние между пластинами,  $V_{60}$  – величина вредного объема,  $t_{зд}$  – время защитного действия.

Для решения поставленной задачи оптимизации была написана программа на языке ObjectPascal, использующая алгоритм последовательного квадратичного программирования SQP. В результате были получены следующие результаты:  $l = 0,05$  м,  $d = 0,2$  м,  $h = 0,11$  м,  $\rho = 0,001$  м,  $t_{зд} = 18$  мин.

Результаты решения задачи оптимизации показывают, что оптимальным является увеличение ширины пластины и уменьшение длины и расстояния между пластинами. Такие габариты пластин и регенеративного патрона позволяют увеличить количество регенеративного продукта в фронтальном слое и одновременно снизить величину вредного объема, нарастающего в патроне по мере отработки. За счет большей площади фронтального слоя и высокой скорости реакции поглощения в начальное время работы аппарата обеспечивается отсутствие проскока диоксида углерода через регенеративный продукт. В оптимальной точке все поставленные ограничения выполняются, а степень отработки регенеративного продукта при найденных значениях достигает 90%.

### Список литературы

1. Иващук О.А., Иващук О.Д. Модели интеллектуального анализа данных в информационных системах экологической безопасности. // Научные ведомости БелГУ. Серия «История. Политология. Экономика. Информатика». 2013. №15(158). Выпуск 27/1. С. 163-168.
2. Майстренко А.В. и др. Исследование влияния вредного объема дыхательного аппарата на эффективность процесса регенерации воздуха // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-24.: Сб. трудов XXIV Междунар. науч. конф. Киев: национ. техн. ун-т Украины (КПИ), 2011. Т. 4. С. 120 – 121.
3. Майстренко А.В. и др. Разработка энерго- и ресурсосберегающей технологии непрерывного синтеза азопигментов // Вопросы современной науки и практики. Университетим. В.И. Вернадского. 2013. № 3 (47). С.306-314.
4. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М.: Изд-во «Наука», 1972. -736с.

## MODELING CONTAINED BREATHING APPARATUS CHEMICAL OXYGEN

**A.V. MAYSTRENKO**  
**N.V. MAYSTRENKO**  
**O.I. EROKHIN**

*Tambov state technical  
university*

*e-mail:  
postmaster@amast.tstu.ru*

The important element of the protection of the population from the harmful effects of toxic substances formed during fires, in cases of chemical danger, etc. is contained breathing apparatus – portable resource of respiratory protection, eye and skin. As a source of oxygen and sinks of carbon dioxide in contained breathing apparatus with a chemical oxygen regenerative products based on potassium superoxide are used.

The article a derivation of the mathematical model of contained breathing apparatus with a regenerative patron of the stack of plates is provided. This model to investigate the processes of extraction of oxygen and absorbing carbon dioxide, to search of optimal design parameters of contained breathing apparatus is used.

Keywords: contained breathing apparatus, regenerative product, gas mixture, potassium superoxide, carbon dioxide.



УДК 621.377.2

## АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУБПИКСЕЛЬНЫХ КООРДИНАТ ТОЧЕЧНОГО ОБЪЕКТА

**Н.В. ЩЕРБИНИНА***Белгородский государственный  
национальный  
исследовательский  
университет**e-mail:  
shcherbinina@bsu.edu.ru*

Вычисление взаимной корреляции расфокусированного линзами бортовой оптико-электронной аппаратуры изображения и результата моделирования формирования изображения на борту с расфокусировкой на фокальной плоскости оптико-электронной аппаратуры спутника позволяет повысить точность определения значений координат местонахождения объекта на фокальной плоскости – матричном транспаранте в условиях превышения апертурами пикселей чувствительного транспаранта размеров отображаемого объекта по сравнению с промышленными методами вычисления центра тяжести пятна расфокусировки изображения малого, с субпиксельной апертурой, объекта.

Ключевые слова: функция рассеяния точки, изображение, пространственно-частотный спектр, функция взаимной корреляции, бортовая оптико-электронная аппаратура, апертура пикселя, субпиксельное разрешение, внутрипиксельный объект

Получаемые при многоспектральном дистанционном зондировании изображения, позволяют формировать улучшенные изображения с субпиксельным разрешением (повышение разрешения до 1,4-2 раз [1]) и, соответственно, повышать точность позиционирования распознаваемых объектов (в данной работе приведен только один из примеров реализации субпиксельного разрешения [1], хотя на современном этапе это одна из популярнейших технологий модернизации стволов космического зондирования Земли), но соответствующие технологии не затрагивают вопросы реализации улучшения точности позиционирования объектов, апертуры которых на фокальной плоскости бортовой оптико-электронной аппаратуры (БОЭА) или целиком вписываются в апертуры пикселей чувствительного транспаранта или даже рассматриваются как псевдоточки.

Расфокусировка на выходе БОЭА формируемого изображения в «разумных» пределах [2] создает ситуацию, при которой изображения объектов, будучи даже меньше по размерам апертур пикселей транспаранта, расплываются и засвечивают достаточно большие площадки на транспаранте (в работе [2] для такого случая в качестве ограничивающего глубину расфокусировки фактора используется состояние расфокусировки изображения, при котором еще восстанавливаются однозначно подавляемые на изображении верхние моды пространственно-частотного спектра). Вычислением центров тяжести образующихся при этом, как правило, гауссоподобных по распределению яркости пятен – отображений субпиксельных объектов можно достичь точности определения их координат (коррелируемых с энергетическими максимумами в исходных изображениях объектов), выражающиеся достаточно малыми долями апертур пикселей транспаранта – эта технология принята как базовая в навигационных системах, использующих в качестве входной информации изображения участков звездного неба и нередко используется в каждом «черно-белом канале» при формировании изображений по данным многоспектрального зондирования [3].

**Цель исследований:** построение модели вычислительного процесса с улучшенной по сравнению с промышленными методами вычисления «центров тяжести» точностью вычисления на фокальной плоскости БОЭА координат изображений объектов с субпиксельной апертурой для канала дистанционного зондирования.

Наиболее распространенный профиль функции рассеяния точки (ФРТ) в задачах навигации по звездам – гауссоподобный, более того, стоит рассмотреть принудительную расфокусировку также с использованием гауссоподобной ФРТ, при этом расфокусировка методом использования пространственно-частотных спектров осуществляется редуцированием спектра изображения оператором с гауссоподобным (по огибающей амплитудной составляющей) спектром тоже [4].



Очевидно, что центр тяжести при неоднородном распределении яркости на изображении объекта будет смещен к точке максимального значения яркости; это смещение систематическое и для большинства задач с позиционированием объекта с субпиксельной точностью (задач слежения, сопровождения, целеуказания, наведения, построения траектории движения и т.п.) вычисленный «внутрипиксельный» центр тяжести может считаться равноправным с классическим, т.к. лежит он на объекте.

Пятка гауссоподобного распределения яркости на дискретном транспаранте представляет собой неидеальный круг с пиксельно-ступенчатой по геометрии границей – круг засветки прямоугольных пикселей; параметры расфокусировки заданы и известны и, соответственно, известны пределы изменения индексов (номеров) пикселей, входящих в этот круг. Вопросы определения эффективного радиуса круга засветки пикселей (связанного с уровнем шума на изображении и частотой дискретизации изображения) и уровня радиометрического разрешения в системе, с целью подсчета и выделения пикселей, которые можно учитывать в формуле вычисления центра тяжести расфокусированного объекта, исследованы в задачах навигации по размытым изображениям звезд, задачах сопровождения удаленных точечных объектов, в том числе в работах [5,6,7].

При этом при расфокусировке проецируемого на матрицу чувствительных элементов изображения информация от «внутрипиксельного» элемента проецируется на «учитываемое» [8] количество чувствительных пикселей  $N$ , а положение центра тяжести задается отношением со взвешенным суммированием значений координат пикселей:

$$\sum \begin{Bmatrix} x \\ y \end{Bmatrix} R_{x,y} / \sum R_{x,y} = \begin{Bmatrix} x_r \\ y_r \end{Bmatrix} \quad (1)$$

где  $\begin{Bmatrix} x \\ y \end{Bmatrix}$   $\begin{Bmatrix} x_r \\ y_r \end{Bmatrix}$  – вектор координат пикселей, входящих в учитываемое количество  $N$  и пара значений координат вычисленного положения центра тяжести пятна, соответственно,  $R_{x,y}$  – значения яркостей соответствующих пикселей.

Пятка конуса расфокусировки от кляксоподобного или многосвязного по топологии изображения объекта характеризуется снижением эффективного радиуса на транспаранте, и снижением уровня его радиометрического разрешения над порогом отделения шумовой энергии на изображении, вплоть до срыва индикации объекта в системе наблюдения. В настоящей работе задача позиционирования таких сложных субпиксельных объектов не ставится.

Обнаружение наличия внутрипиксельного объекта наиболее вероятно при многоспектральном зондировании, когда огибающая (ступенчатая) яркостей вдоль оси номеров спектральных каналов «подозреваемого» на наличие малого объекта внутри апертуры пикселя отличается от аналогичной огибающей для окружающих пикселей, представляющих вдоль оси номеров каналов спектр подстилающей поверхности (как правило соответствующий сезонной карте спектров глобального землеобзора).

На основе вычисленной энергии возмущения спектрального портрета в области тестируемого пикселя целесообразно согласовывать параметры перестройки оптоэлектронной аппаратуры на расфокусирование изображения с установкой амплитудного порога для подавления шумовой по отношению к пятну информации [9] (причем смещение номера пикселя и окна обработки информации на многоспектральном паттерне от канала к каналу определяется по формуле для скорости движения изображения [10] с учетом времени отработки предыдущих каналов на сканирование зондируемой поверхности): используя модификацию формулы [9] для параметра  $PG$  квазипропорциональному отношению "энергия шума/энергия сигнала", умноженному на величину  $\varepsilon = \tau / A$ , пропорциональную вероятности ложной тревоги в процедуре корреляционного обнаружения

$$PG = \frac{\Delta_p \cdot \sigma \cdot \varepsilon}{D_c \cdot \Omega}, (D_c, \Omega \neq 0); \quad (2)$$



здесь  $\sigma^2$  – среднеквадратичная дисперсия яркости исходного изображения;

$D_c$  – динамический диапазон контрастов выделяемых образов;

$\Omega$  – полоса пространственных частот, занимаемая спектральными портретами образов при предстоящей расфокусировке;

$\Delta_p$  – полоса пересечения пространственных частот спектральных портретов образов и шумов;

$\tau$  – радиус корреляции шума;

$A$  – средняя апертура пятна расфокусированного образа;

При этом величина  $\varepsilon = \tau / A$  нормирует отношение  $\Delta\sigma / D_c \Omega$  так, что при выборе для позиционирования объектов, для которых  $\varepsilon \ll 1$  она удерживает значения  $PG \leq 0.3$ . Это эквивалентно значению вероятности ошибки в идентификации возмущения спектра  $< 0.3$  и служит указанием на выбор глубины расфокусировки.

Из всех приведенных параметров в формуле (2) наиболее труднодоступен в оценке параметр  $\Delta_p$ . Для оценки  $\Delta_p$  следует на окне изображения, содержащем образ и шум, запустить процедуру веерной фильтрации с перебором длин баз фильтрации  $L$  в сторону их увеличения. При этом значение  $L_0^{-1}$ , при котором накапливающий функционал веерного фильтра показывает начало устойчивого выделения регулярных составляющих изображения можно принять с высокой степенью достоверности за левую границу полосы частот шумов, тогда легко можно найти  $\Delta_p$ :

$$\Delta_p = \Omega - L_0^{-1} \quad (3)$$

Вычисления по правилу логарифмической производной от выражения (1) дают оценку относительной погрешности позиционирования объекта в виде:

$$|\Delta V / V| + |\Delta D / D| = \left| \Delta \left\{ \begin{matrix} x_r \\ y_r \end{matrix} \right\} / \left\{ \begin{matrix} x_r \\ y_r \end{matrix} \right\} \right|, \quad (4)$$

где  $|\Delta V / V|$  – модуль относительной погрешности, полученный по правилу логарифмической производной,  $V$  – числитель левой части выражения (1),  $|\Delta D / D|$  – модуль относительной погрешности, полученный по правилу логарифмической производной,

$D$  – знаменатель левой части выражения (1),  $\left| \Delta \left\{ \begin{matrix} x_r \\ y_r \end{matrix} \right\} / \left\{ \begin{matrix} x_r \\ y_r \end{matrix} \right\} \right|$  – модуль относительной

погрешности от вычисленных координат центра тяжести. Для современных ОЭП на основе ПЗС величина относительной погрешности вычисления координат центров тяжести для  $N=16-32$ , имеет значение от 0.003 до 0.01. Интервал абсолютных погрешностей, измеряемых в мкм, определяется в худшем случае произведением приведенных относительных погрешностей на апертуру (от 8 мкм) пиксела используемой матрицы приборов с зарядовой связью (ПЗС).

После оценки погрешности позиционирования субпиксельного объекта (по отслеженным пикселям в каналах), можно ставить задачу улучшения выбранной оценки в используемом канале.

Для чего с первичным, нерасфокусированным изображением вычисляется свертка с вычисленной гауссоподобной ФРТ расфокусировки – создается модель прямой задачи формирования изображения для позиционирования субпиксельного объекта, причем, и это самое существенное, когда в этой модели индексы смещения при свертке попадают на

тестируемый пиксел в пределах области  $\left[ 0.99 \left\{ \begin{matrix} x_r \\ y_r \end{matrix} \right\}, 1.01 \left\{ \begin{matrix} x_r \\ y_r \end{matrix} \right\} \right]$ . Синтезированное

изображение с учетом перебора внутрипиксельных положений объекта сравнивается с полученным при реальной расфокусировке изображением в окне обработки. На полученных результатах сравнения ищется минимум меры разности (минимум меры Хемминга – суммы квадратов разностей соответственных пикселей сравниваемых изображений) или максимум всплеска функции взаимной корреляции, что по порядку



величины погрешности эквивалентно [11,12] и определяет координаты объекта на фокальной плоскости с субпиксельной точностью.

Функция взаимной корреляции (ФВК) в описываемых окнах вычисляется в виде:

$$R(\xi, \eta) = \frac{\iint [S_{ио}(x, y) - S_{ио}] [S_{оо}(x - \xi, y - \eta) - S_{оо}] dx dy}{(\iint [S_{ио}(x, y) - S_{ио}]^2 [S_{оо}(x - \xi, y - \eta) - S_{оо}]^2 dx dy)^{1/2}}, \quad (5)$$

где  $S_{ио}(x, y)$  – контраст в окне синтезированного изображения-эталона,  $S_{оо}(x, y)$  – контраст в окне расфокусированного реально изображения – опорного ориентира,  $S_{ио}$  и  $S_{оо}$  – матожидания контраста в соответствующих окнах, интегрирование выполняется по апертуре окон.

Если необходимо поднять точность описываемого позиционирования в  $T$  раз, то выбирается параметр  $K=(4-10)T$  (значения  $K>10T$  нереальны в силу неразличимости значений ФВК при взаимных сдвигах коррелянтов, выходящих по малости за пределы, устанавливаемые высшей спектральной гармоникой изображения, регламентируемой теоремой Котельникова) и указанное окно разбивается равномерно на  $K^2$  субпикселей следующего порядка малости. Такое увеличение точности субпиксельного позиционирования вызывается, к примеру, решением задач сопровождения сильно удаленных (точечных) космических объектов, когда субпиксельное смещение их на транспаранте вызывается реальным смещением их в сотни и тысячи километров. Далее находится аппликата максимума нормированной ФВК, удовлетворяющая неравенство  $PG < 0.3$ , или при отсутствии явного максимума интервал делится пополам по  $Ox$  и  $Oy$ , строятся по два прямоугольных импульса по оси  $Ox$  и  $Oy$  с общей высотой – упомянутой аппликацией (эти импульсы представляют собой характеристические функции принадлежности позиционируемого объекта интервалу) и каждый из созданных импульсов укорачивается по протяженности слева и справа, соответственно, по направлению к положению выделенной аппликаты  $\mu$ - (или  $\nu$ -) фильтром, пока не начнет нарушаться неравенство  $PG < 0.3$ .  $\mu$ - (или  $\nu$ -) фильтры, сжимая импульс ухудшают соотношение сигнал/шум в соответствии с линейной зависимостью от увеличения ширины  $\Delta p$  – полосы пересечения пространственных частот спектральных портретов укороченных  $\mu$ - (или  $\nu$ -) фильтрами импульсов и шумов, определяя значения «левого» и «правого» концов интервалов погрешности позиционирования объекта с предположением, что координаты его вычисляются полусуммой значений координат найденных новых концов интервала.

Оценим полезное расширение пространственно-частотного спектра (ПС) импульсов при  $\mu$ - (или  $\nu$ -) фильтрации с первоначальной полосой  $\Omega$ . Пусть  $\Omega_1$  – новая полоса или верхняя мода ПС (т.к. полоса в данном случае отсчитывается от 0) после фильтрации. Восстановление этой частоты означает обеспечение промаха ее идентификации на уровне, не превышающем 0.3. Исходя из того, что для данной модели имеется два импульса, то при вычислении указанной выше полусуммы соотношение «маскирующая измерения дисперсия»/ «полезная регулярная составляющая» при суммировании снижается в  $\sqrt{2}$  раз с высокой степенью вероятности (классический вывод статистической радиотехники). Полагаясь на худший случай до фильтрации и вычисления полусуммы, можно записать два граничных равенства  $PG = \frac{\Delta_p \sigma \varepsilon}{D_c \Omega} = 0.7$  и  $PG_1 = \frac{\Delta_p \sigma \varepsilon}{\sqrt{2} D_c \Omega_1} = 0.3$ . Из этих равенств следует

$$\frac{\Omega_1 \sqrt{2}}{\Omega} = \frac{7}{3}. \text{ Откуда}$$

$$\Omega_1 = 1,65 \Omega. \quad (6)$$

На расширение спектра импульсов большее, чем 1.65, т.е. улучшение оценки позиционирования, большее, чем 1.65 нет оснований рассчитывать, поэтому примем эту цифру как показатель улучшения точности позиционирования объекта.

На рисунке представлен пространственно-частотный спектр импульса, полученного по обсуждаемой ФВК на модели позиционирования субпиксельного объекта – яркого пиксела, сдвинутого на три субпиксела вправо и три – вниз внутри исходного пиксела

изображения разбитого на  $10 \times 10$  субпикселей. Хорошо виден соответствующий сдвиг вправо и вверх первой пространственной гармоники сжатого  $\mu$ -фильтром импульса на уровне идентификации около 0.7 на фоне шумовых гармоник.

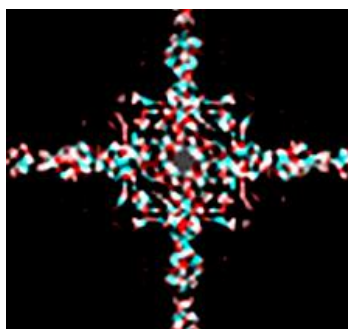


Рис. Спектральное представление позиционирующего импульса субпиксельного объекта

### Выводы

Метод корреляционного сравнения реального текущего расфокусированного изображения и результата моделирования формирования на борту изображения с расфокусировкой на фокальной плоскости оптико-электронной аппаратуры спутника позволяет повысить точность определения значений координат местонахождения субпиксельного объекта на фокальной плоскости  $\mu$ - (или  $\nu$ -) фильтрацией построенных прямоугольных всплесков на вычисленной ФВК по сравнению с прямыми вычислениями центров тяжести расфокусированных фигур не хуже чем в 1,65 раза.

### Список литературы

1. Москвитин А.Э. Технологии и алгоритмы повышения качества изображений земной поверхности на основе комплексирования спектрозональной информации. Диссертация на соискание уч. степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01. Рязань. 2003г. – 130 с.
2. Vintaev V.N., Urazbakhtin A. I., Ushakova, N. N. The Criterion of Admissibility of the Required Resolution Degradation of Images Synthesized by Some Radio Systems. Telecommunications And Radio Engineering , Vol. 64 2005, Begell House, Inc., New York, 315-319 pages.
3. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Методы и модели обработки изображений/ Р.А. Шовенгердт. Москва, «Техносфера», 2010, 560 с.
4. Стрыгин Н.З., Сухов П.П., Карпенко Г.Ф. О корректности задач телевизионных измерений при наблюдениях ИСЗ, «Околосемная астрономия–2005» , РАН ИНАСАН, Казань, 2005, с. 301–305.
5. Groth E.J. A Pattern Matching Algorithm for Two-Dimensional Coordinate Lists, “The Astronomical Journal”, v. 91, № 5, May, 1986, p.p. 1244–1248.
6. Hufnagel R.E. and Stanley N.R. “Modulation Transfer Function Associated with Image Transmission through Turbulent Media”, Journ. Opt. Soc. Amer.; Vol. 54, pp. 52-61, Jan. 1964.
7. Прокофьева-Михайловская В.В., Стрыгин Н.З., Сухов П.П., Карпенко Г.Ф. Некоторые современные проблемы создания астрономических телевизионно-измерительных систем (АТВИС) для наблюдений за ИСЗ. Известия КраО. Т. 103, №3, 2007, с. 238
8. Блажевич С.В., Винтаев В.Н., Ушакова Н.Н., Селютина Е.С. Автоматическое выделение и сопровождение псевдоточечных мерцающих объектов в реальном времени – модель фоноцелевой обстановки, алгоритм работы бортового процессора и технические решения по процессору. – Технические зрение в системах управления мобильными объектами-2010: Труды научно-технической конференции-семинара. Вып. 4/ Под ред. Р.Р. Назирова. – М.: КДУ, 2011., стр.132-139.
9. 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.
10. Жиленев М.Ю., Винтаев В.Н. Формула расчета движения изображения при орбитальной съемке планет оптико-электронной аппаратурой /Телекоммуникации (Telecommunications) - М.:Наука и технологии, № 7, 2011, с.2-7.
11. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника. – М.: Советское радио, 1966, 677 с.



12. Константинов И. С., Щербина Н. В., Жилнев М. Ю., Винтаев В. Н., Ушакова Н. Н. Модернизация процедуры цифровой коррекции возмущений в изображениях, формируемых панхроматической оптико-электронной съемочной аппаратурой космического аппарата «Монитор». // Научные ведомости БелГУ. Сер. Информатика. – 2013. – № 8 (151). – Выпуск 26/1. – С. 194-200.

## **ALGORITHM FOR OF DETERMINATION SUBPIXEL COORDINATES OF POINT TARGETS**

**N.V. SHCHERBININA**

*Belgorod National  
Research University*

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

Calculation of the cross-correlation -focus lenses board optical electronics and image simulation result imaging on board with the defocus on the focal plane of the optical-electronic satellite equipment can improve the accuracy of determination of the coordinates for the location of the object on the focal plane – the matrix transparency in conditions exceeding the pixel aperture sensitive display banner sizes object compared to industrial methods calculate the center of gravity of the spot image defocusing small , with sub-pixel aperture , the object.

Keywords: point spread function, image, spatial-frequency spectrum, cross-correlation function, on-board optic electronic devices, aperture pixel, sub-pixel resolution, to intropixel.



УДК 519.711.3

## КОМПЬЮТЕРНЫЕ РАСЧЕТЫ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЛЯ ОДНОЙ МОДЕЛИ КЛАССИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ДВУМЯ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ

**Н.А. ЧЕКАНОВ<sup>1</sup>**  
**И.К. КИРИЧЕНКО<sup>2</sup>**  
**В.Е. БОГАЧЕВ<sup>3</sup>**  
**Н.Н. ЧЕКАНОВА<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup> *Белгородский юридический институт МВД России*

<sup>2)</sup> *Украинская инженерно-педагогическая академия*

<sup>3)</sup> *Белгородский университет кооперации, экономики и права*

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

В настоящей работе изучен конкретный класс консервативных гамильтоновых систем с двумя степенями свободы. Показано, что при произвольных значениях параметров функции Гамильтона в системе имеет место хаотический режим движения. Найдено, что при выполнении условия  $c = 4d$  система является интегрируемой. Кроме того, применение метода нормальных форм позволило систему уравнений движения Гамильтона с двумя степенями свободы привести к решению обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка.

Ключевые слова: гамильтоновы системы, метод нормальных форм Биркгофа-Густавсона, компьютерное моделирование, система Reduce.

В настоящее время явление динамического или детерминированного хаоса, открытое Анри Пуанкаре в конце девятнадцатого века, бурно развивается во всех областях науки и техники. Хаотическое движение имеет место для динамических систем, начиная с консервативных систем с двумя степенями свободы и систем с одной степенью свободы с явной зависимостью от времени [1, 2]. Проблема существования хаотических режимов движения, кроме теоретических исследований, изучается экспериментально (см., например, [3]).

Явление динамического хаоса непосредственно связано с неинтегрируемостью данной системы, то есть с отсутствием достаточного количества интегралов движения, согласно теореме Лиувилля в рассматриваемых системах. Для решения вопроса о существовании хаотических режимов движения имеется ряд универсальных методов, применение которых связано с очень громоздкими численными расчетами для конкретных траекторий: метод автокорреляционной функции, метод показателя Ляпунова, метод колмогоровской КС-энтропии [1].

Однако все эти методы применимы к индивидуальным траекториям и поэтому большой интерес представляют попытки найти более простые аналитические пути предсказания перехода к хаосу в динамических системах. Для нахождения таких критериев можно попробовать связать условия на параметры гамильтониана, при которых возникает локальная неустойчивость, с границей перехода к хаосу. Хотя в общем случае потеря устойчивости регулярного движения не обязательно приводит к глобальной неустойчивости, т.е. хаосу, критерии подобного типа вместе с численными расчетами значительно упрощают анализ многомерного нелинейного движения.

Однако, к сожалению, универсального аналитического метода предсказания хаотических движений для любой конкретной системы в настоящее время не существует, хотя имеются некоторые частные способы для установления режимов движения: хаотических или регулярных. К примеру, если найдено достаточное число независимых интегралов движения, то в этой системе отсутствует хаос, но нахождение этих интегралов – задача до сих пор не решенная. Для консервативных гамильтоновых систем с двумя степенями свободы имеется достаточно простой численный метод определения хаотического движения – метод сечений Пуанкаре.

Одним из аналитических способов определения существования хаоса является так называемый критерий отрицательной гауссовой кривизны [4, 5]. Здесь наличие областей с отрицательной гауссовой кривизной на поверхности потенциальной энергии связывается с существованием хаоса в такой системе. Этот критерий является ни достаточным, ни необходимым, однако если он применим к данной системе, то он

достаточно хорошо предсказывает переход от регулярного характера движения к хаотическому. Для большинства консервативных гамильтоновых систем, исследованных в литературе, этот критерий применим.

Так как большинство динамических задач классической механики не могут быть представлены в явном виде, то продолжают разрабатываться, как различные приближенные аналитические методы, так и методы непосредственных прямых численных расчетов. Одним из универсальных аналитических методов приближенного решения уравнений движения гамильтоновых систем является метод нормализации в подходах Биркгофа-Густавсона и Депри-Хори.

В настоящей работе предложена и исследована достаточно интересная одна модельная классическая система с двумя степенями свободы, которая описывается следующей функцией Гамильтона

$$H = \frac{1}{2}(p_1^2 + p_2^2) + V, \tag{1a}$$

$$V = \frac{1}{2}(q_1^2 + q_2^2) + b\left(q_1^2 q_2 + \frac{1}{3} q_2^3\right) + c q_1^2 q_2^2 + d(q_1^2 + q_2^2)^2, \tag{1б}$$

где  $p_1, p_2, q_1, q_2$  канонически сопряженные импульс и координата, а  $b, c, d$  – параметры.

Поверхность потенциальной энергии (ППЭ) (1б) в зависимости от параметров имеет достаточно сложный рельеф, особые точки которой находятся из системы двух уравнений  $V'_{q_1}(x) = 0, V'_{q_2} = 0$  (см., например, рис. 1.А и 2.А). На этих рисунках показаны также линии нулевой гауссовой кривизны, описываемые уравнением  $(V''_{q_1 q_1}) \cdot (V''_{q_2 q_2}) - (V''_{q_1 q_2})^2 = 0$ .

При произвольных значениях параметров рассматриваемая классическая система (1) является неинтегрируемой, что иллюстрируется вычисленными сечениями Пуанкаре (рис. 1.Б, 1.В). При этом объем фазового пространства, занятого хаотическими траекториями увеличивается с возрастанием полной энергии  $E$ .

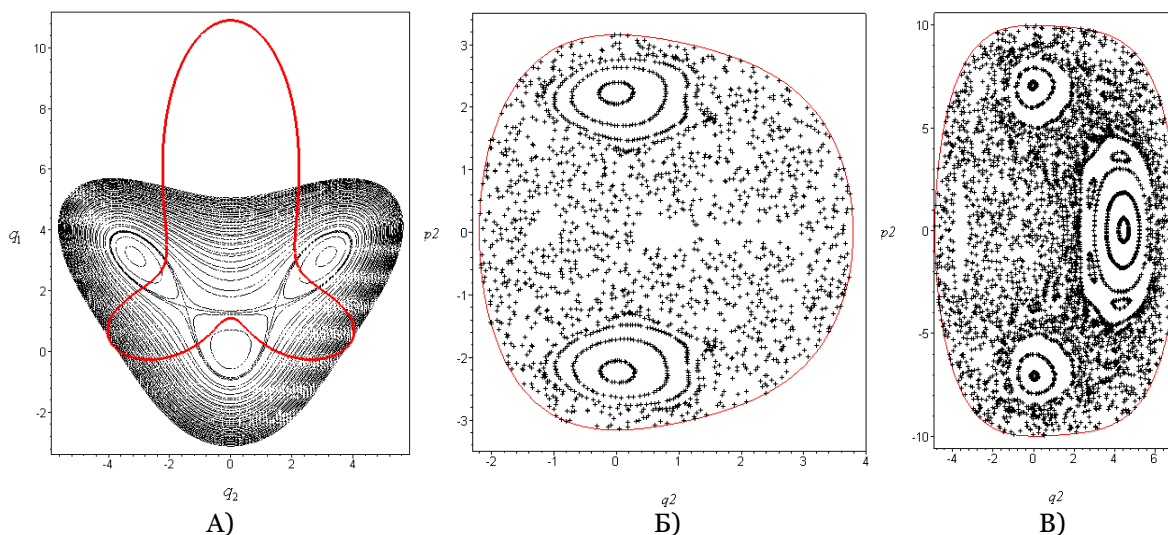


Рис. 1. Часть изолиний ППЭ (1б) (тонкие) и линия нулевой гауссовой кривизны (жирная) при значениях параметров  $b = -1/2, c = -1/40, d = 1/30$  (А); сечения Пуанкаре при этих же значениях параметров при полной энергии  $E = 5$  (Б); сечения Пуанкаре при этих же значениях параметров при полной энергии  $E = 50$  (В)

Однако, в случае выполнения условия  $c = 4d$ , эта система является интегрируемой, так как имеется второй, кроме полной энергии  $E = H(q_1, q_2, p_1, p_2)$ , интеграл движения, который представим в виде

$$I = p_1 p_2 + q_1 q_2 + b \left( q_1 q_2^2 + \frac{1}{3} q_1^3 \right) + 4d q_1 q_2 (q_1^2 + q_2^2). \quad (2)$$

Интегрируемость (отсутствие хаотических траекторий) подтверждается также сечением Пуанкаре (рис. 2.Б). На рис. 2.А приведена ППЭ.

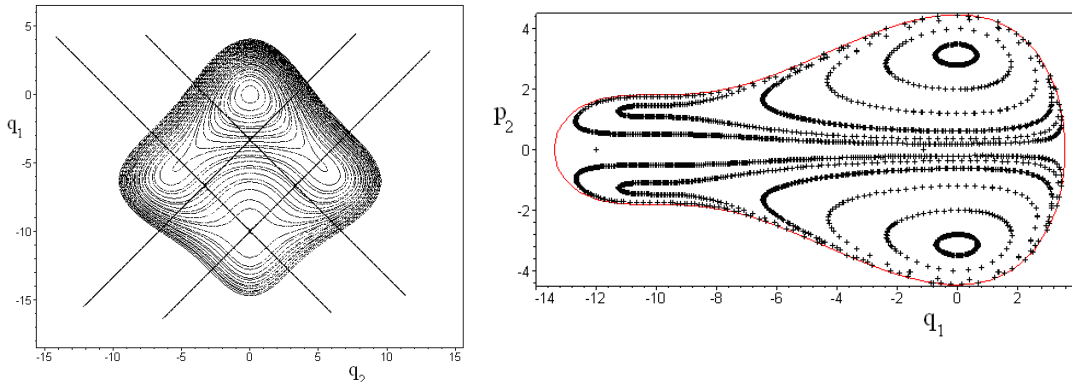


Рис. 2. Часть изолиний ППЭ (1б) (тонкие) и линия нулевой гауссовой кривизны (жирная) при значениях параметров  $b = 1/5$  и  $d = 1/400$  (при условии, что  $c = 4d$ ) (А); сечения Пуанкаре при этих же значениях параметров при полной энергии  $E = 10$  (Б)

Найти решение в явном виде, через известные функции, соответствующих уравнений движения в виде четырех взаимосвязанных дифференциальных уравнений для исследуемой системы с функцией Гамильтона (1) не представляется возможным из-за сложности характера поведения фазовых траекторий. Поиск приближенных решений можно достаточно эффективно выполнить, например, с помощью метода нормальных форм Биркгофа-Густавсона.

Как известно [6, 7], процедура приведения исходной функции Гамильтона  $H(q_1, q_2, p_1, p_2)$  к нормальной форме Биркгофа-Густавсона  $G(\xi_1, \xi_2, \eta_1, \eta_2)$  осуществляется путем выполнения последовательных канонических преобразований  $(q_1, q_2, p_1, p_2) \rightarrow (\xi_1, \xi_2, \eta_1, \eta_2)$  с помощью производящей функции

$$F = q_1 \eta_1 + q_2 \eta_2 + \sum_{s=3}^{SMAX} W^{(s)}(q_1, q_2, \eta_1, \eta_2), \quad (3)$$

где  $W^{(s)}$  – однородные полиномы по переменным  $(\xi_1, \xi_2, \eta_1, \eta_2)$  степени  $S$ , а нормальная форма удовлетворяет условию

$$\sum_{v=1}^2 \omega_v \left( \xi_v \frac{\partial}{\partial \eta_v} - \eta_v \frac{\partial}{\partial \xi_v} \right) G(\xi_1, \xi_2, \eta_1, \eta_2) = 0. \quad (4)$$

Используя программу [8-10] символьных вычислений в системе Reduce нами вычислена нормальная форма Биркгофа-Густавсона, которая для значения  $SMAX = 6$  приводится ниже

$$G_6 = G^{(2)} + G^{(3)} + G^{(4)} + G^{(5)} + G^{(6)} \quad (5a)$$

где

$$G^{(2)}(\xi_1, \xi_2, \eta_1, \eta_2) = 2\Phi_0, \quad (5б)$$

$$G^{(4)}(\xi_1, \xi_2, \eta_1, \eta_2) = \left( 6d - \frac{5}{3}b^2 \right) \Phi_0^2 + \left( -\frac{5}{3}b^2 + 3/2c \right) \Phi_1^2 + (-2d + 1/2c) \Phi_2^2, \quad (5в)$$





$$G^{(6)}(\xi_1, \xi_2, \eta_1, \eta_2) = \left(-\frac{235}{54}b^4 + \frac{346}{9}b^2d + \frac{26}{9}b^2c - 34d^2\right)\Phi_0^3 + (-16/9b^2d + 4/9b^2c)\Phi_3^3 +$$

$$+ \left(-\frac{88}{9}b^2d + \frac{22}{9}b^2c\right)\Phi_0^2\Phi_3 + \left(-\frac{17}{8}c^2 + \frac{554}{9}b^2d + \frac{199}{9}b^2c - \frac{235}{18}b^4 - 17cd\right)\Phi_1^2\Phi_0 +$$

$$+ \left(\frac{88}{9}b^2d - \frac{22}{9}b^2c\right)\Phi_1^2\Phi_3 + \left(18d^2 - 4cd - \frac{1}{8}c^2 - 2/9b^2d + \frac{1}{18}b^2c\right)\Phi_2^2\Phi_0, \quad (5г)$$

$$G^{(3)} = G^{(5)} = 0, \quad (5д)$$

и введены следующие функции

$$\Phi_0 = \frac{1}{4}(\eta_1^2 + \eta_2^2 + \xi_1^2 + \xi_2^2), \quad \Phi_1 = \frac{1}{2}(\eta_1\eta_2 - \xi_1\xi_2),$$

$$\Phi_2 = \frac{1}{2}(\eta_1\xi_2 - \eta_2\xi_1), \quad \Phi_3 = \frac{1}{4}(\eta_1^2 + \xi_1^2 - \eta_2^2 - \xi_2^2). \quad (6)$$

Скобки Пуассона  $\{F, G\} = \sum_v (F'_{\xi_v} G'_{\eta_v} - G'_{\xi_v} F'_{\eta_v})$  для функций (6) удовлетворяют следующим соотношениям

$$\{\Phi_\lambda, \Phi_\mu\} = \varepsilon_{\lambda\mu\nu} \Phi_\nu, \quad \lambda, \mu, \nu = 1, 2, 3,$$

где  $\varepsilon_{\lambda\mu\nu}$  – полностью антисимметричный тензор третьего ранга (символ Леви-Чевита) и выполняется также тождество

$$\Phi_1^2 + \Phi_2^2 + \Phi_3^2 = \Phi_0^2. \quad (7)$$

Скобки Пуассона для функции  $\Phi_0$  с функциями (6) обращаются в ноль. Это означает, что имеется второй, кроме полной энергии  $E$ , интеграл движения.

Ниже приведем нормальную форму Биркгофа-Густавсона для интегрируемого случая ( $c = 4d$ ):

$$G_6 = 2\Phi_0 + \left(6d - \frac{5}{3}b^2\right)\Phi_0^2 + \left(6d - \frac{5}{3}b^2\right)\Phi_1^2 + \left(-\frac{235}{54}b^4 + 50b^2d - 34d^2\right)\Phi_0^3 +$$

$$+ \left(-102d^2 + 150b^2d - \frac{235}{18}b^4\right)\Phi_1^2\Phi_0. \quad (8)$$

Нормальную форму Биркгофа-Густавсона (8) перепишем в следующих канонически сопряженных переменных угол-действие  $(\alpha, \beta, I_\alpha, I_\beta)$ :

$$I_\alpha = \frac{1}{4}(\eta_1^2 + \eta_2^2 + \xi_1^2 + \xi_2^2), \quad I_\beta = \frac{1}{4}(\eta_1^2 + \xi_1^2 - \eta_2^2 - \xi_2^2), \quad (9)$$

$$\alpha = \arctg\left(\frac{\eta_1}{\xi_1}\right) + \arctg\left(\frac{\eta_2}{\xi_2}\right), \quad \beta = \arctg\left(\frac{\eta_1}{\xi_1}\right) - \arctg\left(\frac{\eta_2}{\xi_2}\right),$$

в которых функции (6) принимают вид

$$\Phi_0 = I_\alpha, \quad \Phi_1 = \sqrt{I_\alpha^2 - I_\beta^2} \cos(\beta), \quad \Phi_2 = \sqrt{I_\alpha^2 - I_\beta^2} \sin(\beta), \quad \Phi_3 = I_\beta. \quad (10)$$

Во введенных переменных угол-действие (10) нормальная форма Биркгофа-Густавсона (5) запишется следующим образом

$$G_6(I_\alpha, \beta, I_\beta) = 2I_\alpha + \left(5d + c - \frac{5}{2}b^2\right)I_\alpha^2 + \left(d - c - \frac{5}{6}b^2\right)I_\beta^2 + \left(\frac{5}{3}b^2c - \frac{20}{3}b^2d\right)I_\beta^3 +$$

$$+ \left(\frac{622}{9}b^2d + \frac{503}{36}b^2c - \frac{1175}{108}b^4 - 25d^2 - \frac{21}{2}cd - \frac{9}{8}c^2\right)I_\alpha^3 + \left(\frac{11}{9}b^2c - \frac{44}{9}b^2d\right)I_\alpha^2I_\beta +$$

$$+ \left(\frac{21}{2}cd + \frac{9}{8}c^2 + \frac{235}{36}b^4 - \frac{92}{3}b^2d - \frac{133}{12}b^2c - 9d^2\right)I_\alpha I_\beta^2 +$$

$$+ \left[\left(d + \frac{c}{2} - \frac{5}{6}b^2\right)I_\alpha^2 - \left(d + \frac{c}{2} - \frac{5}{6}b^2\right)I_\beta^2 + \left(\frac{397}{36}b^2c + \frac{278}{9}b^2d - 9d^2 - \frac{13}{2}cd - c^2 - \frac{235}{36}b^4\right)I_\alpha^3 + \right.$$

$$\begin{aligned}
 & + \left( \frac{11}{9}b^2c - \frac{44}{9}b^2d \right) I_\beta^3 - \left( \frac{11}{9}b^2c - \frac{44}{9}b^2d \right) I_\alpha^2 I_\beta + \left( \frac{13}{2}cd + c^2 + 9d^2 + \frac{235}{36}b^4 - \frac{278}{9}b^2d - \frac{397}{36}b^2c \right) I_\alpha I_\beta^2 + \\
 & \quad + \left( d + \frac{c}{2} - \frac{5}{6}b^2 \right) I_\alpha^2 - \left( d + \frac{c}{2} - \frac{5}{6}b^2 \right) I_\beta^2 \Big] \cos(2\beta). \quad (11)
 \end{aligned}$$

В частном случае  $c = 4d$  для нормальной формы получим следующее выражение:

$$\begin{aligned}
 \tilde{G}_6(I_\alpha, \beta, I_\beta) = & 2I_\alpha + 3 \left( 3d - \frac{5}{6}b^2 \right) I_\alpha^2 - \left( 3d - \frac{5}{6}b^2 \right) I_\beta^2 + \left( 125b^2d - 85d^2 - \frac{1175}{108}b^4 \right) I_\alpha^3 + \\
 & + \left( 51d^2 - 75b^2d + \frac{235}{36}b^4 \right) I_\alpha I_\beta^2 + \left[ \left( 3d - \frac{5}{6}b^2 \right) I_\alpha^2 - \left( 3d - \frac{5}{6}b^2 \right) I_\beta^2 + \right. \\
 & \left. + \left( 75b^2d - 51d^2 - \frac{235}{36}b^4 \right) I_\alpha^3 + \left( 75b^2d - 51d^2 - \frac{235}{36}b^4 \right) I_\alpha I_\beta^2 \right] \cos(2\beta). \quad (12)
 \end{aligned}$$

В настоящей работе изучен конкретный класс консервативных гамильтоновых систем с двумя степенями свободы. Показано, что при произвольных значениях параметров функции Гамильтона в системе имеет место хаотический режим движения. Найдено, что при выполнении условия  $c = 4d$  система является интегрируемой, и это подтверждается вычисленными сечениями Пуанкаре. Методом Биркгофа-Густавсона получена функция Гамильтона, которая при малых энергиях адекватно описывает поведение фазовых траекторий исходной системы.

Исследуемая нами система отличается от изученных в литературе систем тем, что:

1) несмотря на наличие отрицательной гауссовой кривизны на ППЭ, она при условии  $c = 4d$  является интегрируемой, 2) в широком диапазоне параметров стационарные точки квадратичной части ППЭ являются вырожденными, то есть ее одно или оба собственные значения равны нулю.

Применение метода нормальных форм позволило систему уравнений движения Гамильтона с двумя степенями свободы привести к решению обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка.

### Список литературы

1. Лихтенберг А., Либерман М. Регулярная и стохастическая динамика / А. Лихтенберг, М. Либерман – М.: Мир, 1984. – 528с.
2. Мун Ф. Хаотические колебания: Вводный курс для научных работников и инженеров / Ф. Мун – М.: Мир, 1990. – 312с.
3. Набоков Р.А. Компьютерное моделирование хаотических колебаний в стабилизаторе напряжения с электронным релейным элементом / Р.А. Набоков, В.Г. Рубанов // Научные ведомости БелГУ. Серия «История. Политология. Экономика. Информатика» – 2012 – т.13(132) – с.151-160.
4. Toda M. Instability of trajectories of lattice with cubic nonlinearity / M. Toda // Phys. Lett. – 1974 – v.48 – p.335-336.
5. Krivoshey I. Dynamic chaos and instability in barrier processes of chemical dynamics / I. Krivoshey // Sov. Sci. Rev. B. Chem. – 1988 – v11. – p.123.
6. Биркгоф Дж. Динамические системы / Дж. Биркгоф – Москва-Ижевск.: РХД, 2002. – 406с.
7. Gustavson F.G. On constructing formal integral of a Hamiltonian system near an equilibrium point. / F.G. Gustavson // Astronom. J. – 1966. – v.71. – no.8. – pp.670-686.
8. Basios, V. GITA: a REDUCE program for the normalization of polynomial Hamiltonians. / V. Basios, N. A. Chekanov, B. L. Markovski, V. A. Rostovtsev, S.I. Vinitsky // Comp. Phys. Commun. – 1995. – v. 90. – p. 355 – 368.
9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, №2011610224 «Программа нормализации гамильтоновых систем с произвольным числом степеней свободы в среде MAPLE», Богачев В.Е., Чеканов Н.А. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 11 января 2011 года.



10. Богачев В.Е. Символьно-численные расчеты нормальной формы, интеграла движения и сечений Пуанкаре для консервативных двумерных гамильтоновых систем / Богачев В.Е., Чеканов Н.А. // Вычислительные технологии, 2012 – т. 17. – № 4 – с. 3-13.

## **COMPUTER CALCULATIONS DINAMICAL PROPERTIES FOR MODEL OF ONE CLASSICAL SYSTEM WITH TWO DEGREE OF FREEDOM**

**N.A. CHEKANOV<sup>1</sup>**  
**I.K. KIRICHENKO<sup>2</sup>**  
**V.E. BOGACHEV<sup>3</sup>**  
**N.N. CHEKANOVA<sup>1</sup>**

*<sup>1)</sup> Belgorod Law Institute  
of the Ministry of the Interior  
of the Russian Federation*

*<sup>2)</sup> Ukrainian Engineering  
Pedagogics Academy*

*<sup>3)</sup> Belgorod university of  
cooperation, economics and law*

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

In the present paper certain class of conservative Hamiltonian system with two degree of freedom is studied. It is shown that with the arbitrary parameters of the Hamiltonian system chaotic motion mode takes place. We find that if the condition  $c = 4d$  holds true the system is integrable. Moreover, the usage of normal forms method allows us to reduce set of Hamilton equations of motion with two degree of freedom to second-order ordinary differential equation.

Key words: Hamilton systems, normal form method of Birkhoff-Gustavson, computer simulation, Reduce system



## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМА ГАУССА НА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМ КЛАСТЕРЕ

**Г. А. ПОЛЯКОВ<sup>1</sup>, К. В. ЛЫСЫХ<sup>1</sup>  
Е. Г. ТОЛСТОЛУЖСКАЯ<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup> *Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет*

<sup>2)</sup> *Харьковский национальный  
университет имени В. Н. Каразина*

*e-mail:  
tda\_ua@pochtamt.ru  
514453@bsu.edu.ru*

В статье описаны этапы и представлены результаты исследования показателей эффективности алгоритма Гаусса на кластере НИУ «БелГУ».

Ключевые слова: MPI, алгоритм Гаусса, кластерные вычислительные системы (ВС).

### **Введение**

Центральной проблемой вычислительной техники является повышение эффективности параллельного программного обеспечения суперЭВМ и Кластеров [1-3]. Проблема включает:

- а) выбор и оценку показателей эффективности параллельного выполнения задач;
- б) моделирование параллельного выполнения задач кластерами и оценку их показателей эффективности с учетом особенностей задач и конкретных требований/ограничений;
- в) выработку рекомендаций по выбору конкретных конфигураций кластера, ориентированных на конкретные задачи и требования/ограничения и совершенствованию систем параллельного программирования, направленных на повышение эффективности параллельных программ.

### **Постановка задачи**

Исходная информация:

- математическая модель и Си – программа задачи – алгоритма Гаусса;
- параллельная ВС – Кластер НИУ «БелГУ»: для исследования использовались 4 вычислительных узла (ВУ). В одном вычислительном узле содержатся 2 процессора Intel Xeon E5-2665 с тактовой частотой 2,4 ГГц, 8 ядер в каждом процессоре, 64 ГБ оперативной памяти DDR3-1600. Топология коммутационной среды – полный граф. Скорость передачи данных между узлами организована по технологии Infiniband и составляет 10 Гбит/с;
- состав поддерживаемых при оценке эффективности факторов: число процессоров NM, значения  $t^o$  (*тип*) длительностей выполнения различных типов «*тип*» операций  $v$ ; время обмена одним сообщением  $t_c^0$ ; фактическая топология коммутационной среды;
- состав показателей эффективности и поддерживаемых требований и ограничений.

Требуется получить для алгоритма Гаусса оценки зависимостей показателей эффективности параллельного решения задачи для различных значений характеристик конфигурации кластера и различных размеров матрицы системы линейных уравнений.

### **Математическая модель алгоритма Гаусса.**

Система  $n$  линейных алгебраических уравнений:





где  $P(\xi)$  – множество операторов  $\xi$ -й ветви,  $t_j^H$  и  $t_j$  – момент начала и относительная временная глубина оператора  $P_j \in P(\xi)$ . Уменьшение временных затрат («ускорение») за счет параллельного решения задачи определяется выражением (2)

$$DT = \frac{T_{noc}(P)}{T_{пар}(P)} \quad (\text{раз}). \quad (2)$$

В соотношении (2)  $T_{noc}(P)$  и  $T_{пар}(P)$  – среднее время соответственно последовательной и параллельной реализации задачи. Значение показателя эффективности распараллеливания рассчитывается на основе соотношения (3)

$$R(P) = K_T \cdot \frac{DT(NM)}{NM} + K_S \cdot S(NM). \quad (\text{раз}) \quad (3)$$

В соотношении (3)  $K_T$  и  $K_S$  являются весовыми коэффициентами, определяющими «пользовательскую» важность учета в эффективности распараллеливания величины сокращения времени реализации алгоритма ( $K_T \leq 1$ ) и степени загрузки оборудования параллельным алгоритмом ( $K_S \leq 1$ ).

### Этапы и результаты исследования

Основными этапами исследования показателей эффективности параллельного решения задачи являлись:

- a) выбор программистом «поддерживающей задачу» конкретной конфигурации кластера;
- b) разработка текста параллельной MPI – программы исследуемой задачи;
- c) прогон параллельной MPI – программы на «поддерживающей» конфигурации кластера и оценка значений показателей эффективности;
- e) оценка дифференциала требуемых и фактических значений показателей эффективности; стоп – при выполнении требований, иначе -переход к п.е; формальная спецификация MPI – программы с использованием структур
- f) семантико – числовой спецификации (СЧС) [5,6];
- g) синтез времяпараметризованной параллельной СЧС модели процесса, минимизирующей разности дифференциалов требуемых и фактических значений показателей эффективности [5,6];
- h) определение из СЧС модели процесса состава и величин коррекции «поддерживающей задачу» конкретной конфигурации кластера; переход к п. в.

Результаты исследования зависимостей времени параллельной реализации алгоритма Гаусса от количества процессов и размеров матрицы системы уравнений представлены в табл. 1, табл. 2 и на рис. 2 и рис. 3.

Таблица 1

#### Время выполнения (сек.)

Размер матрицы	Последовательный	Параллельный (np=2)	Параллельный (np=4)	Параллельный (np=8)	Параллельный (np=16)	Параллельный (np=32)
2048x2048	13,86	7,33	3,56	1,95	1,85	1,38
4096x4096	112,38	56,08	28,8	15,45	13,6	7,74
8192x8192	885,81	445,5	227,21	121,38	106,8	55,1
16384x16384	7756,05	3522,51	1807,88	948,91	518,93	432,63

Таблица 2

#### Ускорение (разы)

Размер матрицы	Последовательный	Параллельный (np=2)	Параллельный (np=4)	Параллельный (np=8)	Параллельный (np=16)	Параллельный (np=32)
2048x2048	-	1,89	3,89	7,10	7,49	10,04
4096x4096	-	2,003	3,9	7,27	8,26	14,51
8192x8192	-	1,98	3,89	7,29	8,29	16,08
16384x16384	-	2,201	4,29	8,17	14,95	17,92

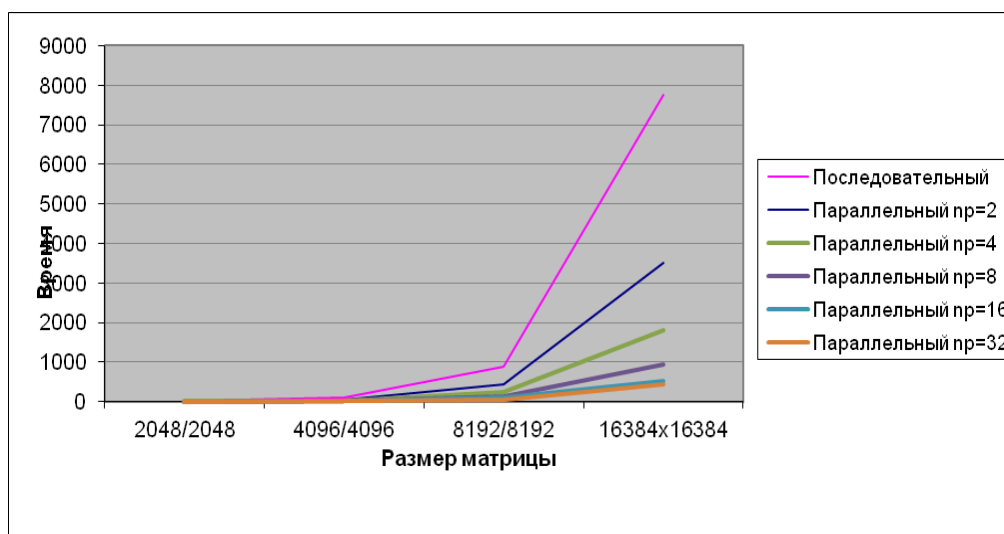


Рис.2. Зависимости времени решения задачи (сек.) от размер матрицы и количества используемых процессов

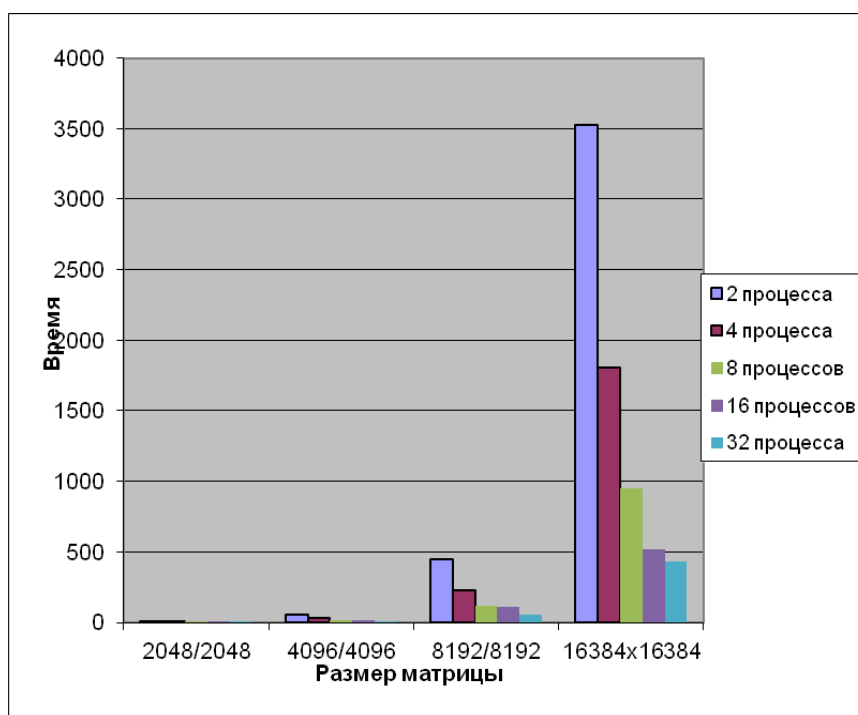


Рис.3. Гистограмма временных затрат (сек.) на выполнение алгоритма Гаусса при варьировании размеров матрицы и количества процессов

**Выводы**

1. В настоящее время проблема разработки эффективного параллельного программного обеспечения для известных и будущих суперЭВМ стала центральной проблемой параллельной компьютерной техники.
2. Система MPI не содержит в своем составе средств разработки параллельных программ, обеспечивающих поддержку создания параллельных программ, удовлетворяющих требованиям пользователей к времени выполнения.
3. Предложенный аналитически – имитационный подход основан на сочетании методов формальной семантико – числовой спецификации и автоматического синтеза времяпараметризованных (временных) моделей процессов и использовании средств MPI для текстовой спецификации и кластерной реализации MPI-программ. Подход



поддерживает расширение состава учитываемых факторов эффективности, поддержку требований и ограничений пользователей, формализацию и автоматизацию трудоемких этапов синтеза временных моделей процессов и обеспечивает возможность разработки в сжатые сроки высокоэффективных параллельных программ.

### Список литературы

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл. В. Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.
2. Немнюгин С.А. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем. / С.А. Немнюгин, О.Л. Стесик. . – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 400 с.
3. Корнеев В.В. Параллельное программирование в MPI М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003
4. Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений БИНОМ. Лаборатория знаний, Интернет-университет информационных технологий – ИНТУИТ.ру, 2007
5. Поляков Г.А. Технология проектирования времяпараметризованных мультипараллельных программ как стратегия развития систем параллельного проектирования. / Г.О. Поляков, Е.Г. Толстолужская. // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи* – Х.: Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», 2009. – Вип. 6(40). – С. 166-171.
6. Поляков Г.А. Синтез и анализ параллельных процессов в адаптивных времяпараметризованных вычислительных системах /Г.А.Поляков, С.И. Шматков, Е.Г. Толстолужская, Д.А. Толстолужский: монография. – Х.: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2012. – 672 с.
7. Лысых К.В., Поляков Г.А. «Разработка фрагментированной временной параллельной модели алгоритма гаусса на основе формальных полиномов и структур семантико-числовой спецификации»// *Научные ведомости БелГУ: история, политология, экономика, информатика* – Б.: Белгородский государственный университет, 2012 г. № 19(138) 2012 – Вып. 24/1 – С. 133-136.

## RESEARCH OF THE GAUSSIAN ALGORITHM PERFORMANCE INDICATORS ON A COMPUTING CLUSTER

**G.A. POLYAKOV<sup>1</sup>**  
**K.V. LYSYKH<sup>1</sup>**  
**E.G. TOLSTOLUZKA<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup> *Belgorod State National  
Research University, Belgorod*

<sup>2)</sup> *Kharkov National University  
nm. Karazin, Kharkov*

*e-mail:*  
*tda\_ua@pochtamt.ru*  
*514453@bsu.edu.ru*

The paper presents the steps and results of the Gaussian algorithm performance indicators research on a cluster of Belgorod State National Research University

Keywords: MPI, Gaussian algorithm, cluster computing systems.



---

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ

---

УДК 519.87

### НЕДЕТЕРМИНИРОВАННЫЕ КОГНИТИВНЫЕ МОДЕЛИ НА БАЗЕ ЛОГИКИ АНТОНИМОВ

**А. А. АДАМЕНКО<sup>1</sup>**  
**Я. Б. ЕРОШЕНКО<sup>2</sup>**  
**Т. В. КОНДРАШОВА<sup>2</sup>**

*<sup>1)</sup> Харьковский университет  
воздушных сил*

*<sup>2)</sup> Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет*

*e-mail:  
adam\_as@mail.ru  
eroshenko@bsu.edu.ru  
tkondrashova@bsu.edu.ru*

Рассмотрены особенности построения недетерминированных когнитивных моделей. Особое внимание сосредоточено на проблеме их адекватности, что в том числе, зависит от выбранного типа когнитивной модели, а также от выбранных методологических подходов ее построения и исследования. Предложена типизация недетерминированных когнитивных моделей в зависимости от вариантов интерпретации вершин и дуг в таких моделях, а также от вида переменных, которые задают их веса. Раскрыты элементы методологии построения отдельных типов недетерминированных когнитивных моделей на базе математического аппарата логики антонимов.

Ключевые слова: когнитивная карта, недетерминированные когнитивные модели, логика антонимов.

---

Одним из подходов исследования слабоструктурированных систем и ситуаций есть статический и динамический анализ данных систем (ситуаций) с использованием их когнитивных моделей [1].

В основу когнитивных моделей вложено понятие когнитивной карты (далее – КК). Формально КК представляет собой ориентированный взвешенный граф, в котором вершины соответствуют базисным факторам (или концептам), а дуги интерпретируются как прямые причинно-следственные связи между ними.

Разные интерпретации вершин, дуг и весов на дугах графа порождают разные типы когнитивных моделей, разработка и исследование которых проводится за соответствующими методами.

В зависимости от наличия информации о возможных значениях концептов и правилах их взаимодействия различают детерминированные (полная информированность) и недетерминированные (наличие неопределенности) когнитивные модели.

Значительных успехов в развитии методологии построения когнитивных моделей, а также в разработке на их основе специального математического и программного обеспечения систем поддержки принятия решений достигли российские научные коллективы под руководством Кульбы В.В., Максимова В.И., Абрамовой Н.А., Кузнецова О.П., Гореловой Г.В., Коростелева Д.А., Заболотского М.А. и др. На Украине данное направление активно развивается компанией "Data C" под руководством Силова В.Б.



Анализ результатов разработки и использования недетерминированных когнитивных моделей в различных предметных областях свидетельствует о наличии проблемы их адекватности, что зависит, в том числе, от выбранного типа когнитивной модели, а также от выбранных методических подходов ее построения и исследования.

Наибольшую практическую ценность при моделировании слабоструктурированных систем и ситуаций обрели нечеткие когнитивные модели [2, 5], где параметрические характеристики вершин и дуг графа формализуются с помощью методов теории нечетких множеств или нечеткой логики.

Не снижая практической значимости методов нечеткой логики, нужно заметить, что имеют место парадоксальные результаты их использования, в частности, при построении недетерминированных когнитивных моделей [3].

Поэтому целью данной публикации есть изложение нового подхода к построению недетерминированных когнитивных моделей, направленного на повышение адекватности таких моделей за счет использования математического аппарата формализации нечеткой информации, в котором отсутствуют вышперечисленные недостатки.

В связи с неоднозначностью интерпретации весов вершин и дуг в недетерминированных когнитивных моделях, прежде чем перейти к изложению сути предлагаемого подхода к построению недетерминированных когнитивных моделей, есть необходимость ввести типизацию подобных моделей.

Действительно, в одном случае концепт может рассматриваться как некоторое событие (например, "обвал национальной валюты"), а вес в соответствующей вершине указывать на возможность (вероятность, уверенность и т.д.) наступления данного события. В другом случае, в содержание концепта может вкладываться некоторый параметр (количественный или качественный), а вес в соответствующей вершине когнитивной модели будет отображать его текущее значение. Третий вариант идентичен предыдущему с той разницей, что вес в соответствующей вершине указывает на оценку значения параметра с учетом возможности (вероятности, уверенности и т.д.) данной оценки.

В свою очередь, вес дуги в недетерминированных когнитивных моделях может интерпретироваться как коэффициент передачи импульса от одной вершины к другой и как оценка возможности существования данной связи. Например, можно говорить о том, что на концепт  $X_1$  = "Оценка населением деятельности правительства" "часто" влияет концепт  $X_2$  = "Уровень жизни населения". Но при этом, уместно также высказывание о том, что прирост значения концепта  $X_1$  "пропорционален с коэффициентом  $k_{21}$ " приросту значения концепта  $X_2$ .

Кроме того, в зависимости от объема и качества имеющейся информации о моделируемой системе или ситуации веса вершин и дуг когнитивной карты могут описываться как определенными, так и неопределенными переменными.

Используя наиболее часто встречающиеся на практике интерпретации вершин и дуг недетерминированных когнитивных моделей, предлагается следующая их типизация (см. таблицу).

Таблица

**Отдельные типы недетерминированных когнитивных моделей**

Интерпретация вершин (тип переменной)	Интерпретация дуг (тип переменной)		Условное наименование
	Возможность (неопределенная)	Коэфф. Передачи (неопределенная)	
Событие (неопределенная)	+		"ВВ"
	+	+	"ВВК"
		+	"ВК"
Параметр (неопределенная)	+	+	"ПВК"
		+	"ПК"

В результате анализа известных автору методов формализации нечеткой информации, что приведено в [3], была обоснована рациональность использования для

параметризации недетерминированных когнитивных моделей аппарата логики антонимов (далее – ЛА) [4]. Логика антонимов вместила в себе все положительные свойства непрерывнозначных логик (в том числе и нечеткой логики) и, кроме того, имеет ряд отличительных позитивных свойств. Наиболее весомым отличительным свойством ЛА есть свойство булевости, то есть, соответствие всем законам классической двузначной логики.

Базовым понятием ЛА есть понятие антонимичной пары  $A$  и  $\alpha A$ , которые рассматриваются как пара противоположных предельных свойств того или иного параметра, например, "Достоверно" – "Невозможно", "Всегда" – "Никогда" и т.п.

При этом значение параметра задается либо величиной  $H[A]$  – количественная оценка меры присутствия у объекта параметризации свойства  $A$  (например, насколько соответствующий параметр отвечает свойству "достоверен" или "всегда"), либо величиной  $H[\alpha A]$  – количественная оценка меры присутствия у объекта параметризации свойства  $\alpha A$  (например, насколько соответствующий параметр отвечает свойству "невозможно" или "никогда").

Оценки  $H[A]$  и  $H[\alpha A]$  связаны между собой выражением:

$$H[\alpha A] = -\log_2(1 - 2^{-H[A]}) \tag{1}$$

и могут приниматься в качестве координат состояния объекта параметризации (см. рис. 1), возможные значения которых определены на численном интервале  $(0, \infty)$  или, в случае необходимости, после нормировки могут быть определены, например, на интервалах  $[0, 1]$  или  $[0, 100]$ .

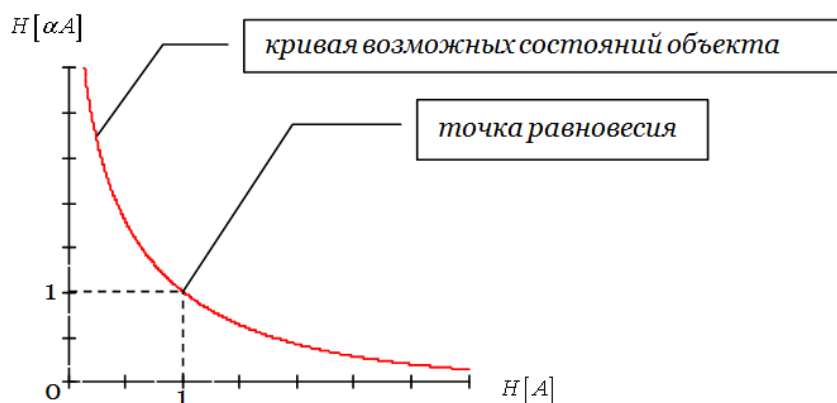


Рис. 1. Функциональная связь антонимичных оценок

Несложно заметить, что множество возможных состояний объекта задается точками на данной кривой, а точка с координатами (1, 1) является точкой равновесия (см. рис. 1).

Промежуточные значения антонимических оценок могут задаваться экспертным путем любым удобным исследователю способом, например, с помощью лингвистических переменных.

Следует заметить, что оператору логики антонимов " $\alpha$ " можно поставить в соответствие логический оператор "НЕ", который, в отличие от его трактовки в нечеткой логике, предусматривает не "все иное", а переход к конкретному противоположному значению – синониму. Например, "НЕ\_Достоверно"="Невозможно", а "НЕ\_Никогда"="Всегда".

Для характеристики логических взаимосвязей между элементами некоторой системы в ЛА рассматриваются два вида связей:  $\gamma$ -связь (сильная связь), которая соответствует операции конъюнкции, и  $\beta$ -связь (слабая связь), которая идентична



операции дизъюнкции. В теории ЛА введена система операторов, которые формализуют тот или иной тип связи между аргументами [4].

Таким образом, когнитивная карта  $G = \{X, D\}$ , где  $X$  – множество вершин, а  $D$  – множество дуг, рассматривается как некоторая сложная система, элементы которой связаны дугами в некоторое множество подсистем. Состояние элементов данной системы – значения переменных в вершинах  $X_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ , описываются одной из антонимических оценок  $H[A_i]$  или  $H[\alpha A_i]$ .

К примеру, концепт  $X_1$  = "Оценка населением деятельности правительства" может оцениваться при помощи антонимической пары  $A_1$  = "Абсолютное доверие" и  $\alpha A_1$  = "Абсолютное недоверие" путем определения антонимических оценок  $H[A_1]$  или  $H[\alpha A_1]$ . Данные антонимические оценки будут показывать соответственно насколько "Оценка населением деятельности правительства" приближена к значению "Абсолютное доверие" или же к значению "Абсолютное недоверие".

Пример использования математического аппарата ЛА при построении недетерминированных когнитивных моделей рассмотрим применительно к моделям типа "ВВ" (см. таблицу 1).

В данном случае веса вершин и дуг будем описывать антонимическими оценками, связанными выражением (1). При этом, могут быть реализованы четыре варианта связей между концептами, а именно:

1. "Наступление события  $A$  с некоторой степенью уверенности  $C$  приводит к наступлению события  $B$ ".

2. "Наступление совокупности событий  $A_i$  с некоторой степенью уверенности  $C$  приводит к наступлению события  $B$ ".

3. "Наступление хотя бы одного из совокупности событий  $A_i$  с некоторой степенью уверенности  $C_i$  приводит к наступлению события  $B$ ".

4. "Наступление только одного из совокупности событий  $A_i$  с некоторой степенью уверенности  $C_i$  приводит к наступлению события  $B$ ".

Используя операторы ЛА, вышеперечисленные варианты связей в когнитивных моделях типа "ВВ" (см. таблицу 1) будут формализованы следующим образом:

$$1. H[B] = H[C] - H[\alpha A].$$

$$2. H[B] = H[C] - H[\alpha A], \text{ где } H[A = A_1 \gamma A_2 \gamma \dots \gamma A_n] = -\log_2 \left[ 1 - \prod_{i=1}^n (1 - 2^{-H[A_i]}) \right].$$

$$3. H[B = A_1 \beta A_2 \beta \dots \beta A_n] = \sum_{i=1}^n H[C_i] \cdot H[A_i], \text{ где } \sum_{i=1}^n H[C_i] = 1.$$

$$4. H[B] = \sum_{i=1}^n H[C_i] \cdot H[A_i] + \log_2 \left[ 1 - \prod_{i=1}^n (1 - 2^{-H[C_i]H[A_i]}) \right], \text{ где } \sum_{i=1}^n H[C_i] = 1.$$

Подобное математическое выражение можно составить для определения значения веса каждой вершины, которая имеет хотя бы один вход. А исходными данными будут выступать веса всех дуг и веса вершин, которые не имеют входов.

Использование математического аппарата ЛА расширяет возможности формализации различных типов связей в недетерминированных когнитивных моделях по сравнению с традиционными нечеткими когнитивными моделями. И кроме того,



повышается адекватность данных моделей за счет булевости используемых операторов и возможности легкой проверки и корректировки аналитических зависимостей.

### Списиок литературы

1. Axelrod R. The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites. – Princeton. University Press, 1976.
2. Kosko B., Fuzzy Cognitive Maps. // International Journal of Man-Machine Studies, (1986) 24, 65 – 75.
3. Адаменко А.А. Підвищення адекватності нечітких когнітивних моделей / А.А. Адаменко // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – 2011. – Випуск 3 (29). – С. 77 – 80.
4. Голота Я.Я. О формализации логики неполных знаний (логики антонимов) / Я.Я. Голота // Логика и развитие научного знания : межвуз. сб. ; [под. ред. И. Н. Бродского, Я. А. Слина]. – СПб. : Из-во С.-Петербур. ун-та, 1992. – С. 92 – 112.
5. Силов В.Б. Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке / В.Б. Силов. – М.: ИНПРО – РЕС, 1995. – 228 с.
6. Ищейнов В.Я., Чудинов С.М. Оценка риска воздействия на объект информатизации с помощью аппарата нечетких множеств.// Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: История политология. Экономика. Информатика № 1 (144) 2013 Выпуск 25/1 с. 152-156.
7. Слободюк А.А., Маторин С.И., Четвериков С.Н. О подходе к созданию онтологий на основе системно-объектных моделей предметной области. //Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: История политология. Экономика. Информатика. № 22 (165) 2013 Выпуск 28/1 с. 186-194.

## NONDETERMINISTIC COGNITIVE MODELS ON BASE OF LOGIC OF ANTONYMS

**A.A. ADAMENKO<sup>1</sup>**  
**Y. B. EROSHENKO<sup>2</sup>**  
**T. V. KONDRASHOVA<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup> *Kharkov University  
of Aircrafts*

<sup>2)</sup> *Belgorod National  
Research University*

*e-mail:*  
*adam\_as@mail.ru*  
*eroshenko@bsu.edu.ru*  
*tkondrashova@bsu.edu.ru*

The features of construction of nondeterministic cognitive models are considered. The special attention is concentrated on the problem of their adequacy, that including, depends on the chosen type of cognitive model, and also from the chosen methodological approaches of its construction and research. Typification of nondeterministic cognitive models is offered depending on the variants of interpretation of tops and arcs in such models, and also from the type of variables which set their weight. The elements of methodology of construction of separate types of nondeterministic cognitive models are exposed on the base of mathematical vehicle of logic of antonyms.

Key words: cognitive map, nondeterministic cognitive models, logic of antonyms.



УДК001.57;658.818;681.3

## О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ СИСТЕМНО-ОБЪЕКТНОГО МЕТОДА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ЗНАНИЙ

**А.Г. ЖИХАРЕВ**  
**Е.В. БОЛГОВА**  
**И.В. ГУРЬЯНОВА**  
**О.П. МАМАТОВА**

*Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет*

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

В статье рассматриваются перспективы развития нового метода представления организационных знаний, разработанного на основе графоаналитической технологии «Узел-Функция-Объект». Исследуется понятие организационного знания, а так же возможности и ограничения системно-объектного метода представления знаний.

Ключевые слова: имитационное моделирование, системно-объектный метод представления знаний, технология «Узел-Функция-Объект», теория исчисления объектов, моделирование технологических процессов.

В последнее десятилетие можно наблюдать повышающийся интерес компаний к такому понятию как «организационные знания». Переход мировой экономики в новое качественное состояние непосредственно связан с повышением роли внутренних, нематериальных ресурсов предприятия, важнейшими из которых выступают знания (интеллектуальный капитал организации). 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 [1,2].

С целью эффективного управления организационными знаниями компаниям необходимо иметь четкое представление о сущности самого понятия «организационные знания», понимать их структуру, закономерности формирования и трансформации. В работе [1] авторы провели анализ определений понятия «организационные знания», который показал, что однозначного определения данного понятия не существует и разные специалисты трактуют его по-разному, в зависимости от целей применения, областей наук, в которых они работают и др. Что же касается классификации организационных знаний, их можно делить по самым разным признакам, например по принадлежности к каким-либо структурным элементам организации: знаний экономического отдела, знаний производственного отдела, знания отдела снабжения; или по области применения: сельское – хозяйство, торговля, производство мебели и т.д. Обычно применяют такую классификацию, которая удобна для решения конкретной задачи.

В данной работе предлагается рассматривать два вида организационных знаний: знания о бизнес-процессах (производственно-технологические знания) и/или знания о документационном обеспечении бизнес-процессов (организационно-деловые знания). Данный подход вытекает из рассуждений специалистов бизнес-моделирования [см., например, работу 3], которые подчеркивают, что одной из главных задач эффективного, достоверного функционального бизнес-моделирования является результативная работа с информацией и знаниями. Целесообразность рассмотрения функционального бизнес-моделирования как способа представления знаний обусловлена его широким использованием для решения задач управления знаниями в организациях. Реализуя концепцию управления знаниями, используемыми в процессе функционального бизнес-моделирования, организация значительно повышает свою конкурентоспособность [3].

С точки зрения практики бизнес-моделирования, организационные знания (ОЗ) в деталях являются знаниями о функционирующих в иерархии и иерархически устроенных объектах, структурированных с помощью сети потоков из элементов глубинного яруса (т.е. об иерархии функциональных проточных объектов). Такое понимание хорошо

согласуется с системным, целостным представлением организации, как системы, имеющей структурные, функциональные и субстанциальные характеристики.

В соответствии с предложенным подходом ОЗ можно структурировать организационные знания следующим образом (см. таблицу).

Таблица

**Элементы организационного знания**

Элементы организационного знания	Комментарии	Элементы системы
Для чего делаем (ДЧД)	Знание назначения организации, ее цели и источника деятельности, т.е. кому что отдаем, у кого что берем	<b>Узел</b> (перекресток входных и выходных потоков), как структурная характеристика
Из чего делаем (ИЧД)		
Что делаем (ЧД)	Знание о функционировании организации, ее деятельности	<b>Функция</b> , как процессная характеристика деятельности
Кто делает, кто несет ответственность (КД)	Знание о составе организации (ее субстанциях)	<b>Объект</b> , как субстанциальная характеристика

Как видно из приведенной таблицы, ДЧД+ИЧД есть, по сути дела, структурная (узловая) характеристика организационной системы, ЧД – функциональная, КД – объектная. Таким образом, предложенное понимание элементов организационного знания позволяет, использовать для анализа этих знаний системно-объектный подход «Узел-Функция-Объект» [4], для представления и обработки таких знаний является возможность использовать системно-объектный метод представления знаний [5].

Системно-объектный метод представления организационных знаний (СОМПЗ) позволяет создать модель знаний, на основании которой посредством формального механизма вывода, могут быть сформированы новые знания. В работе [6] автор показывает применение СОМПЗ для описания знаний о производственно – технологических процессах переработки и хранения зерна. В результате моделирования этих знаний, была получена модель процесса переработки и хранения зерна, показанная на рисунке.

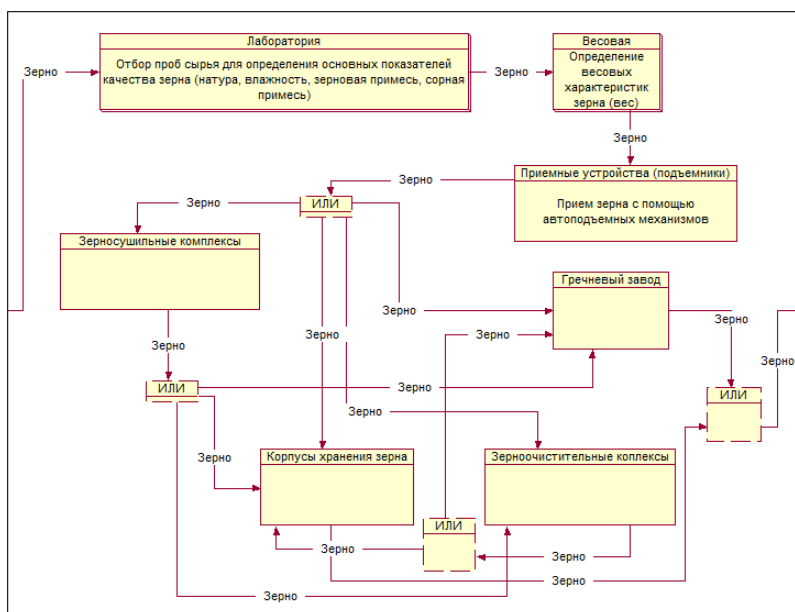


Рис. Технологический процесс по переработке и хранению зерна



Применение модели, показанной на рисунке 1, позволило автоматически генерировать карту технологического процесса по переработке каждой конкретной партии зерна, что, в свою очередь, существенно упростило работу заведующего лабораторией элеватора [6].

Еще одной нишей, где возможно применение СОМПЗ является построение имитационных моделей функционирующих процессов. Основой моделей знаний в терминах СОМПЗ является следующее выражение:

$$G = [l_i = a_i; l_j = a_j; l_n = F(l_i)l_j; l_m = b_m] \quad (1)$$

где:  $l_i$  – поле узлового объекта (может представлять собой набор или множество), которое содержит значение входных потоковых объектов  $a_i$  и, соответственно, имеет такой же тип данных;  $l_j$  – поле узлового объекта (может представлять собой набор или множество) которое содержит значения выходных потоковых объектов  $a_j$  и имеет такой же тип данных;  $l_n$  – метод узлового объекта (может представлять собой набор или множество), преобразующий входные потоковые объекты узла в выходные;  $l_m$  – поле узлового объекта (может представлять собой набор или множество), которое содержит основные характеристики данного объекта  $b_m$ .

Выражение (1) – это формальное представление организационного знания, которое имеет структуру, как показано в таблице 1. Метод узлового объекта, который представляет собою описание функциональных характеристик системы, реализуется с помощью специального скрипта, который описывает процесс преобразования входных потоковых объектов в выходные. Таким образом если, в выражении (1) учесть временную характеристику функционирования текущего объекта, тогда можно говорить о имитационной модели процесса, которая будет показывать функционирование процесса в динамике. Точнее говоря, временную характеристику процесса необходимо учитывать лишь в работе метода узлового объекта, так как именно он представляет собою процессную характеристику объекта. Таким образом, метод узлового объекта, представленного выражением (1) примет следующий вид:

$$l_n = F(t, l_i)l_j \quad (2)$$

В представленном выражении к параметрам метода узлового объекта добавляется параметр  $t$ , который представляет собою временную характеристику процесса преобразования входных потоковых объектов в выходные. Данный параметр может хранить значение момента времени, когда необходимо запустить метод, либо временной интервал, который описывает многократное срабатывание метода узлового объекта и т. п.

Реализовав подобный механизм, появляется возможность наблюдать изменение интересующих показателей модели во времени, что открывает для СОМПЗ новую область применения, которая связана с разработкой имитационных моделей процессов.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 12-07-00257а.*

#### Список литературы

1. Дудяшова, В.П. Понятие и структура организационных знаний [Текст] / В.П. Дудяшова, Н.А. Кипень, Е.В. Сизых // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2010. – № 24. – С. 119–122.
2. Гапоненко, А.Л. Управление знаниями. Как превратить знания в капитал. [Текст] / А. Л. Гапоненко, Т. М. Орлова. – М.: Эксмо, 2008. – 400 с.
3. Дубейковский, В.И. Практика функционального моделирования с ALLFusionProcessModeler 4.1 Где? Зачем? Как? [Текст] / В.И. Дубейковский. – М.: ДИАЛОГ – МИФИ, 2004 – 464 с.
4. Маторин, С.И. Моделирование организационных систем в свете нового подхода «Узел-Функция-Объект» [Текст] / С.И. Маторин, А.С. Попов, В.С. Маторин // НТИ. Сер. 2. – 2005. – №1. – С. 1-8.
5. Жихарев, А.Г. О системно-объектном методе представления организационных знаний [Текст] / А.Г. Жихарев, С.И. Маторин, Е.М. Маматов, Н.Н. Смородина // Научные ведомости





Белгородского государственного университета. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2013. – № 8 (151) выпуск 26/1.

6. Жихарев, А.Г. Формализованное графоаналитическое представление организационных знаний: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.17: защищена 02.10.2013 г. – 151 с.

## **ABOUT PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF THE SYSTEM AND OBJECT METHOD OF REPRESENTATION OF ORGANIZATIONAL KNOWLEDGE**

**A.G. ZHIKHAREV**  
**E.V. BOLGOVA**  
**I.V. GURYANOVA**  
**O.P. MAMATOVA**

*National research university  
Belgorod state university*

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

In article prospects of development of a new method of representation of the organizational knowledge developed on the basis of the graphic-analytical technology "Uzel-Funktion-Objekt" are considered. The concept of organizational knowledge, and as opportunities and restrictions of a system and object method of representation of knowledge is investigated.

Keywords: imitating modeling, system and object method of representation of knowledge, Uzel-Funktion-Objekt technology, theory of calculation of objects, modeling of technological processes.



УДК 004.891.2

## СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ С АВТОМАТИЗИРОВАННЫМИ СРЕДСТВАМИ КОРРЕКТИРОВКИ СУЖДЕНИЙ ЭКСПЕРТОВ

**В. В. ЛОМАКИН**  
**М. В. ЛИФИРЕНКО**

*Белгородский  
государственный  
национальный  
исследовательский  
университет*

*e-mail:  
lomakin@bsu.edu.ru,  
lifirenko@bsu.edu.ru*

Разработано программное обеспечение для поддержки принятия управленческих решений. Приложение позволяет организовать совместную работу экспертов над решением проблемы на основе метода анализа иерархий. Ключевые функции – поддержка декомпозиции проблем для поиска наилучшего решения, проведение процедуры оценки группой экспертов, поиск и корректировка логических ошибок экспертов, нахождение рационального решения по выбранным экспертами критериям. Особенности программного продукта являются возможности получения решения на основе модифицированного метода анализа иерархий, нахождения и корректирования ошибочных суждений экспертов. Практическое применение программного продукта способствует повышению объективности и качества принимаемых управленческих решений, а также существенно сокращает время их нахождения. Разработанное программное обеспечение используется в учебном процессе НИУ «БелГУ».

Ключевые слова: система поддержки принятия решений, поддержка принятия решений, обработка экспертных данных, поиск оптимального решения.

В различных сферах деятельности человека требуется применение формализованных средств принятия решений. Качество принятия решения зависит от выбранного метода принятия решений. В качестве базовых инструментов решения управленческих задач нами используется метод анализа иерархий (МАИ)[1,2,3] и его модификаций[6,7]. МАИ широко применяем при решении слабоструктурированных многокритериальных задач[8,9] и имеет множество особенностей и преимуществ над другими методами, в частности:

- возможность оценки влияния неизмеримых факторов;
- поддержка относительно простой декомпозиции задачи на основе иерархии;
- возможность определения степени неточности в суждениях ЛПР или эксперта.

Процедура принятия решений на основе МАИ состоит из множества парных сравнений. Количество парных сравнений зависит от количества выбранных лицом принимающим решение (ЛПР) критериев и альтернатив, а также участвующих экспертов. Общее количество парных сравнений  $N$  может достигать большого значения и его можно рассчитать по формуле:

$$N = \frac{e \cdot k \cdot n \cdot (n - 1) + k \cdot (k - 1)}{2},$$

где  $e$  – общее количество экспертов, которое оценивает альтернативы решений по всем критериям,  $k$  – количество критериев, по которым производится сравнение альтернатив,  $n$  – количество альтернатив решений рассматриваемой проблемы.

Решение многих практических задач, например, в инновационной деятельности, технике, медицине, может потребовать большое количество критериев оценки альтернатив, а также привлечения группы экспертов. При этом получение достоверного управленческого решения может оказаться затруднительным по причине значительного увеличения количества парных сравнений. Ситуация ухудшается в случае, если получаемые матрицы после сравнений не удовлетворяют рекомендуемому отношению согласованности (менее 10% [2]), и может возникнуть необходимость их корректировки. Поэтому необходима разработка программного обеспечения (ПО) для поддержки процедур оценивания элементов иерархии и корректировки результатов.

Цель настоящего исследования состоит в разработке программного обеспечения для решения многокритериальных задач оптимизации с возможностями поддержки работы экспертных групп, поиска и проверке в практическом применении разработанного метода корректировки ошибочных суждений [6] и модифицированного метода анализа иерархий [4].

В настоящий момент существуют программные средства, решающие многокритериальные задачи на основе МАИ, в частности, ExpertChoice, Mpriority [13].

Отличие разработанного в работе программного продукта заключается в реализации нового подхода к корректировке матриц парных сравнений на основе построения корреляционных матриц и выборе наиболее достоверных суждений эксперта, наличии, кроме классического метода анализа иерархий, модифицированного подхода, поддержке работы экспертных групп и настраиваемом интерфейсе программы.

Разработанное программное средство [2] структурировано в виде 5 взаимодействующих модулей, осуществляющих работу с БД, импорт или экспорт данных, математические расчеты, представление данных в интерфейсе, создание отчетов. ПО предоставляет возможности декомпозиции проблемы в виде иерархии, сравнения элементов иерархии, идентификации ошибочных суждений на основе корреляционных матриц, автоматической и экспертной корректировки матриц парных сравнений, получения рационального управленческого решения, создания отчетов. Диаграмма взаимодействия пользователей с программным продуктом в нотации UML представлена на рис. 1. ЛПР имеет полный доступ ко всем функциям при решении проблем, эксперты – только к операциям оценивания.

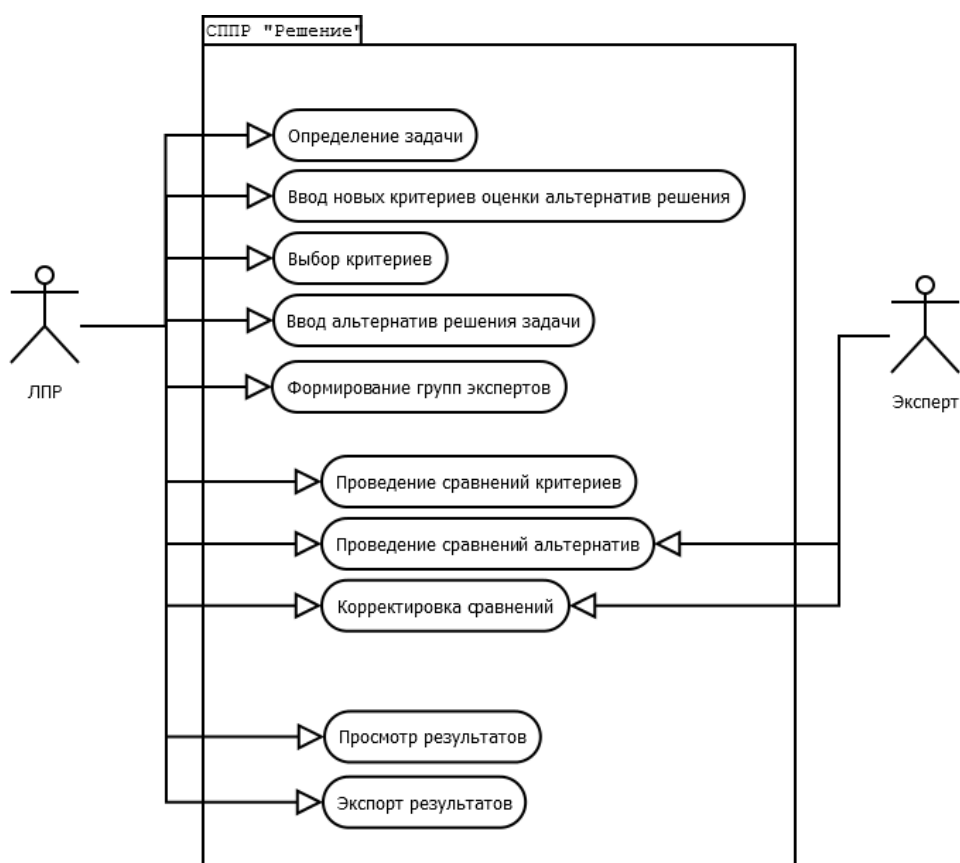


Рис. 1. Диаграмма взаимодействия пользователей с СППР «Решение»

Пошаговый процесс получения ЛПР оптимального решения в СППР «Решение» состоит из 6 этапов:

1. Идентификация проблемы
2. Декомпозиция проблемы



3. Формирование команды экспертов
4. Распределение решаемых задач по экспертам
5. Проведение процедуры сравнения элементов иерархии
6. Проверка и утверждение результатов оценки

При дистанционном принятии решений экспертами необходимо организовать поддержку работы через Интернет. Поэтому в разработанной СППР предусмотрены возможности как локального функционирования, так и с использованием Интернета. Это обеспечивается выбором следующих технологий реализации: языка программирования Java[12] для алгоритмической части решаемой задачи и СУБД ApacheDerby[11] для информационной части и хранения структур данных.

При выборе средств реализации мы руководствовались опытом эксплуатации и техническими особенностями инструментальных средств. Java – широко применяемый объектно-ориентированный язык программирования. Приложения, написанные на Java, компилируются в специальный байт-код, поэтому могут работать на любой виртуальной Java-машине (JVM) независимо от компьютерной архитектуры. Это обеспечит мобильность разработанного ПО от серверной архитектуры и персональных ЭВМ до мобильных устройств.

Выбор СУБД ApacheDerby обоснован тем, что данная СУБД имеет возможности встраивания в программное приложение и поддержки работы групп пользователей на сервере. Таким образом, СППР получает свойства как локального, так и удаленного хранения данных, при этом обеспечивается синхронизация локальных и серверной БД. Эта особенность важна с точки зрения возможности масштабирования системы до уровня глобального веб-сервиса поддержки принятия решений.

Необходимо отметить, что работа с СУБД ApacheDerby организована на основе технологии ORM с использованием библиотеки OrmLite[10]. Применение технологии ORM обеспечивает удобство адаптации программного обеспечения к структурным изменениям в БД. Кроме того, имеется дополнительная возможность сохранять объекты БД в виде XML-файлов.

С целью сохранения результатов оценивания и формирования средств описания информации о выполняемых и завершенных проектах принятия решений разработана и реализована БД, фрагмент схемы которой для основных сущностей представлен на рис. 2.

Опишем сущности приведенного фрагмента ER-диаграммы (рис. 2). Сущность «MAIPROCESSTABLE» описывает процессы решения проблем, формализованных с помощью МАИ. Предполагается, что каждый процесс решения состоит из поставленной для решения проблемы (сущность «PROBLEMTABLE»), критериев (сущность «CRITERYTABLE») и альтернатив решения (сущность «DECISIONTABLE»). Сущность «PROCESSCRITERYBUNDLETABLE» обеспечивает связь процессов и критериев для повторного использования набора критериев из одного процесса в другом. Для организации интерфейса пользователя при построении иерархии создана сущность категорий проблем и критериев «CATEGORYTABLE». Система поддерживает несколько видов критериев, и для определения типа критерия создана сущность «CRITERYTYPETABLE». Сущности «CRITERYCOMPARISONTABLE» и «DECISIONCOMPARISONTABLE» соответственно выполняют функции хранения оценок по критериям и альтернативам. Такой набор сущностей позволяет производить создание, хранение, редактирование и анализ решений, выполненных на основе МАИ.

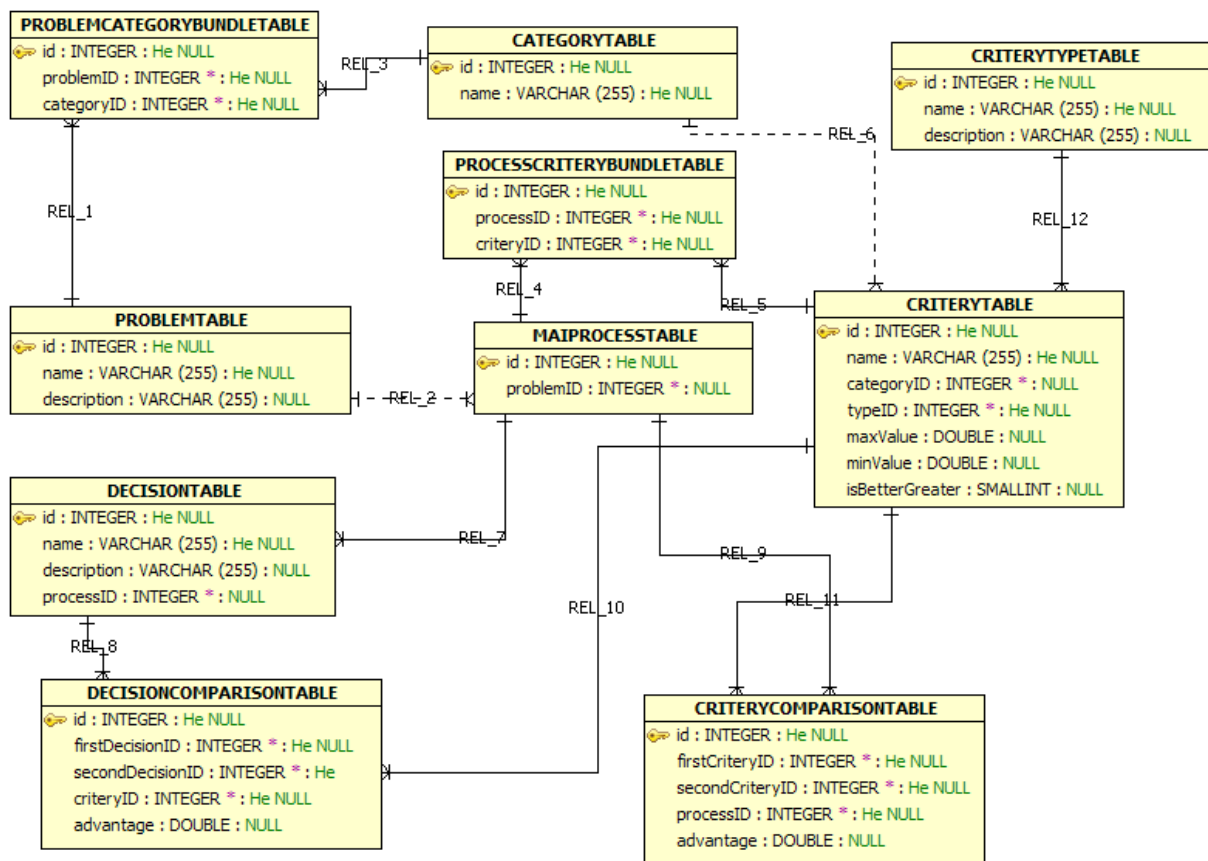


Рис. 2. ER-диаграмма основных сущностей БД СППР

На основе выбранных инструментальных средств СППР «Решение» реализовано взаимодействие клиентских и серверного приложений. С учетом специфики решаемых задач разработан интерфейс программного средства. Главное окно содержит 2 панели: графическую, где отображается результат декомпозиции проблемы на иерархию, и функциональную, где представлены функции по работе с иерархией, такие как редактирование иерархии, сравнение критериев и альтернатив решений, просмотр сведений о выбранном элементе иерархии (рис. 3).

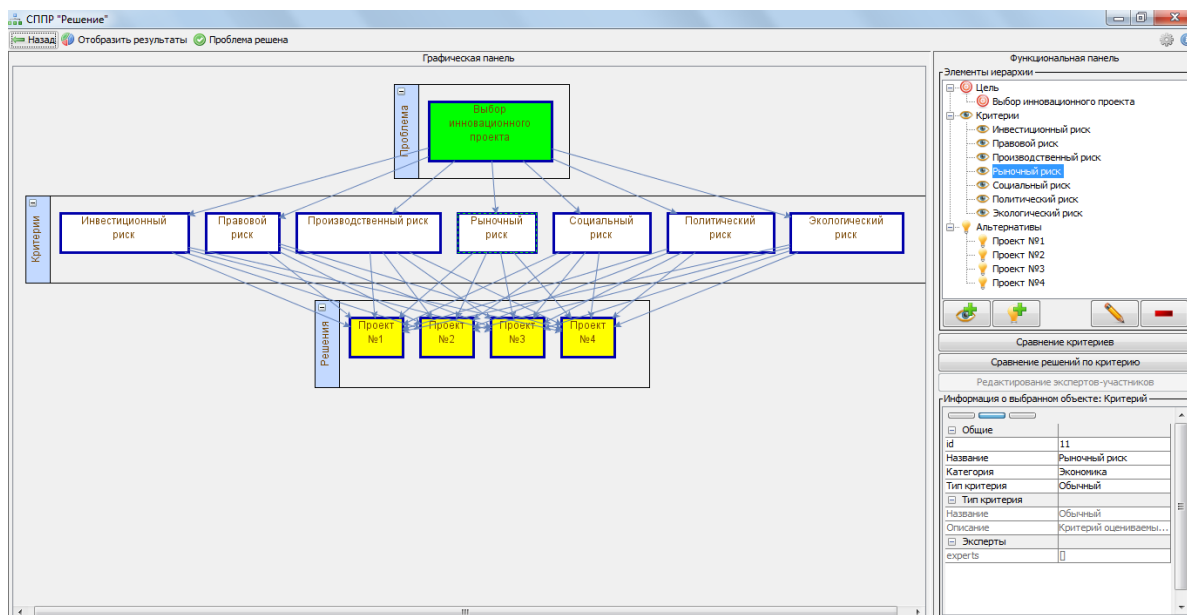


Рис. 3. Главное окно программы СППР «Решение»

На этапе проведения экспертных оценок возможны случаи, когда допущены логические ошибки в суждениях, и матрицы попарных сравнений получаются несогласованными. Для решения перечисленных задач предназначены автоматизированные средства корректировки суждений [6]. С их помощью ЛПР может самостоятельно в пошаговом режиме или автоматически скорректировать полученные суждения и получить более согласованный вариант матрицы. Для примера на рис. 4 приведены матрица с низкой степенью согласованности и результат её автоматической корректировки. Как видно, до корректировки матрица парных сравнений имела отношение согласованности (ОС), равное 18,6%. После того, как СППР по запросу пользователя провела автоматическую корректировку, значение ОС снизилось до 0,6%. Имеется возможность оценки получения рекомендуемых результатов для ОС без фактического изменения матрицы парных сравнений при значении, превышающем 10%, что соответствует требованиям к получению решений в МАИ.

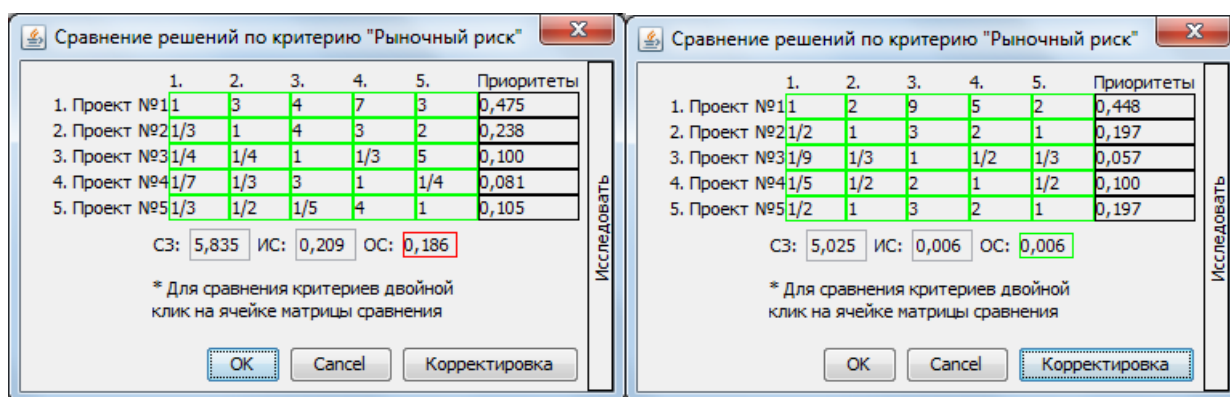


Рис. 4. Окна сравнения альтернатив решений с матрицей сравнения до и после корректировки

По окончании заполнения и корректировки всех матриц парных сравнений система получает результаты в численном виде или в виде диаграмм. Кроме того, имеется возможность создания отчета, отражающего последовательность, промежуточные и конечный результаты решения проблем с последующей распечаткой или экспортом в файл (рис.к 5).

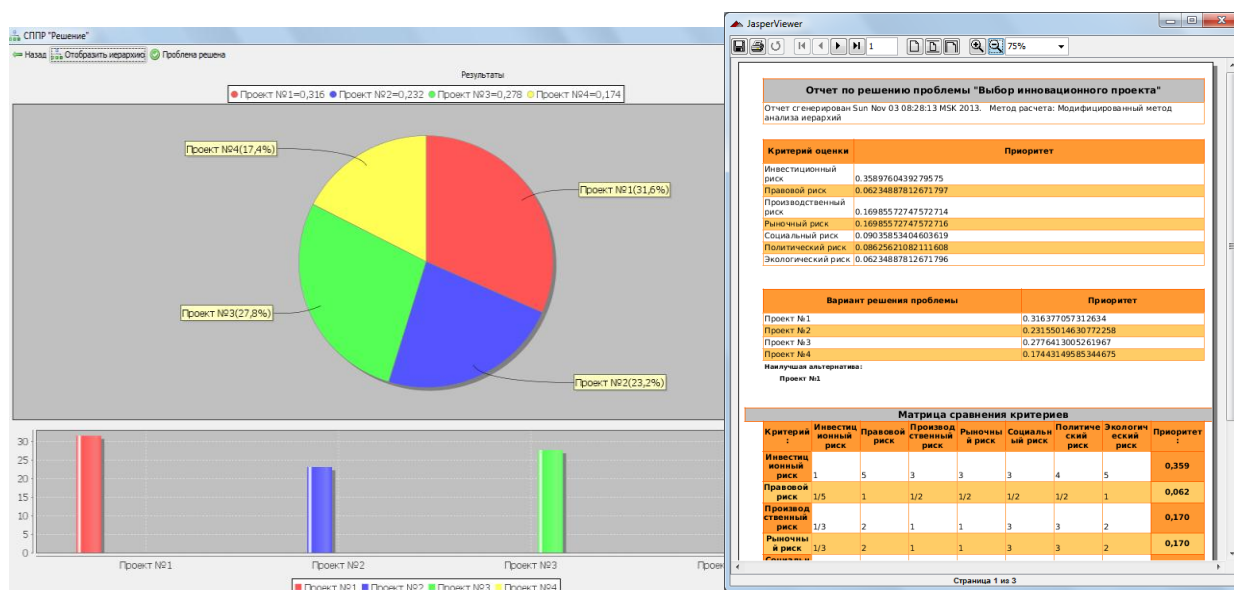


Рис. 5. Окна вывода результатов и отчета в СППР «Решение»

### Заключение

Авторами разработано программное обеспечение для решения многокритериальных задач. С помощью ПО осуществляется ввод и редактирование иерархии для принятия решений, поддержка работы экспертных групп, идентификация ошибочных суждений на основе корреляционных матриц, автоматическая и экспертная корректировка матриц парных сравнений, получение рационального управленческого решения, создание отчетов. Используемые в СППР информационные технологии обеспечивают мобильность и возможность работы в локальном и удаленном режимах. За счет оригинальных подходов к автоматизации отдельных этапов процесса получения управленческих решений применение разработанного ПО позволяет уменьшить время, повысить степень обоснованности, организовать хранение и оценку отдельных элементов иерархии при принятии решений.

### Список литературы

1. Saaty T.L. Multicriteria Decision Making. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. – University of Pittsburgh, RWS Publications, 1990.
2. Саати Т. «Принятие решений. Метод анализа иерархий»; пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.
3. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. – М.: Логос, 2000.
4. Лифиренко М.В. Программное обеспечение поддержки принятия решений на основе балльной шкалы оценки альтернатив [Текст]// Всероссийский конкурс НИР студентов и аспирантов в области информатики и информационных технологий: сб. науч. работ: в 3 т. – Белгород: ИД «Белгород», 2012. – Т. 2. – с. 526-536
5. Лифиренко М.В., Ломакин В.В. Система поддержки принятия управленческих решений на основе усовершенствованного аналитико-иерархического процесса//Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2013616249 от 2 июля 2013 года.
6. Ломакин В.В., Лифиренко М.В. Алгоритм повышения степени согласованности матрицы парных сравнений при проведении экспертных опросов. [Текст] // Фундаментальные исследования. – 2013. – №11. – С. 1798-1803.
7. Жилияков Е.Г. Адаптивное определение относительных важностей объектов на основе качественных парных сравнений. [Текст] / Е.Г. Жилияков // Экономика и математические методы, 2006, том 42, №2, с. 111-122.
8. Жилияков Е.Г. Об использовании метода парных сравнений для принятия решений при оценивании уровня профессиональных компетенций обучаемых [Текст]/Е.Г. Жилияков, С.В. Игрунова, С.Н. Девицына, Н.П. Путивцева, С.В. Мединцева, Ю.Г. Чашин//Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2008. – № 10 (50). Вып. 8/1. – С. 65-73.
9. Ногин В.Д. Принятие решение в многокритериальной среде: количественный подход. – М.: Физматлит, 2002.
10. Библиотека OrmLite [Электронный ресурс]. URL:<http://ormlite.com/> (Дата обращения: 01.12.2013)
11. Сайт СУБД ApacheDerby[Электронный ресурс]. URL: <http://db.apache.org/derby/> (Дата обращения: 01.12.2013)
12. Официальный сайт Java [Электронный ресурс]. URL:<http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/index.html> (Дата обращения: 01.12.2013)
13. Абакаров А.Ш., Сушков Ю.А. Диалоговая программная система поддержки принятия рациональных решений// Сайт Санкт-Петербургского Клуба консультантов и тренеров. URL: [http://treko.ru/show\\_article\\_763](http://treko.ru/show_article_763). (Дата обращения: 01.12.2013)



---

## **DECISION SUPPORT SYSTEM WITH AUTOMATED MEANS OF EXPERT JUDGMENT CORRECTION**

**V.V. LOMAKIN**  
**M.V. LIFIRENKO**

*Belgorod National  
Research University*

*e-mail:  
lomakin@bsu.edu.ru,  
lifirenko@bsu.edu.ru*

The software is developed for support of adoption of administrative decisions. The appendix allows to organize collaboration of experts over a solution on the basis of a method of the analysis of hierarchies. Key functions – support of decomposition of problems for search of the best decision, carrying out procedure of an assessment by the group of experts, search and correction of logical mistakes of experts, finding of the rational decision on the criteria chosen by experts. Features of the software product are possibilities of obtaining the decision on the basis of the modified method of the analysis of hierarchies, stays and correcting's of wrong judgments of experts. Practical use of the software product promotes increase of objectivity and quality of made administrative decisions, and also significantly reduces time of their stay. The developed software is used in educational process of National Research Belgorod State University.

Key words: decision-support system, decision support, processing expert data, searching optimal decision



УДК 519.872:004.318

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИНТЕЗ МОДЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ ПРЕЦЕДЕНТНОГО ПОДХОДА

**Д.Э. ЛЫСЕНКО**

*Национальный  
аэрокосмический  
университет  
им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

*e-mail:  
lysenko.d@gmail.com*

Статья посвящена задаче поиска вариантов технологических процессов в базе прецедентов, описывающей разработки прошлых периодов. Обоснована целесообразность применения прецедентного подхода. Описан алгоритм формирования базы прецедентов. Показано, что предварительная кластеризация базы прецедентов позволяет сократить время поиска. Рассмотрена задача моделирования структуры технологических процессов для компактного представления данных в базе прецедентов. Построен набор унифицированных операций, используя которые можно описать структуру произвольного технологического процесса.

Ключевые слова: технологический процесс, прецедентный подход.

### Введение

При разработке и внедрении в производство новых видов продукции необходимо решать задачи проектирования структуры технологических процессов. При этом необходимо искать как новые решения, основанные на внедрении новых технологий, оснастки, оборудования, так и использовать опыт, описывающий устоявшиеся, хорошо отработанные технологические решения, а также выявленные при их применении проблемы.

Задача проектирования и автоматизированного синтеза технологического процесса (ТП) должна решаться на основе анализа опыта прошлых разработок. Для этого необходимы модели, описывающие структуру технологического процесса и позволяющие осуществлять сравнение и поиск аналогов планируемого решения (образца). Таким образом, задача автоматизации поиска технологических процессов и операций с учётом опыта прошлых разработок является актуальной научно-прикладной задачей.

### Поиск вариантов технологических процессов с применением прецедентного подхода

При оценке технологической реализуемости планов развития предприятия необходима информация, которая формируется из анализа технологической документации базовых образцов прошлых разработок.

Для этого используется архив прошлых разработок, в частности, технологических решений, в котором хранится информация, необходимая для принятия решений на предпроектной стадии планирования развития предприятия. Для задач настоящего исследования особый интерес представляют требования по оснащённости технологического процесса оборудованием и оснасткой, а также трудоемкости по видам работ. Эту информацию можно получить из анализа документации прошлых разработок, в частности, для отобранного базового образца (образца-аналога), наиболее подходящего по параметрам к планируемой продукции. Поиск и отбор базовых образцов-аналогов производится в системе прецедентного типа с учетом степени сходства для получения необходимой информации о типе ТП, требуемой оснащённости и трудоемкости работ. Отличие отдельных параметров базового образца и планируемого зависит от объема и содержания модернизации.

В общем виде процедура оценки реализуемости плана развития предприятия включает последовательность задач:

- описание объема и содержания планируемой новации (модификации);
- поиск и отбор возможных аналогов в работах прошлых периодов;



- выбор базового образца-аналога и оценка его степени сходства с планируемым по совокупности сформулированных параметров сравнения;
- разработка моделей функционирования подсистем и в целом производственного процесса для оценки таких параметров как производительность, ритмичность, объем незавершенного производства и других, необходимых для проведения оценки технико-экономических показателей;
- моделирование и оценка технологического оснащения и системы контроля в зависимости от планируемого объема выпуска.

Особенностью процесса принятия решения при выборе варианта развития предприятия является необходимость анализа больших объемов информации при наличии ограничений во времени на оценку вариантов и значительном уровне неопределенности, присущем предпроектному этапу. С другой стороны, сам процесс формирования вариантов как основы выбора является нетривиальной задачей принятия решения, особенно на предпроектной стадии. Возможность упустить из рассмотрения приемлемый (продуктивный) вариант усиливает важность и ответственность данного этапа. В силу этого, при формировании перечня возможных вариантов используются различные методы поиска информации, в том числе и предлагаемый здесь метод аналогий (прецедентов), основанный на использовании опыта прошлых разработок.

Предлагается использовать для принятия решений по выбору варианта развития производства прецедентный подход [1], позволяющий решать задачи поддержки принятия решений в сложных слабоструктурированных системах. Выбор данного подхода обусловлен тем, что зачастую на производственном предприятии к моменту возникновения проблемы выпуска новой продукции или ее модернизации уже накоплен значительный опыт решения похожих проблем, возникавших ранее [2, 3].

В соответствии с положениями теории прецедентов, известной еще как «Case-Based Reasoning» (CBR – метод рассуждений на основе прецедентов), прецедент представляет собой информационный блок, включающий в себя базовую ситуацию, соответствующее ей решение, а также перечень ресурсов и непосредственных исполнителей. В процессе профессиональной деятельности в некоторой области формируются проблемно-ориентированные прецеденты, которые накапливаются в хранилище (базе прецедентов), в качестве которого могут выступать реляционные базы данных (БД), специализированные серверы знаний, многомерные БД, архивы и т.д. Ситуация, для которой сформирован прецедент, в дальнейшем считается опорной или базовой [4].

Принятие решения на основе прецедентного подхода предполагает решение следующего круга задач:

- выбор способа формализованного представления знаний о ситуации и возможных решениях;
- определение способа поиска и выбора технологических решений в хранилище прецедентов;
- разработка метода идентификации и адаптации решений.

Типовой прецедент представляет собой структуру, состоящую из описания проблемы, характеризующей сложившуюся ситуацию на момент активизации прецедента, и решения, содержащего возможные варианты принятия решений.

Алгоритм формирования базы прецедентов включает следующие фазы:

- 1) определение весовых коэффициентов признаков для оценки уровня значимости прецедента в рассматриваемой базе;
- 2) кластеризация прецедентов по выявленным признакам;
- 3) поиск требуемого множества прецедентов на основе критерия подобия ситуаций.

В фазе 1 определяется оценочная функция признаков – чем меньше (или больше) значение имеет эта функция, тем более важен соответствующий признак.



Оценочная функция позволяет в дальнейшем производить отбор релевантных прецедентов, используя отношение подобия, построенное на множестве наиболее важных признаков.

Тогда для заданного набора весов признаков  $w_j (w_j \in [0,1], j=1, \dots, n)$  и пары прецедентов  $e_p$  и  $e_q$ , определим взвешенную меру близости как

$$R_{pq}^{(w)} = \sqrt{\sum_{j=1}^n w_j^2 (x_{pj} - x_{qj})^2}, \quad (1)$$

а меру подобия прецедентов

$$SIM_{pq}^{(w)} = \frac{1}{1 + R_{pq}^{(w)}}, \quad (2)$$

где  $x$  – значения признаков.

Если все веса  $w$  одинаковы и равны 1, то мера близости соответствует евклидовой мере и обозначается как  $R_{pq}$ , а соответствующая ей мера подобия –  $SIM_{pq}$ .

Оценочная функция признаков определяется следующим образом:

$$G(w) = \frac{2}{n(n-1)} \left[ \sum_p \sum_{q:q < p} \left( SIM_{pq}^{(w)} (1 - SIM_{pq}^{(w)}) + SIM_{pq} (1 - SIM_{pq}^{(w)}) \right) \right], \quad (3)$$

где  $n$  – число прецедентов в базе прецедентов.

На фазе 2 выполняется кластеризация базы прецедентов.

Кластеризация базы прецедентов используется для ускорения операций выборки сходных прецедентов и предварительного разбиения базы прецедентов на компактные множества покрытия.

Алгоритм кластеризации основывается на категории сходства в выражениях (1), (2) и имеет вид:

- 1) задается уровень значимости (пороговый уровень)  $\beta \in [0,1]$ ;
- 2) определяется модифицированная матрица подобия,

$$SIM' = \max_k \left\{ \min \left( SIM_{pq}^{(w)}, SIM_{kq}^{(w)} \right) \right\}; \quad (4)$$

если  $SIM' \subset SIM$ , то определяются отдельные кластеры на основе правила: «прецедент  $p$  и прецедент  $q$  принадлежат одному кластеру тогда и только тогда, когда  $s_{pq} \geq \beta$ , в противном случае матрица  $SIM$  заменяется на  $SIM'$  и выполняется возврат к шагу 2.

После того как исходная база прецедентов разделена на отдельные кластеры, можно реализовать процедуру поиска релевантных прецедентов на основе отношения подобия.

При использовании кластеризированной базы прецедентов временные затраты на поиск решения существенно снижаются, таким образом, быстродействие системы увеличивается.

Функция выбора прецедентов является основной функцией для реализации механизма поиска технологического решения, соответствующего оборудованию и исполнителей, и представляет собой техническую сторону принятия решения.



Для определения перечня потенциальных вариантов работ (технологических операций) необходимо описать основные ТП данного производства в терминах понятий существующих категорий. Объекты понятий, описывающие ТП, классифицируются по имеющимся категориям, описываются связи между ними и затем производится поиск ТП в базе технологических решений, близких к описываемой.

В итоге, для поиска вариантов ТП производится анализ всех технологических решений, подобных планируемому, на основании заданного отношения подобия.

Для задачи попарного сравнения иницирующего образца с прецедентом, отобранными из хранилища, вычисляются отклонения характеристик планируемого ТП от найденных эталонных, которое обозначим  $\Delta x_i$ . Характеристики  $x_i$  необходимо нормализовать и привести к изоморфному виду. Для этого можно использовать функцию полезности.

Задача ранжирования и отбора прецедентов на основе оценки подобия осуществляется на основе многофакторной обобщенной оценки «расстояния» характеристик планируемого ТП от найденных эталонных, которая имеет вид:

$$L = \sum_{i=1}^n w_i \Delta x_i, \quad (5)$$

где  $w_i$  – весовые коэффициенты, определяющие значимость отдельных характеристик по отношению к другим,  $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ ,  $0 < w_i \leq 1$ . В соответствии с принципом оптимальности

$$x^\circ = \arg \min_{x \in X} \sum_{i=1}^n w_i \Delta x_i. \quad (6)$$

По такому принципу происходит ранжирование найденных эталонных ТП по степени подобия планируемому.

### **Моделирование структуры технологических процессов**

При поиске решения о наилучшей организации работы технологического процесса приходится иметь дело с информацией различной природы, метрики и степени воздействия на конечный целевой критерий.

Для удобства использования опыта прошлых разработок информация первого этапа предпроектных исследований должна формироваться и храниться в компактном виде в объеме и номенклатуре, требуемых для оперативного анализа, моделирования и принятия управленческих решений.

Поскольку технологическая операция является основной структурной единицей технологического процесса и на ее основе строится принцип унифицированной детали и группового техпроцесса обработки, следует использовать способ компактного, информативного и наглядного представления структуры пооперационного технологического процесса и требуемых ресурсов для его реализации [5, 6]. Функциональные связи между операциями ТП зависят от типа выполняемой операции и состава технических средств.

Разнообразие технологических процессов производства существенно затрудняет их исследование, сравнение и оценку. Из-за множества параметров, присущих различным технологическим процессам, сложно формулировать обобщенные критерии оценки, так как значимость их будет различна для сравниваемых вариантов. Это обстоятельство существенно усложняет способы представления технологических процессов в архиве прецедентов, особенно структурной части ТП. Для задач предпроектного анализа структуры и ресурсных параметров технологических процессов необходимо иметь возможность формализовать структуры ТП по некоторому набору обобщенных унифицированных операций, которые несут информацию по таким параметрам операций как трудоемкость, требуемое оборудование и оснастка. Эта информация необходима для оценки реализуемости плана развития предприятия по оснащенности

(возможной дооснащенности), составу работников по видам работ и др.

Анализ технологических процессов различных производств [7 – 9] показывает, что операциями обработки, сборки, разработки (распределения), нарезки (штамповки), контроля (распределения), и испытания практически исчерпывается весь их набор. Для формирования унифицированной структурной модели технологической операции введем три следующих характеристических параметра: количество входов  $n_{вх}$ , количество выходов  $n_{вых}$  и учетный коэффициент передачи технологической операции  $K_y$ . Первые два параметра не требуют пояснений, поэтому рассмотрим только третий параметр.

Учетным коэффициентом передачи по  $i$ -му входу и  $j$ -му выходу  $K_y^{ij}$  будем называть отношение счетного количества физических единиц материалов, комплектующих изделий, сборочных узлов и т.п.  $j$ -го выхода технологической операции  $u_{выхj}$  к счетному количеству поступивших на вход технологической операции физических единиц материалов, сборочных узлов и изделий  $u_{вхi}$ .

Тогда можно дать следующее описание технологических операций и структуры ТП в целом.

Обработка – операция, имеющая для обрабатываемого изделия имеет один вход ( $n_{вх} = 1$ ), один выход ( $n_{вых} = 1$ ), следовательно учетный коэффициент передачи  $K_y^{ij} = 1$  (количество изделий, поступивших на операцию, равно количеству изделий, вышедших с нее). Появление отходов, брака и т.д. после операции не опровергает соотношения  $K_y^{ij} = 1$ , а лишь означает, что данная операция представляет собой совокупность операций «обработка» и «контроль», даже если последнее не указано специально. Цель операции – выполнение над изделиями какой-либо технологической процедуры обработки (изменение физических или геометрических параметров изделия).

Сборка – операция, имеет несколько входов ( $n_{вх} = N$ ,  $N \geq 2$ ) и один выход ( $n_{вых} = 1$ ) с учетным коэффициентом передачи  $K_y^{ij} < 1$ . Цель операции – агрегирование изделий (изготовление сборочных узлов из деталей и т.п.).

Демонтаж (разборка) – операция, имеющая по обрабатываемому изделию имеет один вход ( $n_{вх} = 1$ ) и несколько выходов ( $n_{вых} \geq 2$ ) с учетным коэффициентом передачи по любому выходу  $K_y^{ij} > 1$ . Цель операции – разагрегирование сборочных узлов, распределение комплекта одинаковых деталей на несколько потоков (разбраковка).

Нарезка (штамповка) – операция, имеющая имеет один вход ( $n_{вх} = 1$ ) и несколько выходов ( $n_{вых} \geq 1$ ) с учетным коэффициентом передачи  $K_y^{ij} \geq 1$ . Цель операции – переход от групповой технологии обработки изделий к единичной.

Контроль – операция, имеющая имеет один вход ( $n_{вх} = 1$ ) и несколько выходов ( $n_{вых} \geq 2$ ) с учетным коэффициентом передачи  $K_y^{ij} > 1$  по любому выходу. Цель операции – проверка качества изделий, как правило, с последующей сортировкой (распределением по группам). Для контрольной операции учетный коэффициент передачи по  $i$ -му входу  $K_y^{ij}$  является случайной величиной с математическим ожиданием  $M[K_y^{ij}]$  и случайным отклонением  $\sigma_k$ .

Тренировка – операция, имеющая имеет один вход ( $n_{вх} = 1$ ) и один выход ( $n_{вых} = 1$ ), учетный коэффициент передачи  $K_y^{ij} = 1$ . Цель операции – улучшение качества изделий.

Испытание – операция, имеющая один вход ( $n_{вх} = 1$ ) и один выход ( $n_{вых} = 1$ ) с учетным коэффициентом передачи  $K_y^{ij} = 1$ . Цель операции – проверка качества изделия.

Рассмотренные выше операции можно свести в таблицу.

Таблица

## Характеристические параметры технологических операций

Операция	Количество входов		Количество выходов		Учетный коэффициент передачи
	max	min	max	min	
Обработка	1	1	1	1	$K_y^{ij} = 1$
Тренировка	1	1	1	1	$K_y^{ij} = 1$
Испытание	1	1	1	1	$K_y^{ij} = 1$
Нарезка	1	1	N	1	$K_y^{ij} > 1$
Сборка	N	2	1	1	$K_y^{ij} < 1$
Демонтаж	1	1	N	2	$K_y^{ij} > 1$
Контроль	1	1	N	2	$K_y^{ij} > 1$

Таблица позволяет провести анализ структур операций. Из нее, в частности, следует:

1) структура операций «обработка», «тренировка», «испытание», «нарезка», «разборка» являются частными случаями по отношению к операциям «сборка» и «контроль» и поэтому из дальнейшего рассмотрения могут быть исключены;

2) минимальное число входов в структуре операций «сборка» и выходов в структуре операций «контроль», «демонтаж» не могут быть меньше двух.

Таким образом, набор минимальных унифицированных структур технологических операций может быть ограничен двумя операциями: А и В (рис. 1).

Так как любая технологическая операция на выходе кроме основной годной продукции может иметь брак, отходы и пр., т.е. иметь несколько выходов, выполнение которых (направление продукции и отходов в соответствующие выходы) может производиться только при наличии в составе операции автоматического или ручного контроля, в ряде случаев имеет смысл объединить операции А и В в одну унифицированную операцию, минимальная структура которой приведена на рис. 2.

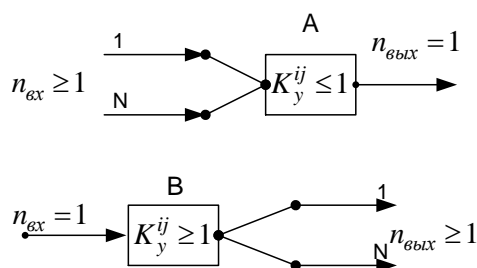


Рис. 1. Минимальная структурная модель обобщенных технологических операций:  
А – сборка, В – контроль

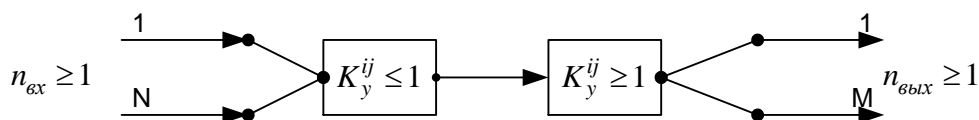


Рис. 2. Минимальная структурная модель обобщенной технологической операции  
(без учета ресурсов)

Для решения задачи синтеза структур процессов производства используем приведенные выше модели.

На основе минимальной структуры унифицированной операции могут быть образованы структуры любых, более сложных или более простых по структуре технологических операций. Например, операции «обработка», «нарезка», «тренировка», «контроль» могут быть представлены унифицированной операцией, у которой задействованы один вход и один выход. Структуры более сложных операций компонуются на базе структуры унифицированной технологической операции путем последовательного соединения входов и выходов минимальных структур (рис. 3).

Иногда структуры технологических операций, сформированные на базе унифицированной структуры, могут быть излишне избыточными. В этом случае могут быть использованы специальные (для данного технологического процесса) структуры, имеющие число входов и выходов более двух.

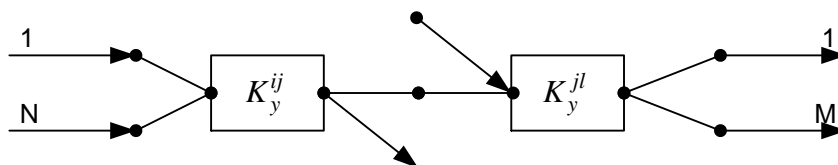


Рис. 3. Структура технологической операции, сформированной на базе унифицированной структуры

Унифицированная структурная модель операции отражает структуру процесса функционирования производства и не позволяет определить возможности управления и необходимые ресурсы. Это объясняется тем, что в модели операции не отражены управляющие воздействия. Основными из них являются:

- воздействия по управлению производительностью операции (организация труда и обеспечение оборудованием);
- управление технологическими параметрами операции.

С учетом этих воздействий математическую модель технологической операции можно представить в виде

$$y_{\text{вых}} = f(y_{\text{вх}}, u, \theta, \eta, \xi) \tag{7}$$

где  $y_{\text{вых}}$  – вектор состояния выхода операции;  $y_{\text{вх}}$  – вектор состояния входа операции;  $u$  – вектор состояния ресурсов операции;  $\theta$  – вектор состояния технологических параметров;  $\eta, \xi$  – возмущающее воздействие – воздействие контролируемых и неконтролируемых факторов.

Как отмечалось выше, на этапе предпроектного анализа вектор состояния технологических параметров  $\theta$  в выражении (7) может не учитываться. Аналогично можно поступить с возмущающими воздействиями. Тогда выражение (7) примет вид:

$$y_{\text{вых}} = f(y_{\text{вх}}, u) \tag{8}$$

В выражении (8)  $u$  – вектор состояния ресурсов, несет в себе информацию о типе привлекаемого оборудования и оснастки, трудоемкости и связанные с этим финансовые ресурсы.

С точки зрения системного подхода построение структурной модели ТП осуществляется путем выполнения следующих формализованных этапов:

- 1) Выполняемые системой (технологическим процессом) функции могут быть формализованы в виде множества решаемых задач  $E = \{E_i\}$  (технологических операций). Каждая из задач  $E_i, i = \overline{1, L}$  может содержать  $q = \overline{1, Q}$  этапов (например, процесс покраски состоит из подпроцессов – очистки, грунтовки, сушки и т.д.). Для каждой задачи из множества  $E$  существуют возможные варианты их решения.



2) Связи между функциями (процессами), задачами и их этапами (операции и подпроцессы) задаются графами вида  $G_E = \{E_{q_i}(E_{q_i}, E_{q_i}^{\cdot})\}$ , где  $E_{q_i}, E_{q_i}^{\cdot} \in E$ . Дуги графа характеризуют последовательность решения задачами и отражают направление движения производственных материальных потоков. Основные виды связей в соответствии со структурами универсальных операций можно представить в виде следующих типов:

- а) последовательный;
- б) сборка;
- в) разветвление.

Будем называть задачи и этапы последовательно зависимыми, если реализация каждой последующей задачи может начинаться только после окончания предыдущей и параллельно зависимыми при связях задач друг с другом типа сборки и разветвления.

3) Определяются виды и характеристики технических средств, которые могут использоваться в технологическом процессе или группе операции для каждого варианта возможного построения ТП следующими множествами:  $A = \{Q_j\}$  – состав технических средств,  $j = \overline{1, D}$  – тип технических средств.

Представление структурной модели технологического процесса на основе унифицированной структурной технологической операции позволяет производить анализ технологического процесса на предпроектном этапе без необходимости разрабатывать параметрическую составляющую модели [10], что значительно сокращает сроки проведения оценки реализуемости планов развития.

Таким образом, необходимая для анализа информация группируется вокруг унифицированной структуры модели операции, что значительно упрощает организацию хранения и доступа к архиву прецедентов. Представление процесса изготовления типовой детали, построенный на основе унифицированных структурных моделей, позволяет сократить объем хранящейся информации и процедуры её анализа. Кроме этого, появляется возможность строить процессные модели отдельных технологических процессов и оценивать такие характеристики как производительность, ритмичность, загрузка, межцеховая и внутрицеховая маршрутизация и другие динамические характеристики процесса производства, а также количественные характеристики оснащенности процесса для реализации заданных объемов выпуска продукции.

На основе полученных структурных моделей унифицированных операций можно строить потоковые модели технологических процессов и производить анализ и вычисление параметров функционирования производственного процесса с учетом характеристик материальных потоков.

### **Заключение**

Рассмотрена задача поиска вариантов технологических процессов в базе разработок прошлых периодов. Обоснована целесообразность применения прецедентного подхода для решения этой задачи. Описан алгоритм формирования базы прецедентов

Рассмотрена задача определения меры близости и меры подобия прецедентов. Показано, что предварительная кластеризация базы прецедентов позволяет сократить время поиска и ускорить операции выборки данных.

Рассмотрена задача моделирования структуры и параметров технологических процессов. Построен набор унифицированных операций, используя которые можно описать структуру произвольного технологического процесса. Дано описание параметров операций унифицированного набора. Показано использование моделей унифицированного набора операций для синтеза структур технологических процессов. Сформирована математическая модель технологической операции на производственном предприятии.

Результаты работы могут применяться при проектировании технологических процессов, а также при разработке систем управления технологической подготовкой производства для автоматизации синтеза технологических процессов.



**Список литературы**

1. Варшавский П.Р. Поиск решения на основе структурной аналогии для интеллектуальных систем поддержки принятия решений / П.Р. Варшавский, А.П. Еремеев // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2005. – № 1. – С. 97-109.
2. Лещенко А.Б. Построение подсистемы контроля качества продукции приборостроительного производства / А.Б. Лещенко, Ю.А. Лещенко, Д.А. Селютин // Радіоелектронні і комп'ютерні системи, 2010, № 1 (42). – С. 131 – 140.
3. Малыхина М.П. Оценка эффективности гибридизации интеллектуальных методов на примере нейросетевой экспертной системы на основе прецедентов / М.П. Малыхина, Ю.В. Бегман // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012, №75(01). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/02/pdf/24.pdf>
4. Хамадеев Ш.А. База прецедентов для управления качеством технологического процесса на основе диаграммы Исикавы и алгоритма CLOPE / Ш.А. Хамадеев // Образование и наука закамья Татарстана. Журнал №22 (10.12.11) [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://naucstat.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=832:the-base-cases-for-the-quality-control-process-based-on-ishikawa-diagrams-and-algorithm-clope&catid=276:2011-10-17-15-12-50&Itemid=100233](http://naucstat.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=832:the-base-cases-for-the-quality-control-process-based-on-ishikawa-diagrams-and-algorithm-clope&catid=276:2011-10-17-15-12-50&Itemid=100233)
5. Левчук В.Д. Имитационное моделирование технологического процесса производства с иерархической структурой / В.Д. Левчук // Реєстрація, зберігання і обробка даних, 2006., Т. 8, № 3. – С. 89 – 103.
6. Максимей И.В. Инструментарий имитационного моделирования дискретных вероятностных технологических процессов производства / И.В. Максимей, В.Д. Левчук, С.Ф. Маслович, Е.О. Попова, А.М. Потащенко, В.С. Смородин, В.В. Старченко, Г.А. Терещенко // Проблемы программирования. 2003. № 4. – С. 92 – 99.
7. Ткаченко В.Н. Математическое моделирование, идентификация и управление технологическими процессами тепловой обработки материалов / В.Н. Ткаченко. – Киев: Наукова думка, 2008. – 243 с.
8. Хаймович И.Н. Применение методологии SADT при моделировании бизнес-процессов технологической подготовки производства машиностроительного предприятия / И.Н. Хаймович // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 10, №3, 2008. – С. 933 – 939.
9. Нарыжный Е.В. Экспертная система для лазерной обработки материалов / Е.В. Нарыжный, Ю.В. Низкоус // Искусственный Интеллект (научно -теоретический журнал). Донецк, 2000, № 2. – с. 411 – 417.
10. Маторин С.И. Имитационное моделирование транспортных потоков с применением УФО-подхода / С.И. Маторин, А.Г. Жихарев, Н.О. Зайцева, И.Н. Брусенская // Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2013. – № 22 (165). – Вып. 28/1. – С. 148-152.

**AUTOMATED MODELS SYNTHESIS  
OF TECHNOLOGICAL PROCESSES THROUGH CASE-BASED APPROACH****D.E. LYSENKO***National Aerospace University "KhAI"**e-mail:**lysenko.d@gmail.com*

Article is devoted to the problem of finding options for technological processes in the precedents database that describes a previous periods development. The expediency of application of case-based approach. is substantiated. An algorithm for forming the precedents base is described. Shown that preliminary clustering precedents base reduces search time. The problem of modeling the structure of processes for compact representation of the data in the database precedents is described. Construct a set of standardized operations, using which enable to describe the structure of an arbitrary process.

Keywords: technological process, precedential approach



## О ПРОДВИЖЕНИИ САЙТА В ПОИСКОВЫХ СИСТЕМАХ ЯНДЕКС И GOOGLE

**Е.М. МАМАТОВ**  
**И.Н. БРУСЕНСКАЯ**

*Белгородский  
государственный  
национальный  
исследовательский  
университет*

*e-mail:  
mamatov@bsu.edu.ru,  
i.n.brusenskaya@yandex.ru*

В статье рассматриваются внешние и внутренние факторы, влияющие на продвижение сайта в поисковых системах Яндекс и Google. Составлен комплекс необходимых мер для поисковой оптимизации сайта, а также представлен пример применения данного комплекса на практике и полученные результаты.

Ключевые слова: интернет, поисковая оптимизация (SEO), продвижение сайта, позиция сайта, внешние факторы продвижения, внутренние факторы продвижения, ТИЦ, PR, контент, поисковая система Яндекс, поисковая система Google.

С каждым годом количество пользователей всемирной сети интернет значительно увеличивается. Уже в 2012 году их число превысило отметку 2 миллиарда человек в мире. В России хотя бы раз в месяц интернетом пользуются 64,4 миллиона жителей. Интернет является огромным информационным источником. Его можно использовать для обучения, общения, работы и, в большинстве случаев, для поиска необходимой информации.

В 2013 году в Интернете уже было около 300 миллионов постоянно работающих сайтов, которые предоставляют пользователям информацию. Ежедневно это число увеличивается. Любая уважающая себя компания, будь то малый, средний или крупный бизнес создает себе сайт-визитку, торговые представители создают интернет-магазины, бюджетные учреждения создают информационные порталы и т.п. Сегодня достаточно сложно себе представить успешную и уважающую себя компанию либо государственное учреждение, которое не имело бы собственного стильного, информативного и функционального веб-сайта. Но в чём для компании состоит выгода от создания собственного ресурса во всемирной сети Интернет?

Во-первых, Интернет – это миллионы пользователей, сотни или даже тысячи из которых являются потенциальными клиентами или заинтересованной публикой [1]. Создание сайта – это наиболее демократичный, современный и дешевый способ заявить о себе очень широкой аудитории.

Во-вторых, сайт визитка поможет компании представить свои товары или услуги в самом выгодном свете, достойно преподнести все преимущества перед конкурентами, скрыть возможные недостатки, рассказать об истории компании. Весьма важным моментом является то, что посетитель, пришедший на сайт компании, в первую очередь сам заинтересован в получении информации о товаре.

В-третьих, изготовление сайта под ключ – это не такое дорогое удовольствие, как кажется на первый взгляд. Сегодня разработка сайта для компании малого и среднего бизнеса может обойтись дешевле офисного кресла среднего качества. А привлекать потенциальных клиентов сайт визитка будет постоянно.

В-четвертых, всё большее количество людей, прежде чем купить тот или иной товар, или воспользоваться услугой, собирают информацию о них в Интернете. Многие пользователи не прочь купить товар прямо через сеть, и здесь необходима разработка Интернет-магазина.

В-пятых, сайт визитка – это часть имиджа компании.

Но просто создать и выложить сайт о своей компании недостаточно. Многие люди считают, что если они сделали свой собственный веб-сайт, у них не будет отбоя от клиентов и заинтересованной публики уже на следующий день, после того, как они

выложили его в сети Интернет. Но на следующий день, неделю, месяц их ожидания не оправдываются.

Создание сайта является только половиной дела в процессе успешного позиционирования компании на просторах всемирной паутины. На любую тематику в интернете есть сотни сайтов и для того, чтобы пользователь попал именно на Ваш сайт, его необходимо продвигать – повышать его рейтинг в поисковых системах, искать дополнительные источники трафика, чтобы поток заинтересованной аудитории на вашем сайте не иссякал, а приумножался каждый день. Поэтому после создания сайта основной задачей становится его продвижение.

Продвижение сайта – это комплекс мер по обеспечению посещаемости сайта целевыми посетителями. Целевые посетители – это потенциальные потребители, которые заинтересованы в приобретении товаров или услуг, представленных на продвигаемом сайте [2].

Одним из важнейших этапов продвижения сайта является поисковая оптимизация (SEO), которая представляет собой комплекс мер по повышению позиции сайта в поисковых системах, и, таким образом, позволяет увеличить его целевую посещаемость [2].

Существует множество факторов, которые влияют на продвижение сайта в поисковых системах. Условно все факторы делятся на внутренние и внешние.

Внутренние факторы определяются самим сайтом, его контентом, структурой, заголовком, количеством и плотностью ключевых слов и т.д. [3]. В общем – степенью оптимизации сайта под тот или иной поисковый запрос.

Внешние факторы определяются другими сайтами по отношению к вашему [3]. Например, это возраст домена, количество внешних ссылок на ваш сайт, поведенческие факторы и другие.

Для каждого сайта учет тех или иных факторов производится индивидуально. Это может зависеть от конкуренции в данной тематике, от частотности поисковых запросов, от возраста доменов сайтов конкурентов, от показателей ТИЦ (тематический индекс цитирования) и PR (Page Rank) сайтов конкурентов и т.д.

На основе существующих факторов был составлен комплекс мер для продвижения сайта icebergtaxi.ru. Первоначально был произведен аудит сайта и оценка сайтов-конкурентов в ТОП3 выдачи поисковых систем Яндекс и Google. После чего был разработан план продвижения.

Среди внутренних факторов, влияющих на продвижение сайта в поисковых системах, были выделены следующие:

1. Уникальный контент на сайте;
2. Составление семантического ядра (выделение ключевых слов);
3. Правильное использование заголовков H1-H6 (тег H1 должен применяться на странице один раз, располагаться выше всех других заголовков и иметь самый большой размер шрифта);
3. Составление мета-тегов title, description и keywords;
4. Использование ключевых слов в названии домена;
5. Максимально заполненная страница «Контакты» (для определения Яндексом региональности сайта);
6. Заполнение атрибута alt;
7. Внутренняя перелинковка;
8. Название сайта не только картинкой-логотипом, но и текстом;
9. Создание файла robots.txt;
10. Создание карты сайта (sitemap.xml).

Среди внешних факторов были выделены следующие:

1. Возраст сайта,
2. Поведенческие факторы,
3. Количество и качество внешних ссылок на сайт.



Перед началом продвижения сайт [icebergtaxi.ru](http://icebergtaxi.ru) отсутствовал в ТОП50 поисковой выдачи.

Для сайта было составлено семантическое ядро, представленное в таблице 1. Семантическое ядро – это набор поисковых слов, их морфологических форм и словосочетаний, которые наиболее точно характеризуют вид деятельности, товар или услугу, предлагаемые сайтом [4]. Критериями при составлении выступали следующие:

1. Цель поисковой оптимизации – привлечь как можно большее количество клиентов;
2. Используемые ключевые слова сайтами-конкурентами;
3. Количество поисковых запросов в месяц в соответствующем регионе (частотность).

Таблица

**Семантическое ядро для сайта [icebergtaxi.ru](http://icebergtaxi.ru)**

Запрос	Частотность	Частотность "!"
Такси	17176	211
Такси Белгород	4502	778
Такси айсберг	457	35
Айсберг такси	457	35
Айсберг такси Белгород	141	41
Айсберг Белгород	447	47
Такси айсберг Белгород	141	41
Такси айсберг телефон	66	10
такси айсберг контакты	38	4
Такси айсберг отзывы	26	3
Такси айсберг цена	12	2
Такси айсберг прайс	7	1

После составления семантического ядра ключевые запросы были распределены по страницам сайта:

Главная страница – такси, такси Белгород, такси айсберг, айсберг такси, айсберг такси Белгород, айсберг Белгород.

Страница «Контакты» – такси айсберг телефон, такси айсберг контакты.

Страница «Тарифы» – такси айсберг цена, такси айсберг прайс.

Страница «Отзывы» – такси айсберг отзывы.

Сайт был отредактирован учитывая все вышеприведенные внутренние факторы: текст на страницах сайта был переписан на уникальный, ключевые запросы были введены в текст, были прописаны мета теги (title, description, keywords), построена грамотная внутренняя перелинковка и др.

Также были произведены работы по внешнему продвижению.

Спустя 2 месяца после начала продвижения сайта [icebergtaxi.ru](http://icebergtaxi.ru) его позиции были достигнуты результатов, представленных на рис. 1.



Поисковая фраза	Динамика	google	yandex
такси	21,00	-	2+12
такси белгород	0,90	31+3	27 B26
такси айсберг	0,00	5 B3	1
айсберг такси	0,00	5 B3	1
айсберг такси белгород	0,00	4	2
айсберг белгород	0,00	4	4
такси айсберг белгород	0,00	4	2
такси айсберг телефон	3,00	4+1	1
такси айсберг контакты	0,00	3 B1	1
такси айсберг отзывы	0,00	3	3
такси айсберг цена	0,00	-	1
такси айсберг прайс	0,00	27 B26	1

Рис. 1. Проверка позиций сайта с помощью программного средства Serp Parser Professional

Проверим позицию сайта в поисковой выдаче Яндекс по запросу «такси» (рис. 2):

Рис. 2. Позиция сайта icebergtaxi.ru по запросу «Такси»



Как мы видим, сайт находится на третьей позиции в поисковой выдаче, что расходится на один пункт с позициями, представленными в программе. Программы проверки позиций могут расходиться на 1-2 пункта с реальными результатами в поисковой выдаче. Поэтому лучше пользоваться несколькими программными средствами для отслеживания позиций и проверять выдачу вручную.

В результате проведенного эксперимента с сайтом [icebergtaxi.ru](http://icebergtaxi.ru) мы видим, что составленный комплекс мер (влияние выделенных внутренних и внешних факторов) работает и его можно применять при продвижении сайтов в поисковых системах Яндекс и Google, но при этом следует учитывать, что влияние тех или иных факторов на позицию сайта в выдаче поисковой системы весьма относительно, зависит от самой поисковой системы, от конкуренции по выбранной тематике, и меняется со временем. То есть то, что позволяло занять ведущие позиции в прошлом, в будущем может уже не работать. Это связано как с развитием поисковых систем с целью обеспечить наиболее удобный и простой поиск, так и с борьбой поисковых систем против искусственного повышения позиций сайта в выдаче.

### Список литературы

1. Ашманов И.С., Оптимизация и продвижение сайта в поисковых системах [текст] / И.В. Ашманов, Иванов А.А. // Санкт-Петербург, 2012 г. – 132 с.
2. Бабаев А.Н., Раскрутка: секреты эффективного продвижения сайтов [текст] / Бабаев А.Н., Евдокимов С.И., Штарев А.М. // Санкт-Петербург, 2013 г. – 347 с.
3. Энж Э., SEO. Искусство раскрутки сайтов [текст] / Энж Э., Спенсор С., Фишкин Р., Стрикчиола Д. // БХВ-Петербург, 2014 г. – 341 с.
4. Савотченко С.Е., Проскурина Е.А. Показатели семантических связей информационно-поисковых систем. / Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2013. – № 1 (144). – Вып. 25/1. – С. 145-151.

## ABOUT PROMOTION SITE IN SEARCH ENGINES YANDEX AND GOOGLE

**E.M. MAMATOV**  
**I.N. BRUSENSKAYA**

*Belgorod National  
Research University*

*e-mail:  
mamatov@bsu.edu.ru  
i.n.brusenskaya@yandex.ru*

The article considers the internal and external factors affecting the site promotion in search engines Yandex and Google. The set of necessary measures to search engine optimization, as well as an example of the application of this complex in practice and results were compiled.

Key words: Internet, search engine optimization (SEO), website promotion, website position, external factors promoting, promoting internal factors, TIC, PR, content, search engine Yandex, search engine Google.

## УПРАВЛЕНИЕ МНОГОФАЗОВЫМИ ФИНАНСОВЫМИ ПОТОКАМИ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИНАНСОВЫХ ОПЕРАЦИЙ

**М.Ф.ТУБОЛЬЦЕВ**  
**С.И.МАТОРИН**  
**О.М.ТУБОЛЬЦЕВА**

*Белгородский  
государственный  
национальный  
исследовательский  
университет*

*e-mail:  
tuboltsev@bsu.edu.ru  
matorin@bsu.edu.ru*

Рассматриваются вопросы математического моделирования финансовых операций со знакопеременными финансовыми потоками (многофазные операции). Необходимость рассмотрения многофазных, и, в первую очередь, трёхфазных финансовых операций связана с потребностями разработки методов анализа инвестиционных проектов, схем ипотечного кредитования и синтеза новых финансовых инструментов.

Финансовые операции указанного типа, несмотря на то, что часто встречаются на практике, изучены недостаточно. Основной проблемой является отсутствие или наличие нескольких корней уравнения  $NPV(r)=0$ , что не позволяет использовать базовое понятие уровня внутренней доходности.

Поскольку в таких ситуациях существующие методы финансового анализа не применимы, предложен новый подход, решающий проблему корней, по крайней мере, для трёхфазных финансовых операций.

Ключевые слова: знакопеременные финансовые потоки, многофазные финансовые операции, математическое моделирование.

В настоящее время всё чаще возникает необходимость анализировать знакопеременные финансовые потоки CF (Cash Flow), в которых смена знака происходит не один раз, как в классических финансовых инструментах, а – многократно. Подобные финансовые потоки появляются при рассмотрении инвестиционных процессов в добывающих отраслях, когда необходимо после окончания эксплуатации месторождения осуществлять восстановительные работы по рекультивации земель; в строительных подрядных работах, когда имеет место предоплата и т.д.

Подобная же ситуация возникает при разработке новых финансовых инструментов, получаемых в результате синтеза из стандартных финансовых инструментов, например, при разработке новых более эффективных схем ипотечного кредитования [1].

Сложность анализа многофазовых финансовых потоков, когда в каждой фазе потока присутствуют элементы одного знака, обусловлена следующими обстоятельствами:

1) чистое приведённое значение NPV (Net Present Value) имеет для многофазовых финансовых потоков часто не один, как в классических финансовых инструментах, а несколько корней, из-за чего теряется возможность их общепринятой экономической интерпретации как доходности финансовой операции;

2) поиск корней затруднён, поскольку NPV как функция ставки сравнения теряет монотонность;

3) положительных вещественных корней уравнения  $NPV=0$  может не быть вообще, т.е. само понятие уровня внутренней доходности финансового потока IRR (Internal Rate of Return), в этом случае, не определено.

Одними из первых, кто указал на существование указанных сложностей для операций с многофазными финансовыми потоками, были Лори и Сэведж (Lorie, Savage 1955) [2]. Многие исследователи пытались решить проблему корней: Мао (Mao 1966)[3], Бивс (Beaves 1988)[4], Роузе (Rousse 2008)[5], предлагая различные модификации и альтернативы IRR, но существенных результатов это не дало.

Причина кроется в том, что IRR, являясь далеко идущим обобщением понятия эффективного процента – основного инструмента анализа краткосрочных финансовых операций [6, с.51], наиболее полно выражает сущность финансовых операций, и любая существенная модификация или подмена этого понятия приводят к недопустимому искажению реальности.



Таким образом, необходимо разработать математическую модель, позволяющую, оставаясь в рамках традиционного подхода к анализу финансовых операций и процессов, основанного на финансовых потоках, NPV и IRR, проводить анализ многофазовых финансовых операций.

подавляющее большинство финансовых процессов удобно представлять с помощью дискретно-событийных моделей. В простейшем случае такая модель включает в себя множество финансовых событий, составляющих финансовый поток:  $\{(x_i, t_i)\}_{i=1}^N$  и уравнение для определения уровня внутренней доходности:

$$NPV\left(\{(x_i, t_i)\}_{i=1}^N, t_0, r\right) = \sum_{i=1}^N \frac{x_i}{(1+r)^{t_i-t_0}} = 0, \quad (1)$$

где  $r$  – ставка сравнения,  $t_0$  – момент дисконтирования. Для традиционных финансовых инструментов, финансовые потоки которых меняют знак один раз, этого вполне достаточно для осуществления анализа с помощью IRR, поскольку в силу монотонной зависимости от  $r$  левой части уравнения (1) существует единственный положительный корень.

Для многофазных финансовых потоков утверждение о единственности корня перестаёт, в общем случае, быть верным. Чистое приведённое значение NPV, является дробно-рациональной функцией ставки сравнения  $r$ , и вопрос о числе корней и их локализации для таких функций является сложным, решённым далеко не полностью.

Для произвольного финансового потока  $\{(x_i, t_i)\}_{i=1}^N$  определим характеристическую функцию  $\chi(V)$  следующим образом:

1) в определении NPV произведём замену переменной  $r = V^{-1} - 1$ , т.е. будем рассматривать NPV как функцию множителя дисконтирования;

2) конкретизируем момент дисконтирования, положив  $t_0 = t_1$  (здесь, как обычно, неявно предполагается, что  $t_1 < t_2 < \dots < t_N$ ).

Таким образом, характеристическая функция  $\chi(V)$  как функция множителя дисконтирования полностью определяется финансовым потоком (в то время как NPV зависит также от момента дисконтирования  $t_0$ ) и имеет вид:

$$\chi(V) = NPV\left(\{(x_i, t_i)\}_{i=1}^N, t_1, V^{-1} - 1\right) = \sum_{i=1}^N x_i V^{t_i - t_1}. \quad (2)$$

Характеристическая функция  $\chi(V)$  позволяет полностью воспроизвести структуру (схему) финансового потока, а если известен момент начала потока  $t_1$ , то и вся финансовая операция восстанавливается по характеристической функции  $\chi(V)$  полностью. Показатели степени в формуле (2) представляют собой некоторые интервалы времени, которые, при выборе в качестве единицы измерения достаточно короткого временного интервала, будут целыми числами. Если множитель дисконтирования  $V$  отнести к новому базовому периоду, то характеристическая функция  $\chi(V)$  как функция множителя дисконтирования будет полиномом от одной переменной  $V$ .

Таким образом, переход от  $NPV\left(\{(x_i, t_i)\}_{i=1}^N, t_0, r\right)$  к  $\chi(V)$  позволяет осуществить редукцию исходной задачи к вопросу о числе и локализации корней полинома от одной переменной, поскольку между корнями уравнений (1) и (2) существует взаимнооднозначное соответствие. Задача о числе и локализации корней полинома от одной переменной в теоретическом плане решена практически полностью. Она имеет



долгую и богатую историю, а также многочисленные приложения в теории устойчивости, управления и т.д.

Поскольку множитель дисконтирования  $V$  в силу своей экономической интерпретации принадлежит интервалу  $(0, 1)$ , то редуцированная задача формулируется следующим образом: для заданного финансового потока  $\{(x_i, t_i)\}_{i=1}^N$  определить количество корней  $\chi(V)$  на интервале  $(0, 1)$ , а также их значения. Ввиду того, что степень  $\chi(V)$  может быть велика, то, в силу известного результата Абеля, вычислить корни можно только приближённо, используя численные методы. Но это следует делать только после определения числа корней  $\chi(V)$  на интервале  $(0, 1)$ .

В теоретическом плане задача определения числа корней вещественного полинома от одной переменной на произвольном заданном интервале  $(a, b)$  решается с помощью теоремы Штурма [7, с.76], но практическая реализация построения ряда Штурма, необходимого для получения решения, требует нетривиальных символьных вычислений, которые сложно реализовать на компьютере. Необходимость же компьютерной реализации очевидна, поскольку построение любой аналитической системы, работающей в реальном масштабе времени, можно осуществить только с применением новейших информационных технологий.

Кроме того, для практических применений более интересной является обратная задача определения коэффициентов полинома таким образом, чтобы он имел корни, локализованные определённым образом. Действительно, исходная задача анализа финансового процесса обычно требует определения некоторых параметров этого процесса так, чтобы обеспечить задаваемый априорно приемлемый уровень дохода. При этом, этапы финансовой операции, определяющие притоки и отток средств, могут менять свою длительность, но их общее количество и порядок следования остаются неизменными.

Таким образом, рациональнее не задавать произвольно параметры финансовой операции (финансового процесса), пытаясь затем определить её доходность, которая может быть не определена из-за отсутствия или множественности корней уравнения (1), а, задав априорно доходность, ряд ключевых параметров финансовой операции определить так, чтобы заданная доходность обеспечивалась реально. В такой постановке исходной задачи анализа финансовой операции редукция задачи приобретает следующую формулировку: определить параметры характеристической функции  $\chi(V)$  так, чтобы она имела один заданный корень  $V_0$  на интервале  $(0, 1)$ .

Сравнительно небольшое изменение задачи финансового анализа и её редукции позволяет построить математическую модель, которая имеет вид системы алгебраических уравнений и некоторого количества линейных неравенств. Теоретической базой модели является следующая теорема Декарта: число положительных корней вещественного полинома не превосходит числа перемен знака в последовательности его коэффициентов и сравнимо с ним по модулю 2, если все корни вещественны, то эти числа равны [8, с.109].

Пусть произвольная финансовая операция имеет  $M+1$  фазу, т.е. её финансовый поток  $\{(x_i, t_i)\}_{i=1}^N$   $M$  раз меняет знак. Пусть  $r_0$  – априорно заданная доходность этой финансовой операции, а  $V_0 = (1+r_0)^{-1}$  – множитель дисконтирования, соответствующий этой априорно заданной доходности. Будем считать также, что в качестве базового выбран такой временной интервал, при котором характеристическая функция  $\chi(V)$  является вещественным полиномом. По теореме Декарта число положительных корней у вещественного полинома  $\chi(V)$  не может быть больше  $M$  и имеет ту же чётность.

Согласно основной теореме алгебры каждый полином, в том числе с вещественными коэффициентами, в поле комплексных чисел имеет столько корней, какова его степень. Степень вещественного полинома  $\chi(V)$  при выборе в качестве базового периода небольшого временного интервала может составлять несколько сотен и



даже тысяч. Но, при этом, число положительных корней, принадлежащих интервалу  $(0, \infty)$  не превышает сравнительно небольшого числа  $M$ . Поскольку корни большие 1 не могут быть содержательно интерпретированы как множители дисконтирования, то нужно сделать так, чтобы на интервале  $(0, 1)$  было ровно  $M$  корней, т.е. максимально возможное согласно теореме Декарта их число. Кроме того, эти корни обязаны совпадать между собой, что даёт возможность рассматривать их как один корень кратности  $M$ .

Следовательно, если предположить, что выполняются соотношения:

$$\begin{cases} \chi(V_0) = 0 \\ \chi'(V_0) = 0 \\ \dots\dots\dots \\ \chi^{(M-1)}(V_0) = 0 \end{cases} \quad (3)$$

то можно утверждать, что кроме корня  $V_0$  кратности  $M$  у характеристической функции  $\chi(V)$  на интервале  $(0, 1)$  нет других корней и, следовательно,  $r_0 = V_0^{-1} - 1$  можно рассматривать как уровень внутренней доходности заданной финансовой операции. Отметим также, что у характеристической функции  $\chi(V)$  есть только один положительный корень  $V_0$ , другие корни либо отрицательные, либо комплексно-сопряжённые числа.

Соотношения (3) не являются системой дифференциальных уравнений, поскольку характеристическая функция  $\chi(V)$  удовлетворяет им в единственной точке  $V_0$ . Эти соотношения следует рассматривать как модельные ограничения, позволяющие определить неизвестные  $M$  параметров анализируемой финансовой операции.

Выбор задаваемых априорно и определяемых из системы модельных ограничений (3) параметров финансового процесса произволен, но доходность всегда должна быть входным параметром (должна задаваться априорно) модели. Возможность априорного задания доходности финансовой операции является не недостатком, а скорее достоинством предлагаемого метода моделирования, поскольку без каких-либо вычислений гарантирует достижение заданного уровня доходности. Система модельных ограничений (3) задаёт простую математическую модель финансового процесса, уравнения которой относительно значений финансовых активов являются линейными алгебраическими уравнениями, а относительно временных меток – показательными.

Таким образом, реализована математическая модель многофазных финансовых операций (процессов), которая представляет собой систему алгебраических уравнений относительно параметров финансового потока операции. Доходность операции в этой модели всегда задаётся априорно, но это не является существенным недостатком, поскольку на практике доходность является целевым параметром, и остальные параметры подбираются так, чтобы цель была достигнута.

Поскольку модель содержит  $M$  базовых ограничений, то она позволяет рассчитать  $M$  параметров, остальные должны быть заданы априорно. Параметры, задающие финансовые активы почти всегда предполагаются вещественными, временные параметры имеют значения из множества натуральных чисел, т.е. принимают дискретные значения. Поэтому, при решении различных оптимизационных задач приходится совмещать методы непрерывной и дискретной оптимизации, что, в свою очередь, приводит к необходимости сочетания математических алгоритмов и методов искусственного интеллекта.

Являясь новым, предлагаемый метод моделирования многофазных финансовых операций, тем не менее, уже апробирован в задаче синтеза оптимизированных схем ипотечного кредитования, дав существенное улучшение характеристик [9].

Проиллюстрируем предлагаемый метод построения математических моделей многофазных финансовых операций примером, когда финансовая операция имеет 3

фазы. Рассмотрим инвестиционный проект разработки сырья карьерным способом с последующим восстановлением ландшафта.

Очевидно, что данный инвестиционный проект имеет 3 этапа (фазы):

1. этап ввода карьера в эксплуатацию;
2. этап промышленной эксплуатации;
3. этап рекультивации земель.

На первом этапе происходит отток средств инвесторов, поскольку необходимо осуществлять затраты на проектирование карьера, оплату работ подрядчиков и т.д. Хотя эти затраты осуществляются неравномерно по времени и по объёму, сделаем упрощающее предположение, что затраты осуществляются равномерно каждый месяц в объёме  $A$  в течение  $n_1$  месяцев. Аналогично упрощая реальную ситуацию, будем считать, что на втором этапе в течение  $n_2$  месяцев осуществляется поступление денежных средств в объёме  $D$  ежемесячно. На третьем восстановительном этапе опять осуществляются затраты в течение  $n_3$  месяцев объёмом  $B$  ежемесячно.

Заметим, что в такой ситуации естественно в качестве базового периода выбрать не год (как обычно), а условный месяц равный  $1/12$  года. На рисунке показан финансовый поток данного инвестиционного проекта:

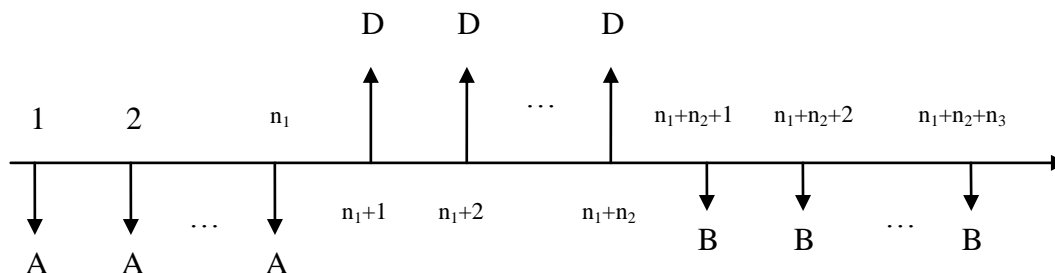


Рис. Трёхфазный финансовый поток инвестиционного проекта по добыче сырья с рекультивацией земель

Учитывая, что все элементы финансового потока следуют через одинаковые интервалы времени (поэтому на рис.1 они занумерованы натуральными числами) равные условному месяцу, принятому за новый базовый период, получим следующее представление характеристической функции инвестиционного проекта:

$$\begin{aligned} \chi(V) &= -A(1 + V + \dots + V^{n_1-1}) + D(V^{n_1} + \dots + V^{n_1+n_2-1}) - B(V^{n_1+n_2} + \dots + V^{n_1+n_2+n_3-1}) = \\ &= -A \frac{1-V^{n_1}}{1-V} + DV^{n_1} \frac{1-V^{n_2}}{1-V} - BV^{n_1+n_2} \frac{1-V^{n_3}}{1-V} = \\ &= \frac{A(1-V^{n_1}) - DV^{n_1}(1-V^{n_2}) + BV^{n_1+n_2}(1-V^{n_3})}{V-1} \end{aligned} \tag{4}$$

При переходе к новому (меньшему, чем год) базовому периоду следует выбирать максимальный приемлемый интервал, поскольку это влияет на степень характеристической функции. Появление большого числа комплексно-сопряжённых корней может негативно сказаться на точности численных методов. Скорее всего, при решении практических задач, минимальный базовый период будет не меньше календарных суток.

Пусть инвестиционный проект должен иметь доходность  $r_0$  (например, 0,25 – т.е. 25%). Тогда множитель дисконтирования будет равен  $V_0 = (1 + r_0)^{-1}$ . Поскольку финансовый поток инвестиционного проекта имеет три фазы, то последовательность коэффициентов полинома  $\chi(V)$  дважды меняет знак ( $M=2$ ). Рис.1 это наглядно демонстрирует.



Система (3) в данном конкретном случае состоит из двух уравнений:  $\chi(V_0) = 0$  и  $\chi'(V_0) = 0$ . В формуле (4) характеристическая функция  $\chi(V)$  представлена в виде дробно-рациональной функции. Из курса математического анализа известно, что если некоторое число является кратным корнем дробно-рациональной функции, то оно же является и корнем числителя с той же кратностью. Поэтому, дифференцируя числитель дроби, получаем соотношения:

$$\begin{cases} A(1 - V_0^{n_1}) - DV_0^{n_1}(1 - V_0^{n_2}) + BV_0^{n_1+n_2}(1 - V_0^{n_3}) = 0 \\ A(-n_1V_0^{n_1-1}) - D(n_1V_0^{n_1-1} - (n_1 + n_2)V_0^{n_1+n_2-1}) + B((n_1 + n_2)V_0^{n_1+n_2-1} - (n_1 + n_2 + n_3)V_0^{n_1+n_2+n_3-1}) = 0 \end{cases} \quad (5)$$

Эти два соотношения связывают 6 параметров: 3 параметра (A, D, B), характеризующие финансовые активы, используемые в инвестиционном проекте, и 3 параметра (n1, n2, n3), определяющие временные характеристики. Задав любые 4 параметра, соотношения (5) можно рассматривать как уравнения для определения оставшихся двух.

Относительно параметров (A, D, B), характеризующих финансовые активы, условия (5) представляют собой линейные алгебраические уравнения, которые, ввиду их небольшой размерности, легко решить в явном виде. Относительно временных параметров (n1, n2, n3) условия (5) также представляют собой систему алгебраических уравнений, хотя и более сложного вида. Для её решения нужно применять численные методы. Решение осложняет, в этом случае, дискретность временных параметров.

Таким образом, условия (5) представляют собой упрощённую математическую модель инвестиционного проекта, имеющего трёхфазный финансовый поток, и позволяют относительно просто определять 2 расчётные параметра проекта, задавая остальные 4 априорно, исходя из специфики проекта. Тем самым, подтверждена принципиальная возможность эффективного использования метода разработки математических моделей многофазных финансовых операций на основе системы уравнений (3).

Математическая модель инвестиционного проекта, заданная системой уравнений (5) может расширяться и трансформироваться, например, в задачи оптимизации. Так, в условиях примера можно ввести ограничения на объём финансовых вложений во время ввода карьера в эксплуатацию, а также размер текущих затрат A. Возможна постановка оптимизационных задач, например, минимизация всех затрат. Тем самым, созданы предпосылки для решения большого числа практических задач.

Следует отметить, что разработанный метод имеет ряд особенностей, облегчающих его практическое использование:

1. метод обобщает на многофазные финансовые операции хорошо известный финансистам и экономистам метод IRR-анализа, применимый только к двухфазным финансовым операциям;

2. метод является расширяемым в том смысле, что систему базовых соотношений (3) можно дополнять дополнительными условиями (например, типа неравенств, для ограничения области определения параметров) не создавая проблем для реализации численных алгоритмов;

3. система базовых соотношений метода легко трансформируется в оптимизационные задачи, добавлением целевых функций, поскольку основная цель: реализация заданного уровня доходности финансовой операции уже реализована в базовых соотношениях;

4. при небольшом числе фаз финансовой операции для некоторых параметров можно получить аналитические решения, что делает их анализ более полным и содержательным.

Следует также отметить, что без методов математического и компьютерного моделирования многофазных операций невозможно решение такой актуальной задачи,

как задача синтеза новых финансовых инструментов. Метод разработки математических моделей многофазных финансовых операций, представленный выше, основанный на локализации кратного корня характеристической функции финансовой операции, позволяет осуществлять, например, синтез новых схем ипотечного кредитования [9].

Таким образом, задачу расширения метода классического IRR-анализа с простейших двухфазовых финансовых операций на общий случай многофазовых операций можно считать в целом решённой, предполагая, при этом, необходимость его дальнейшего совершенствования. В первую очередь, это касается классификации типовых задач и численных методов их решения.

*Исследования поддержаны грантом РФФИ 14-07-00149*

### Список литературы

1. Тубольцев М.Ф., Маторин С.И., Тубольцева О.М. Системный подход к построению комбинированных схем ипотечного кредитования // Труды ИСА РАН, том 62, выпуск 1, 2012. – стр. 91-100.
2. Lorie, James H., and Leonard J. Savage Three Problems in Rationing Capital // The Journal of Business – 1955. – Vol. 28. – No. 4. – pp. 229-239.
3. Mao, James T. The Internal Rate of Return as a Ranking Criterion // The Engineering Economist – 1966. – Vol. 11.- No. 1. – pp. 1-13.
4. Beaves, R. G. Net present value and rate of return: implicit and explicit reinvestment assumptions //The Engineering Economist – 1988. – 33(4). -pp. 275-302.
5. Rouse, Olivier Capital budgeting with an efficient yield-based method: the real rate of return technique – LASER-CREDEN, Faculty of Economics, University of Montpellier 1, 2008.
6. Четыркин Е.М. Финансовая математика: Учебник. – 4-е изд. – М.: Дело, 2004. – 400 с.
7. Постников М.М. Устойчивые многочлены. – М.: Наука, 1981, 176 с.
8. Винберг Э.Б. Курс алгебры. – М.: Факториал пресс, 2001. – 544 с.
9. Тубольцева О.М. Оптимизация схем ипотечного кредитования //Научные ведомости Белгородского государственного университета, серия «История, Политология, Экономика, Информатика», №15 (158) 2012, выпуск 27/1.- 2013.- С.88-98.

## MANAGEMENT OF MULTIPHASE FINANCIAL FLOWS BASED ON MATHEMATICAL MODELING OF FINANCIAL OPERATIONS

**M.F.TUBOLTSEV**  
**S.I. MATORIN**  
**O.M.TUBOLTSEVA**

*Belgorod National  
Research University*

*e-mail:  
tuboltsev@bsu.edu.ru  
matorin@bsu.edu.ru*

We consider the problems of mathematical modeling of financial transactions with alternating financial flows (multiphase operation). The need to consider multiphase, and primarily phase of financial transactions related to the needs of the development of methods for the analysis of investment projects, mortgage schemes and the synthesis of new financial instruments.

Financial transactions of this type, despite the fact that frequently occur in practice, have been insufficiently studied. The main problem is the absence or presence of multiple roots of the equation  $NPV(r) = 0$ , which allows you to use the basic concept of the level of IRR.

Because in such situations existing methods of financial analysis are not applicable, a new approach that solves the problem of roots is suggested, at least for three-phase financial transactions.

Keywords: alternating cash flows, multiphase financial operations, mathematical modeling.



## ОБ ОПТИМИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

**Д.Г. ФУРЦЕВ**  
**А.Н. КОВАЛЕНКО**  
**Е.А. ТКАЧЕНКО**

*Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет*

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

В работе рассматривается возможность оптимизации расчетов с использованием метода анализа иерархий. Разработан новый метод оценки и приведены требования к нему. Показан пример автоматизации расчета выбора автомобиля с применением модифицированного метода анализа иерархий.

Ключевые слова: метод анализа иерархий, автоматизация расчетов, вычисление приоритетов для матрицы сравнений, экспертные системы

**Идея оптимизации.** Большое количество критериев (многокритериальность) в подавляющем количестве управленческих, экономических и финансовых задач, сочетание качественных и детерминированных показателей, необходимость их сравнения, наличие положительных и отрицательных показателей, не позволяет принимать наиболее целесообразные решения. Это такие задачи, как: конкурсная оценка инвестиционных проектов, решение об участии в тендерах, распределение денежных средств по грантам, определение инвестиционных рейтингов, решение о предоставлении кредита и т.п. Большая часть этих задач решается с применением экспертных мнений лиц, принимающих решения (ЛПР), без использования компьютерной поддержки.

Для решения перечисленных задач целесообразно использование технологий экспертных систем с применением искусственного интеллекта, для интеллектуальной поддержки с использованием математических методов при определении тактических или стратегических направлений развития, финансирования и в других случаях, когда имеется неопределенность в исходных данных, используемых для принятия решения.

Решением следует называть определение одного из существующих вариантов преодоления проблемной ситуации.

Принятие решения – это процесс выбора альтернатив, имеющий целью достижение какого-либо результата. Ключевым свойством эффективного решения следует считать обязательное наличие альтернатив, обеспечивающих целесообразность и осознанность их свободного выбора, а также наличие критериев, по которым будут оценивать данные альтернативы [6]. Исходя из этого, алгоритм принятия решений должен оперировать такими понятиями как:

- Объекты сравнения (альтернативы);
- Критерии альтернатив – характеристики альтернатив, служат для оценки альтернатив;
- Принятие решения (выбор одной из существующих альтернатив).
- Эксперты;
- Критерии экспертов – характеристики экспертов, служат для определения веса экспертов [5].

Таким образом, для каждой решаемой проблемы должны быть определены альтернативы (варианты решений) и ряд критериев оценки, по которым эти альтернативы сравниваются.

Выведем определение экспертной системы (ЭС): это интеллектуальная вычислительная система, в которую включены знания опытных специалистов (экспертов) о некоторой предметной области, и которая в пределах этой области способна принимать экспертные решения.

Исходя из сборника понятий и применяемых элементов, выбор решения в экспертной системе сводится к групповому многокритериальному выбору. Таким образом, необходимо рассмотреть основные принципы группового выбора, которые приводят к согласованию единого группового предпочтения [2].

Существуют методы, которые позволяют определять оптимальное решение при наличии информации о полном или частичном упорядочении коэффициентов весов и предпочтений решений [4]. Для получения информации о коэффициентах относительной важности членов группового ЛПР или показателей (в случае многокритериальной задачи) целесообразно использовать метод экспертных оценок.

Для использования метода в компьютерной системе необходимо выбрать тип формируемой модели. Окончательная оценка при использовании этих методов определяется с помощью четырех основных методов экспертных оценок и множества их разновидностей [3]:

- 1) метод простой ранжировки (или метод предпочтения);
- 2) метод задания весовых коэффициентов;
- 3) метод парных сравнений;
- 4) метод последовательных сравнений.

Лучшим алгоритмом для решений этой задачи является метод анализа иерархий (далее «МАИ») – математический инструмент системного подхода к сложным проблемам принятия решений, использующий метод парных сравнений в сочетании с методом последовательных сравнений. МАИ не предписывает лицу, принимающему решение, какого-либо «правильного» решения, а позволяет ему в интерактивном режиме найти такой вариант (альтернативу), который наилучшим образом согласуется с его пониманием сути проблемы и требованиями к ее решению.

Для использования при решении задачи иерархической процедуры многокритериального оценивания задача представляется в виде иерархии (рис. 1).

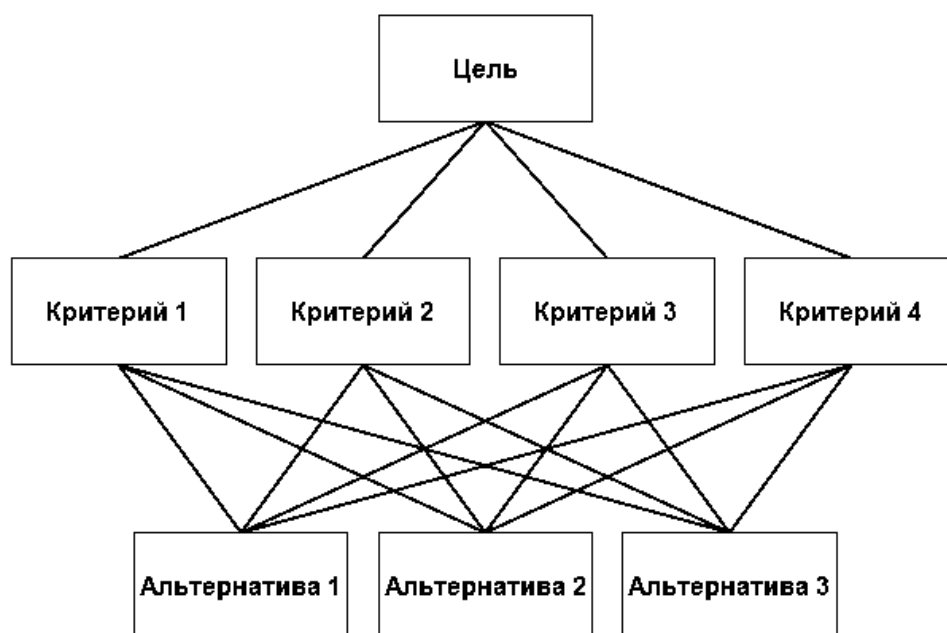


Рис. 1. Иерархии

Основное применение метода – поддержка принятия решений посредством иерархической композиции задачи и рейтингования альтернативных решений. МАИ позволяет разбить сложную проблему на ряд простых, выявить противоречия. Метод анализа иерархий не требует упрощения структуры задачи, априорного отбрасывания некоторых признаков. Поэтому он эффективнее других аналитических инструментов позволяет учитывать влияние всевозможных факторов на выбор решения.

В соответствии с МАИ используются относительные измерения для вывода шкал отношений на основе парного сравнения критериев между собой и альтернатив относительно каждого критерия. Оценка отношений осуществляется на основе



экспертных суждений с использованием фундаментальной шкалы и записывается в матрицы парных сравнений. В качестве экспертных суждений используются усредненные оценки, полученные от ведущих специалистов предприятий и организаций, интегрирующих и эксплуатирующих сходное программное обеспечение. В результате получилась матрица парных сравнений критериев размерностью  $K \times K$ , где  $K$  – количество критериев и  $Y$  матриц парных сравнений альтернатив размерностью  $P \times P$ , где  $P$  – количество альтернатив.

Вычисление приоритетов для матрицы парных сравнений  $A = \{a_{ij}\}$  связано с решением задачи о собственном векторе [2]. Собственный вектор  $\omega$  (он же является вектором приоритетов) можно вычислить из матричного уравнения

$$A\omega = n\omega, \quad (1)$$

где  $A = \{a_{ij}\}$ ,  $\omega = \{\omega_i \mid i = 1, 2, \dots, n\}$ .

Если суждения не согласованы, то вместо решения матричного уравнения  $A\omega = n\omega$  необходимо решить уравнение

$$A'\omega' = \lambda_{max} \omega', \quad (2)$$

где  $\lambda_{max}$  – максимальное собственное значение матрицы  $A' = \{a'_{ij}\}$ , не совпадающей с  $A = \{a_{ij}\}$ .

Решение матричного уравнения (2) получается путем возведения матрицы  $A$  в достаточно высокие степени с последующим суммированием строк и нормализацией, в результате чего получается вектор приоритетов  $\omega = \{\omega_1, \dots, \omega_n\}$ . Процесс заканчивается, когда разность между компонентами векторов приоритетов, полученных для  $k$ -й и  $(k + 1)$ -й степеней матрицы  $A$ , становится меньше заданной точности.

Максимальное собственное число матрицы  $\lambda_{max}$  для случая, когда известен вектор  $\omega$ , вычисляется путем сложения чисел в каждом столбце матрицы парных сравнений и умножением полученного в результате вектора на нормированный вектор приоритетов  $\omega$ .

Матрица  $A$  является абсолютно согласованной, когда  $\lambda_{max} = n$ , а при отклонении от идеальной согласованности  $\lambda_{max} \geq n$ . Индекс согласованности матрицы парных сравнений  $C.I.$  вычисляется по формуле  $C.I. = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$  [1].

Следующим шагом используемого метода является синтез обобщенных приоритетов. Для того чтобы определить глобальные приоритеты альтернатив, формируется матрица локальных приоритетов, рассматриваемых вариантов по каждому критерию, после чего каждый столбец этой матрицы умножается на приоритет соответствующего критерия. Последующее суммирование по строкам дает компоненты вектора глобальных приоритетов для альтернативных способов приобретения программных модулей. Выполнение вычислений по алгоритму можно увидеть в блоке «Автоматизация расчетов».

Для оптимизации принятия решений метод анализа иерархий нуждается в доработке. Так, например, есть возможность:

- внедрения модифицированного алгоритма метода анализа иерархий для оценки вариантов (альтернатив) в процессе принятия решения [7];
- расчета коэффициента конкордации для вариантов [8];
- устранения противоречивых вариантов из процесса принятия решений, что ведет к сокращению времени анализа за счет уменьшения объема данных.

Для применения метода необходимо разработать требования, которым он должен соответствовать для выбора лучшей альтернативы:

1. Метод позволяет провести анализ проблемы. При этом проблема принятия решения представляется в виде иерархически упорядоченных:

- главной цели (главного критерия) рейтингования возможных решений;
- нескольких групп схожих факторов, оказывающих влияние на рейтинг;
- группы возможных решений;
- связей, что указывают на влияние критериев и альтернатив;

2. Метод помогает собирать информацию по экспертизе. Модифицированный метод анализа иерархий должен позволять определить веса критериев, необходимых для



оценки каждой из альтернатив. Для этого производится сравнение критериев между собой, таким образом, сложные критерии и экспертизы разбиваются на ряд упрощенных, отбрасываются не имеющие значения характеристики;

3. Модифицированный метод позволяет оценивать противоречивость введенных данных с целью уменьшения влияния негативных факторов на принятия решения. Так, существует вариант определить самые противоречащие друг другу критерии, что позволяет сосредоточиться на более необходимых данных для принятия решения;

4. Модифицированный метод позволяет произвести оценку альтернативы. По результатам специального алгоритма рассчитывается итоговый рейтинг – веса оцениваемых альтернатив и выводится итоговый отчет. На его основе осуществляется поддержка принятия решений, например, выбирается альтернатива с высочайшими весами. Также метод позволяет строить такой отчет и при оценке критериев, чтобы также сравнить, какой критерий играл большее значение в итоговой оценке альтернатив;

5. Модифицированный метод позволяет присоединить к решению проблемы сторонних экспертов, что на основе метода «Дельфи» позволяет учесть мнение независимых экспертов по обсуждаемой проблеме путем последовательного объединения оценок, идей, выводов и выбрать из предложенных альтернатив лучшую. Анализ с помощью этого метода проводится в несколько этапов, а обработка результатов происходит статистическими методами. Метод основывается на том, что несколько независимых экспертов (не знающих друг о друге) участвуют в оценке, не опираясь на мнение большинства, что приводит к лучшей оценке и предсказыванию результата;

6. Метод позволяет учесть важность каждого эксперта, важность каждого критерия эксперта и важность каждого критерия оцениваемой альтернативы;

7. Метод позволяет просчитать согласованность принятого решения. На основе статистических данных, собранных во время оценки, высчитываются индексы согласованности и влияния, которые показывают обоснованность принятого решения;

8. Метод позволяет использовать качественные и детерминированные показатели;

9. Метод позволяет использовать фото и видео-материалы;

10. Метод предоставляет возможность генерирования идеального проекта;

11. Метод позволяет учитывать значимость и компетенции привлекаемых экспертов;

12. Метод предполагает обоснованный и интуитивный способ для сравнения и оценки альтернатив.

Особенность разработанного метода в возможности применения модифицированного метода анализа иерархий (ММАИ), основанного на механизме «парных сравнений» неявных показателей и рейтинговых оценок числовых показателей. Модифицированный метод анализа иерархий позволяет выявить противоречия, разбить комплексную задачу на составляющие. Данный метод не требует упрощать задачу, позволяет использовать все признаки в целом, либо объединенные в группы. Метод анализа иерархий (МАИ) эффективнее других аналитических инструментов учитывает влияние всех факторов (качественных и количественных) на выбор решения. Стоит отметить, что при применении ММАИ эксперт может пользоваться не только статистической информацией, но и нерегулярной, разовой, но очень важной информацией, необходимой для разностороннего анализа. Таким образом, для модификации метода анализа иерархий необходимо использовать механизм учета компетенции экспертов, участвующих в проведении экспертизы.

Для проведения опросов экспертов предполагается использовать метод Дельфи. Это такой инструмент, который позволяет учесть мнение независимых экспертов по обсуждаемой проблеме путем последовательного объединения оценок, идей, выводов и выбрать из предложенных альтернатив лучшую. Анализ с помощью этого метода проводится в несколько этапов, а обработка результатов происходит статистическими методами. Метод основывается на том, что несколько независимых экспертов (не знающих друг о друге) участвуют в оценке, не опираясь на мнение большинства, что приводит к лучшей оценке и предсказыванию результата.



Так как необходимо учитывать вес каждого критерия и каждого эксперта, необходимо провести предварительную работу для повышения быстродействия алгоритма. Так, сначала один человек производит ранжирование критериев степени компетенции экспертов, а потом ранжирование самих экспертов. В процессе работы программы, эксперту остается только оценить критерии по степени важности, а потом произвести парные сравнения необходимых показателей для выбора альтернативы. Таким образом, МАИ в алгоритме применяется дважды, первый раз – на этапе подготовки, а второй – непосредственно в процессе работы экспертов.

Коэффициент компетентности, в отличие от стандартного метода, определяется лицом, поставившим задачу, то есть остается не проблема выбора компетентных экспертов (хотя она все же играет свою роль), а проблема постановки задачи настолько узко, чтобы усреднение мнений экспертов позволило выделить то общее, что есть у всех экспертов, отбросив случайные отклонения в ту или иную сторону.

Так как необходимо учитывать вес каждого критерия и каждого эксперта, необходимо провести предварительную работу для повышения быстродействия алгоритма. Так, сначала один человек производит ранжирование критериев степени компетенции экспертов, а потом ранжирование самих экспертов. В процессе работы программы, эксперту остается только оценить критерии по степени важности, а потом произвести парные сравнения необходимых показателей для выбора альтернативы.

Данный инструмент позволит предприятиям и организациям минимизировать временные и материальные ресурсы при принятии стратегических и тактических решений. Также система увеличит надежность принятия решений, повысит защищенность лиц, ответственных за конечный результат.

**Автоматизация расчетов.** Для упрощения работы с данными, необходимыми для оценки альтернатив, создана программа «Экспертная оценка». Программа реализует изложенный выше метод принятия решений.

При решении задачи владелец системы (председатель) должен заполнять альтернативы и ряд критериев сравнения, а также делегировать задачи по сравнению критериев и альтернатив приглашенным экспертам (рис. 2).

Рассмотрим на примере выбора лучшего автомобиля. Критерии – показатели, по которым осуществляется сравнение альтернативных вариантов получения программного модуля. Альтернативы – это варианты получения программного модуля, при обработке матриц парных сравнений получают веса или относительные важности этих вариантов, в сумме дающие 1. Самая большая весомость характеризует наиболее предпочтительный вариант.

Алгоритм работы с программой при решении любой другой задачи, связанной с выбором альтернативного варианта, достаточно простой. Для этого необходимо выполнить следующие действия:

1. Ввод альтернатив.
2. Ввод критериев альтернатив. Критерии могут быть как числовые, так и качественные. К качественным критериям относятся характеристики, не имеющие явного измерителя. Числовые критерии характеризуют численные показатели альтернативы. У числовых критериев существует понятие «Вид оптимального значения», означающее оптимальный уровень, к которому должен стремиться критерий у альтернативы (макс., мин. или среднее).
3. Ввод критериев экспертов и шкалирование экспертов. Пользователь определяет вес критериев методом «парного сравнения». Количество сравнений зависит от числа критериев, указанных при старте программы, и определяется по алгоритму «каждый с каждым».
4. Шкалирование критериев альтернатив. Происходит также, как и шкалирование экспертов.

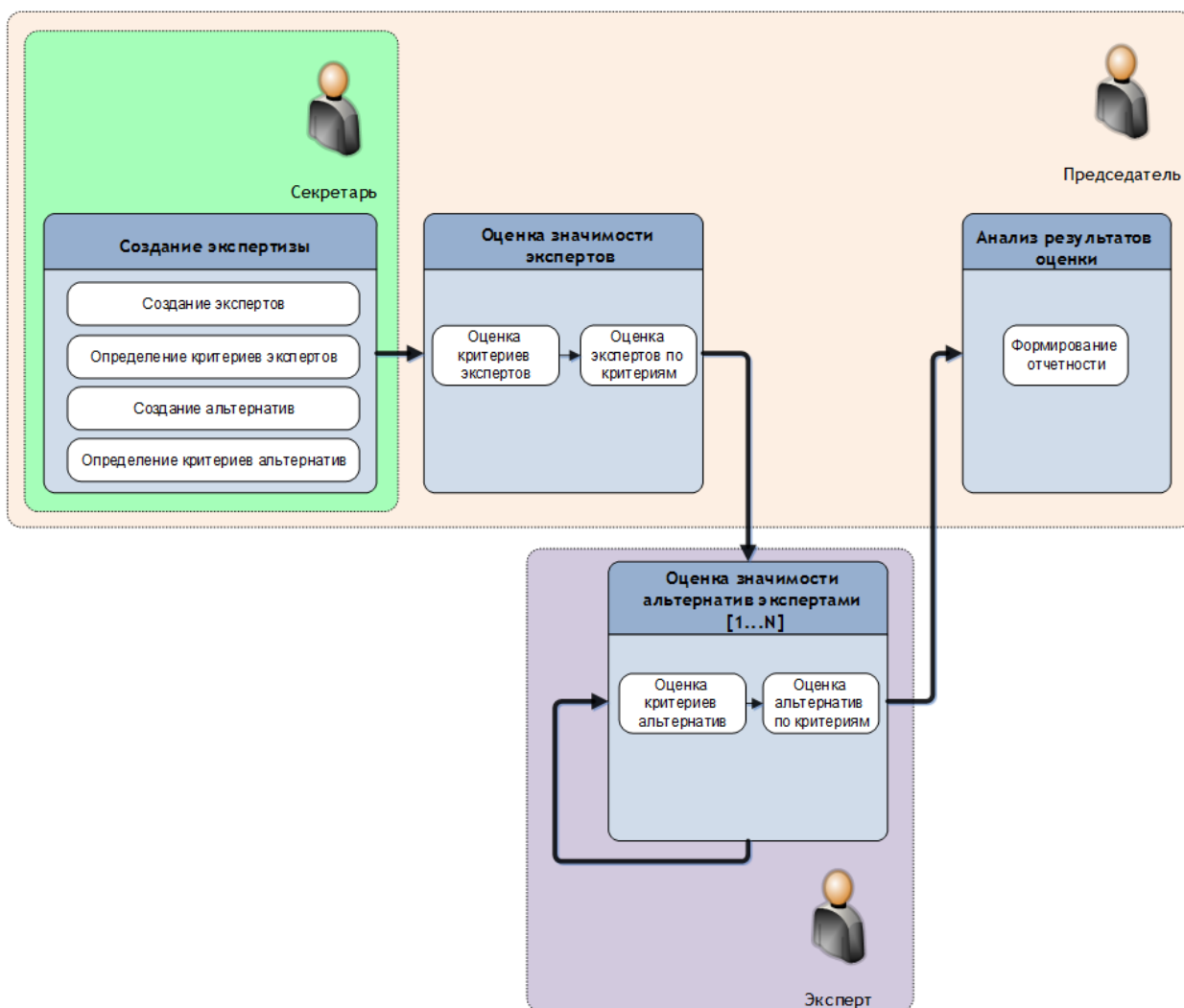


Рис. 2. Схема взаимодействия

5. Оценка альтернатив по критериям. Происходит также, как и шкалирование экспертов. Хранение оценок при шкалировании хранится отдельно и позже влияет на итоговую оценку.

6. Итоговая оценка. В результате произведений числовых значений отдельных оценок критериев, экспертов и альтернатив выводятся весомости альтернатив. Самая высокая весомость характеризует наиболее предпочтительный вариант (рис. 3).

### Итоги оценки альтернатив экспертами

№ в группе	Альтернатива	Андреева И.И.	Жуков К.Е.	Заикин В.А.	Кирова Е.Н.
		Оценка эксперта	Оценка эксперта	Оценка эксперта	Оценка эксперта
1	Mercedes E-class	24,856	21,9724	19,0699	16,3871
2	Audi Q7	21,1082	16,0446	16,9521	11,4453
3	Honda S2000	11,4101	9,6513	17,6094	10,0134
4	Mitsubishi Lancer X 1.5 AT	10,0393	10,6416	11,2661	14,3168
5	Ford Focus Hatchback	8,8088	9,7516	12,8943	13,277
6	Ваз 2107	8,255	11,3941	5,5901	12,9379
7	Renault Logan L1D 16090 4C	8,4721	9,2629	8,3071	11,7283
8	УАЗ-Патриот	7,0506	11,2815	8,311	9,8943

### Результаты оценки альтернатив

№ в группе	Альтернатива	Оценка альтернативы
1	Mercedes E-class	21,8402
2	Audi Q7	17,6985
3	Honda S2000	11,5845
4	Mitsubishi Lancer X 1.5 AT	11,2311
5	Ford Focus Hatchback	10,4385
6	Ваз 2107	9,4451
7	Renault Logan L1D 16090 4C	9,2963
8	УАЗ-Патриот	8,4659

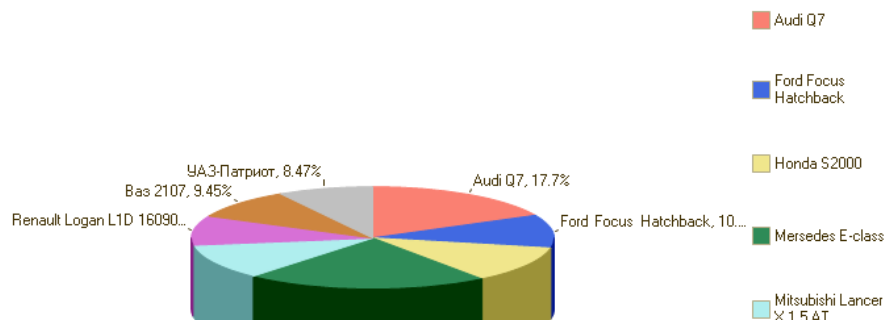


Рис. 3. Итоговая оценка

Полученные в ходе проведения вычислительных экспериментов результаты демонстрируют преимущество применения модифицированного метода анализа иерархий в задачах с применением экспертных мнений лиц, принимающих решения. Разработанный метод позволяет увеличить надежность принятия решений, повысить защищенность лиц, ответственных за конечный результат.

### Список литературы

1. Демин П.В., Кривошеев А.О., Путивцева Н.П. Об одной процедуре выбора варианта программного обеспечения для организации / Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2010. – № 19 (90). – Вып. 16/1. – С. 141-144.
2. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных странах: Учебник. – М.: Логос, 2000. – 296 с.: ил. – ISBN 5-88439-046-7.
3. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий [Текст]/Томас Саати; перевод с англ. Р.Г. Ванчадзе. – Москва.: Радио и связь, 1993. – 278 с.
4. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 256 с. – ISBN 978-5-9221-0812-6.
5. Фурцев Д.Г., Чикулаева А.А. «Алгоритм выбора лучшего решения в системах поддержки принятия решений» / Международная молодежная конференция "Прикладная математика, управление и информатика". 3-5 октября 2012 г.: Сборник трудов. – Белгород: ИД "Белгород", 2012. В 2-х томах. Т. 2. – С. 607-609.
6. Фурцев Д.Г., Чикулаева А.А. «Особенности принятия решений в интеллектуальных системах поддержки принятия решений» / Всероссийская молодежная конференция "Теория и практика системного анализа". 1-3 октября 2012 г.: Сборник трудов. – Белгород: ИД "Белгород", 2012. – С. 413-416.
7. Фурцев Д.Г. Заявка на регистрацию программы для ЭВМ «Программный блок анализа отклонений для интеллектуальных систем поддержки принятия решений». – Б.: ООО «МАТРИЦА-БелГУ», 2013.



8. Фурцев Д.Г. Заявка на регистрацию программы для ЭВМ «Фильтрация противоречивых вариантов в интеллектуальных системах поддержки принятия решений для сокращения времени анализа». – Б.: ООО «МАТРИЦА-БелГУ», 2013.

## **ON THE OPTIMIZATION METHOD BASED ON THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS**

**D.G. FURTSEV  
A.N. KOVALENKO  
E.A. TKACHENKO**

*Belgorod National  
Research University*

*e-mail:  
dfurtsev@gmail.com*

In the work we gave the the possibility of optimization calculations using the method of analysis of hierarchies, a new method for evaluation and are the requirements for it. Shows an example of automated calculation of choosing a car using a modified method of analysis of hierarchies.

Keywords: analytic hierarchy process , automation of calculations , the calculation of the priorities for the matrix comparisons , expert systems



## ГЕНЕРАЦИЯ СТРУКТУРЫ И ПАРАМЕТРОВ ЭКСПЕРТНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

**В.В. СЕРЕБРОВСКИЙ**  
**С.А. ФИЛИСТ**  
**О.В. ШАТАЛОВА**  
**А.А. ЧЕРЕПАНОВ**

*Юго-Западный  
государственный  
университет*

*e-mail:  
kafedra-ipm@mail.ru  
Cha84@mail.ru*

Описывается принципиальный алгоритм генерации гибридной экспертной системы, включающей в себя нейронные сети и нечеткую логику. Рассматриваются вопросы, как генерации структуры экспертной системы так и определения весовых коэффициентов элементов информационной системы.

Ключевые слова: нечеткая логика, нейронные сети, информатика, информационные системы, экспертные системы.

В настоящее время для моделирования сложных систем, для которых очень трудно составить адекватную математическую модель, широко используются экспертные системы, построенные на основе нейронных сетей и нечеткой логики.

Среди нейронных сетей наибольшее распространение получили так называемые сети прямого распространения, т.е. без обратных связей. Определяющим свойством таких сетей является их устойчивость.

Одним из направлений повышения эффективности работы экспертных систем – объединение достоинств технологий нейронных сетей и систем нечеткой логики. При этом выбор структуры нейронной сети и определение параметров функций принадлежности является весьма непростой задачей.

Разрабатываемая гибридная система служит для классификации набора объектов на классы на основании определенного набора признаков.

В качестве основы гибридной системы выбрана распространенная модель нечеткого решающего модуля, состоящая из блоков фуззификатора, агрегатора и дефуззификатора [1]. На этапе фуззификации выполняется разбиение признакового пространства на группы для последующего анализа наборов сгруппированных признаков. Агрегирование выполняется в два последовательных шага: на первом выполняется построение структуры групповых агрегаторов, предназначенных для вычисления коэффициентов уверенности принадлежности объектов к заданному классу на основании каждой группы признаков.

На втором шаге для рассчитанных групповых коэффициентов уверенности строятся основные агрегаторы, позволяющие непосредственно определить коэффициент уверенности принадлежности объекта к заданному классу. В качестве дефуззификатора гибридной системы используется нейронная сеть, обучение которой производится на основе исходных обучающих данных. Алгоритм построения гибридной решающей системы для рассматриваемой задачи показан на рисунке.

В начале построения системы выполняется ввод числовых значений признаков объектов, разделенных на обучающие данные, т.е. объекты, значения признаков которых будут использованы в алгоритмах обучения нейронных сетей и контрольные данные, на основании которых будет рассчитываться качество прогнозирования, выполняемого системой (блок 1).

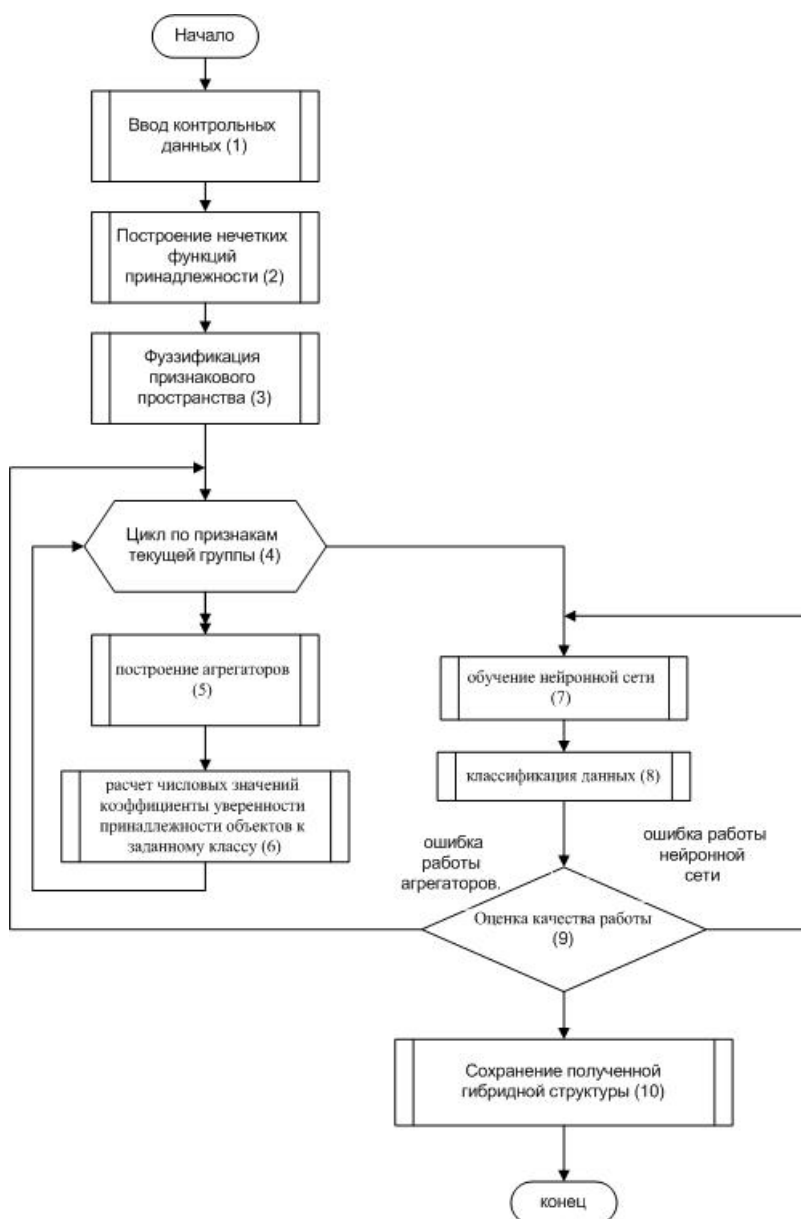


Рис. Алгоритм построения гибридной решающей системы

На следующем этапе выполняется построение нечетких функций принадлежности и фузификации признакового пространства (блоки 2, 3). Блок 4 инициализирует цикл по всем группам признаков класса, в котором для каждой группы строятся наборы агрегаторов по каждому классу. Затем выполняется построение агрегаторов для объединения полученных значений в коэффициенты уверенности принадлежности объектов к заданному классу (блок 5).

Этап построения агрегаторов для каждого класса представляет собой выбор способа объединения функций принадлежности по признакам объектов с помощью набора нечетких логических операций. Под нечеткой операцией понимается некоторая функция, принимающая в качестве операндов два нечетких числа, являющихся соответствующими значениями объединяемых функций принадлежности. В качестве указанных нечетких операций могут выступать как ряд стандартных алгебраических действий, так и специфические операции, определенные над нечеткими множествами [2]. В качестве дополнительных элементов нечетких операций используются операции концентрирования и растяжения нечеткого множества

Выбор исходного набора нечетких операций, служащих для составления агрегатора, во многом зависит от экспертной оценки приоритетности и сравнительной



значимости анализируемых признаков, так как выбор той или иной нечеткой операции при составлении агрегатора во многом определяется необходимостью подчеркнуть или преуменьшить влияние соответствующего признака на результат агрегирования [3].

Далее выполняется расчет числовых значений по всем классам (блок 6). На следующем этапе выполняется обучение нейронной сети для использования ее в качестве дефuzziфикатора нечеткой системы (блок 7).

Экспериментальные исследования показывают, что для корректной работы сети в качестве дефuzziфикатора при необходимости разделения данных на три класса достаточно наличие двух внутренних слоев с четырьмя нейронами в каждом из них

После завершения обучения выполняется классификация данных с использованием полученной гибридной системы (блок 8) и оценка качества работы системы (блок 9). При неудовлетворительном качестве прогнозирования выполняется подстройка отдельных элементов гибридной системы в зависимости от вида ошибок прогнозирования. Если качество классификации признано удовлетворительным, полученная структура гибридной системы сохраняется (блок 10).

Анализ результатов, полученных с использованием сгенерированных гибридных систем, говорит о том, что точность прогнозирования значительно выше, чем при применении только нейронных сетей или только нечеткой логики.

#### Список литературы

1. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации: пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – С 15- 35.
2. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzy TECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – С 50- 90..
3. Макарук Р.В. Нечеткие модели и программный комплекс для анализа характеристик вычислительной сети. / Р.В. Макарук, В.Н. Гиляров // Научные ведомости Белгородского государственного университета № 22 (165) 2013, Выпуск 28/1. С.161-167.

## GENERATION OF STRUCTURE AND PARAMETERS OF EXPERT INFORMATION SYSTEMS

**V.V. SEREBROVSKY**  
**S.A. FILIST**  
**O.V. SHATALOVA**  
**A.A. CHEREPANOV**

*Southwest State University*

*e-mail:*  
*kafedra-ipm@mail.ru*  
*Cha84@mail.ru*

Describes the fundamental algorithm of generation of hybrid expert systems, including neural networks and fuzzy logic. Discusses issues as the generation structure of the expert system and determine the weights of elements of the information system.

Key words: fuzzy logic, neural networks, computer science, information systems, expert systems.





# ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 681.3.06

## ПОСТРОЕНИЕ КРИВЫХ ГУРВИЦА ДЛЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО ХЕШИРОВАНИЯ

**О.Г. КАЛИМОВ<sup>1</sup>**  
**А.Д. БУХАНЦОВ<sup>2</sup>**  
**Г.З. КАЛИМОВ<sup>1</sup>**

<sup>1)</sup>Харьковский национальный  
университет радиоэлектроники

<sup>2)</sup>Белгородский государственный  
Национальный исследовательский  
университет

*e-mail:*  
gennadykhalimov@mail.ru  
bukhantsov@bsu.edu.ru

Представлен метод построения кривых Гурвица по делителям порядка конечного поля на основе последовательного подъёма показателей кривых от наименьшего значения старшего показателя к искомому, что позволяет сократить время вычисления степенных показателей кривой и получить кривую с наилучшим отношением числа точек к роду кривой.

Ключевые слова: универсальное хеширование, алгебраические кривые Гурвица.

Универсальное хеширование по алгебраическим кривым  $\chi$  над конечным полем  $F_q$  на основе скалярного произведения по рациональным функциям линейного базисного пространства  $f_i \in F_q(\chi) \setminus \{0\}$  для сообщения  $m = (m_1, \dots, m_k)$ ,  $m_i \in F_q$  в точке кривой  $P_j$  определяется вычислением  $h_{P_j}(m) = \sum_{i=1}^k f_i(P_j)m_i$ . Вероятность коллизии определяется отношением  $\varepsilon = \rho_k / N$ , где  $\rho_k$  – максимальное значение полюса рациональной функции  $f_k$  и  $N$  – число точек алгебраической кривой [1]. Практическое универсальное хеширование реализуется в конечных полях размерности  $2^{64} \div 2^{128}$ . Классическое решение задачи построения хеширования по максимальным кривым третьего рода в квадратичном поле представлено в [2]. Быстрые вычисления  $h_{P_j}(m)$  в простом поле определяют проблематику построения алгебраических кривых заданного рода с большим числом точек. Для простого поля наилучший результат достигается по кривым Гурвица [3]. Основные результаты по кривым Гурвица представлены в [4–7].



Впервые оценки параметров кривых Гурвица в конечном поле получены в [4] и развиты в работах [5-8]. Решение задачи построения максимальных кривых Гурвица представлено в [1, 5, 9]. Важной научной задачей является разработка метода построения кривых Гурвица заданного рода без ограничений на показатели степени над произвольным конечным полем с уменьшенной сложностью вычислений.

Целью статьи является разработка метода построения кривых Гурвица заданного рода по делителям порядка конечного поля. С этой целью в разделе 1 приводятся основные результаты и определения по кривым Гурвица. В разделе 2 представлен метод построения кривых Гурвица на основе последовательного подъёма показателей кривых.

### 1. Основные результаты по кривым Гурвица в конечном поле.

Многообразие нетривиальных кривых Гурвица определяется значениями делителей порядка поля.

Утверждение 1[6]. Пусть  $F_q$  конечное поле и  $q-1 = p_1^{e_1} p_2^{e_2} \dots p_k^{e_k}$ ,  $e_i \geq 1$ .

Нетривиальные кривые Гурвица  $H_{n,l}$ ,  $n > l$  принадлежат одному из семейств:

- $X^n Y + Y^n Z + X Z^n = 0$ , если  $\Delta(n, l=1) = n^2 - n + 1 = p_i \cdot \dots \cdot p_j$ ;
- $X^n Y^l + Y^n Z^l + X^l Z^n = 0$ , если  $\Delta(n, l) = n^2 - nl + l^2 = p_i \cdot \dots \cdot p_j$ ;
- $X^{cn} Y^{cl} + Y^{cn} Z^{cl} + X^{cl} Z^{cn} = 0$ , если  $\Delta(cn, cl) = c^2 \cdot p_i \cdot \dots \cdot p_j$ ;
- $X^c Y^c + Y^c Z^c + X^c Z^c = 0$ , если  $\Delta(c, c) = c^2$ ,

где делители  $p_i, \dots, p_j$  тождественны 1 по  $\text{mod } 6$  кроме, делителя равного 3, все  $c, p_i, \dots, p_j$  взяты из набора делителей порядка поля  $q-1 = p_1^{e_1} p_2^{e_2} \dots p_k^{e_k}$  и  $\text{gcd}(n, l) > 1$ .

Замечание 1.

1. Кривые с числом точек  $N \neq q + 2$  называются нетривиальными [6].

2. Уравнения а) и б) утверждения 1 определяют кривые Гурвица  $H_n$  и  $H_{n,l}$ .

Уравнения с) и д) являются производными от кривых а) и б), и определяются по делителям порядка конечного поля.

3. Просто показать, что кривые Гурвица  $X^n Y^l + Y^n Z^l + X^l Z^n = 0$ ,  $X^l Y^n + Y^l Z^n + X^n Z^l = 0$  и  $X^n Y^{n-l} + Y^n Z^{n-l} + X^{n-l} Z^n = 0$ ,  $n > l$  являются кривыми одного рода и имеют одинаковое число точек с точностью до перестановки координат.

Род кривой Гурвица определяется выражением

$$g = (n^2 - nl + l^2 + 2 - 3 \text{gcd}(n, l)) / 2 = (\Delta(n, l) + 2 - 3 \text{gcd}(n, l)) / 2. \quad (1)$$

Замечание 2. Род кривой определяется делителями порядка поля, так как  $\Delta(n, l) = n^2 - nl + l^2 = p_i \cdot \dots \cdot p_j$ , что впервые отмечено в [7].

Вычисления по кривым Гурвица для простого поля  $F_q$ ,  $q = 2011$  представлены в табл. 1. Максимальных кривых в простом поле не существует, за исключением тривиального случая квадратичного уравнения.

Замечание 3. Как следует из прямых вычислений для кривых Гурвица при малом роде число точек кривых почти равняется порядку простого поля и только когда  $g \geq q$  значение  $N/q$  становится существенно больше единицы.

Существование обобщенных кривых с наименьшим значением параметра  $\Delta(n, l) = p_1 \cdot p_2 \cdot p_3$  определяется теоремой 1 [6].

Теорема 1. Пусть задано конечное поле  $F_q$ . Делители порядка поля  $q-1$  есть числа  $p_1, p_2, \dots, p_k$  и  $p_i \equiv 1 \pmod{6}$ , для  $\forall i$  кроме, может быть одного делителя равного 3. Тогда существует обобщенная кривая Гурвица  $H_{n,l}$   $X^n Y^l + Y^n Z^l + X^l Z^n = 0$ , такая что  $\text{gcd}(n^2 - nl + l^2, (q-1)) = p_1 p_2 \dots p_k$ .



Таблица 1

Параметры кривых Гурвица над простым полем  $F_q$

$q$	$q-1 = p_1 p_2 \dots$	$H_{n,l}(n,l)$	$\Delta(n,l) = n^2 - nl + l^2$	$N$	$g$	$N_H$	$N/N_H$	$N/q$
2011	2·3·5·67	(2,1)	3=3	1953	1	2101	0,93	0,97
		(9,2)	67=67	1544	33	4949	0,312	0,77
		(16,5)	201=3·67	1611	100	10912	0,148	0,8
		(4,2)	12=2 <sup>2</sup> ·3	2043	4	2368	0,863	1,02
		(6,3)	27=3 <sup>3</sup>	1947	10	2902	0,671	0,97
		(10,5)	75=3·5 <sup>2</sup>	2403	31	4771	0,504	1,19
		(12,6)	108=2 <sup>2</sup> ·3 <sup>3</sup>	1515	46	6106	0,248	0,75
		(18,4)	268=2 <sup>2</sup> ·67	2147	132	13760	0,156	1,07
		(20,10)	300=2 <sup>2</sup> ·3·5 <sup>2</sup>	603	136	14116	0,043	0,3
		(27,6)	603=3 <sup>2</sup> ·67	1812	298	28534	0,064	0,9
		(30,15)	675=3 <sup>3</sup> ·5 <sup>**2</sup>	2703	316	30136	0,09	1,34
		(32,10)	804=2 <sup>2</sup> ·3·67	4023	400	37612	0,107	2
		(45,10)	1675=5 <sup>2</sup> ·67	3353	831	75971	0,044	1,67
		(48,15)	1809=3 <sup>3</sup> ·67	1812	901	82201	0,022	0,9
		(80,25)	5025=3·5 <sup>2</sup> ·67	10053	2506	225046	0,045	5
		<b>(90,20)</b>	<b>6700=2<sup>2</sup>·5<sup>2</sup>·67</b>	<b>13403</b>	<b>3336</b>	<b>298916</b>	<b>0,045</b>	<b>6,66</b>
		<b>(134,67)</b>	<b>13467=3·67<sup>2</sup></b>	<b>26937</b>	<b>6634</b>	<b>592438</b>	<b>0,045</b>	<b>13,39</b>
		<b>(160,50)</b>	<b>20100=2<sup>2</sup>·3·5<sup>2</sup>·67</b>	<b>40203</b>	<b>10036</b>	<b>895216</b>	<b>0,045</b>	<b>19,99</b>
		<b>(268,134)</b>	<b>53868=2<sup>2</sup>·3·67<sup>2</sup></b>	<b>107739</b>	<b>26734</b>	<b>2381338</b>	<b>0,045</b>	<b>53,57</b>
		<b>(670,335)</b>	<b>336675=3·5<sup>2</sup>·67<sup>2</sup></b>	<b>673353</b>	<b>167836</b>	<b>14939416</b>	<b>0,045</b>	<b>334,83</b>
		<b>(1340,670)</b>	<b>1346700=2<sup>2</sup>·3·5<sup>2</sup>·67<sup>2</sup></b>	<b>2693403</b>	<b>672346</b>	<b>59840806</b>	<b>0,045</b>	<b>1339,34</b>

Прмечание: жирным шрифтом выделены кривые с параметрами отношения  $N/q > 1$ ,  $N_H$  – значение границы Хассе-Вейля числа точек для кривой рода  $g$ .

Построение нетривиальных кривых Гурвица  $H_n$  по делителям порядка поля  $F_q$  определяется теоремой 2.

Теорема 2 [7]. Пусть задано конечное поле  $F_q$ . Делители порядка поля  $q-1$  есть числа  $p_i \equiv 1 \pmod 6$ , для  $\forall i$  кроме, может быть одного делителя равного 3. Степень  $n$  нетривиальной кривой Гурвица  $X^n Y + Y^n Z + XZ^n = 0$  определяется выражением

$$n = n_1 P_1 + n_2 P_2 + \dots + n_k P_k \pmod{p_1 \cdot p_2 \cdot \dots \cdot p_k}, \tag{2}$$

$$P_i = b_i \prod_{\substack{s=1 \\ s \neq i}}^k p_s \equiv 1 \pmod{p_i}, \tag{3}$$

где  $n_1, n_2, \dots, n_k$  – образующие элементы мультипликативных подгрупп 6-го и 2-го порядков по модулям  $p_1, p_2, \dots, p_k$ , а  $b_i$  – целые числа.

Действие теоремы представлено в примере 1.

Пример 1. Пусть задано конечное поле  $F_q$ ,  $q = 2^{32} - 3713$ . Среди делителей порядка поля  $q-1$  есть числа  $p_1 = 13$ ,  $p_2 = 43$ ,  $p_3 = 7$ . Построить по делителям  $p_1, p_2, p_3$  нетривиальную кривую Гурвица  $H_n$ .

Решение. Делители  $p_1, p_2, p_3$  определяют мультипликативные подгруппы 6-го порядка так как  $p_i \equiv 1 \pmod 6$ ,  $i = \overline{1,3}$ . Каждая мультипликативная подгруппа определяется двумя образующими элементам (по вычислениям из формулы Эйлера). Просто показать, что образующие элементы для подгрупп по модулям  $p_i$ ,  $i = \overline{1,3}$  принимают значения:



- $n_1 = 4$  и 10 для подгруппы по модулю  $p_1 = 13$ ;
- $n_2 = 7$  и 37 для подгруппы по модулю  $p_2 = 43$ ;
- $n_3 = 3$  и 5 для подгруппы по модулю  $p_3 = 7$ .

Вычисления по формуле (3) дадут следующие значения параметров  $P_1, P_2, P_3$ :

- $P_1 = b_1 p_2 p_3 = b_1 43 \cdot 7 = 7 \cdot 301 = 2107 \equiv 1 \pmod{13}$ ;
- $P_2 = b_2 p_1 p_3 = b_2 13 \cdot 7 = 26 \cdot 91 = 2366 \equiv 1 \pmod{43}$ ;
- $P_3 = b_3 p_1 p_2 = b_3 13 \cdot 43 = 6 \cdot 559 = 3354 \equiv 1 \pmod{7}$ .

Вычисления по формуле (2) по модулю  $P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 = 13 \cdot 43 \cdot 7 = 3913$  приводит к кривым Гурвица следующего вида:

- $X^{3748}Y + Y^{3748}Z + XZ^{3748} = 0$ , для  $n_1 = 4, n_2 = 7, n_3 = 3$ ;
- $X^{2630}Y + Y^{2630}Z + XZ^{2630} = 0$ , для  $n_1 = 4, n_2 = 7, n_3 = 5$ ;
- $X^{738}Y + Y^{738}Z + XZ^{738} = 0$ , для  $n_1 = 10, n_2 = 7, n_3 = 3$ ;
- $X^{381}Y + Y^{381}Z + XZ^{381} = 0$ , для  $n_1 = 4, n_2 = 37, n_3 = 3$ ;
- $X^{1284}Y + Y^{1284}Z + XZ^{1284} = 0$ , для  $n_1 = 10, n_2 = 37, n_3 = 3$ ;
- $X^{3533}Y + Y^{3533}Z + XZ^{3533} = 0$ , для  $n_1 = 10, n_2 = 7, n_3 = 5$ ;
- $X^{3176}Y + Y^{3176}Z + XZ^{3176} = 0$ , для  $n_1 = 4, n_2 = 37, n_3 = 5$ ;
- $X^{166}Y + Y^{166}Z + XZ^{166} = 0$ , для  $n_1 = 10, n_2 = 37, n_3 = 5$ .

Замечание 4.

1. Применение теоремы 2 приводит к кривым Гурвица  $H_n$  с разными значениям показателя степени  $n$ , в зависимости от выбора образующих элементов мультипликативных подгрупп  $b$ -го порядка по модулям  $p_1, p_2, \dots, p_k$ . При этом кривые  $H_n$  при различных показателях степени имеют одинаковое число точек (см. утверждение 1 [6]) и разные значения рода (см. выражение (1)).

2. Кривые  $H_n$ , построенные по делителям порядка поля, являются избыточными по роду, если в разложении  $\Delta(n, l=1) = n^2 - n + 1 = p_i \cdot \dots \cdot p_j$  содержатся делители, которые не являются делителями порядка поля. Все кривые из примера 1 являются избыточными по роду, так как параметр  $\Delta(n, l=1) = n^2 - n + 1$  имеет не только заданный набор делителей  $p_1 = 13, p_2 = 43, p_3 = 7$ .

3. Приведение к кривым наименьшего рода реализуется через обобщенные кривые Гурвица  $H_{n,l}$  по представлению теоремы 1. Вычисление показателей  $n$  и  $l$  кривых осуществляется методом последовательного перебора значений наименьшего показателя степени  $l$  и вычисления второго показателя по модулю  $n' \equiv n \cdot l \pmod{p_1 p_2 p_3}$  с проверкой разложения на делители  $\Delta(n', l)$ . Алгоритм останавливается, когда выполнится условие  $\Delta(n', l) = p_1 \cdot p_2 \cdot p_3$ .

4. В случае вычислений по одному делителю порядка поля можно дополнить вычисления (2), (3) еще одним делителем.

Выводы.

1. Вычислительные затраты на приведение кривых Гурвица  $H_n$  к обобщенным кривым  $H_{n,l}$  минимального рода определяются размером делителей порядка конечного поля и являются пропорциональными произведению этих делителей. Вычисления для практически важных конструкций кривых над большими полями  $\approx 2^{64} \div 2^{128}$  становятся существенными.



2. Для построения обобщенной кривой минимального рода с наименьшими показателями степеней  $n$  и  $l$  следует выполнить вычисления для всех обычных кривых, построенных по теореме 2, что дополнительно увеличивает сложность вычислений.

Ниже рассматривается переборный метод построения кривых Гурвица по делителям порядка поля.

**2. Метод построения кривых Гурвица на основе последовательного подъёма показателей кривых.**

Метод построения кривых Гурвица на основе приведения к обобщенным кривым  $H_{n,l}$  наименьшего рода по теоремам 1 и 2 определяется последовательным перебором значений наименьшего показателя степени  $l$  и вычислением второго показателя по модулю  $n' \equiv n \cdot l \pmod{p_1 \cdot p_2 \cdot \dots \cdot p_k}$  с проверкой условия  $\Delta(n', l) = p_1 \cdot p_2 \cdot \dots \cdot p_k$ . Реализуется последовательный спуск от кривых избыточного рода с показателем  $\Delta(n, l = 1)$  к без избыточной кривой с  $\Delta(n', l) < \Delta(n, l = 1)$ .

Для заданного значения  $\Delta(n, l)$  пределы изменения значения показателя  $n$  определяются леммами 1 и 2 [10].

Лемма 1. Параметр  $\Delta(n, l)$  лежит в диапазоне

$$n^2 - n^2 / 4 \leq \Delta(n, l) \leq n^2 - n + 1. \tag{3}$$

Лемма 2. Показатель степени кривой Гурвица  $H_{n,l}$

$$\sqrt{\Delta(n, l)} < n < 2\sqrt{\Delta(n, l)} / \sqrt{3} \tag{4}$$

Свойства показателя  $\Delta(n, l)$  представлены в предложении 1.

Предложение 1. Пусть  $n > l$  и  $1 \leq l \leq n/2$ . Справедливо следующее:

$$1. \Delta(n, l-1) - \Delta(n, l) = n - 2l + 1; \tag{5}$$

$$2. \sum_{l=m+1}^{n/2} \Delta(n, m-1) - \Delta(n, m) = (n/2 - m)^2, \text{ если } n \text{ четное}; \tag{6}$$

$$3. \sum_{l=m+1}^{\lceil n/2 \rceil} \Delta(n, m-1) - \Delta(n, m) = (\lceil n/2 \rceil - m)((n-1)/2 - m), \tag{7}$$

если  $n$  нечетное,  $\lceil \bullet \rceil$  – округление к большему целому.

Доказательство. Выражение (5) следует из подстановки  $\Delta(n, l) = n^2 - nl + l^2$ .

Пусть  $n$  четное, легко заметить, что выражение (6) является суммой нечетных чисел  $1 + 3 + 5 + \dots + (n - 2(m + 1) + 1)$ , откуда следует (6).

Аналогично для нечетного  $n$ , просто показать, что выражение (7) является суммой четных чисел  $0 + 2 + 4 + \dots + (n - 2(m + 1) + 1)$ .

Пример 2. Для  $n = \overline{5,20}$ ,  $l = \overline{1,10}$  построить все кривые Гурвица.

Вычислим  $\Delta(n, l) = n^2 - nl + l^2$  для  $n = \overline{5,20}$ ,  $l = \overline{1,10}$  со значениями в табл. 2.

Обычные кривые Гурвица  $H_n$  определяются параметром  $\Delta(n, l = 1) = n^2 - n + 1$  в первом столбце таблицы. Обобщенные кривые  $H_{n,l}$   $l \geq 2$  задаются всеми остальными столбцами. Уравнение б) утверждения 1 определяет кривые  $X^n Y^l + Y^n Z^l + X^l Z^n = 0$  с параметром  $\Delta(n, l) = n^2 - nl + l^2 = p_i \cdot \dots \cdot p_j$  и для  $\forall t$  делители  $p_i \equiv 1 \pmod 6$  и может быть один  $p_s = 3$ . Например, кривая  $X^{16} Y^3 + Y^{16} Z^3 + X^3 Z^{16}$  имеет  $\Delta(16, 3) = 217 = 7 \cdot 31$ . Уравнение с)  $X^{cn} Y^{cl} + Y^{cn} Z^{cl} + X^{cl} Z^{cn} = 0$  является производным от кривых а) и б), и определяется по делителям порядка конечного поля. Кривая  $X^{16} Y^2 + Y^{16} Z^2 + X^2 Z^{16}$  с  $\Delta(16, 2) = 228 = 4 \cdot 57$  является производной от кривой  $X^8 Y + Y^8 Z + XZ^8$  с  $\Delta(8, 1) = 57 = 3 \cdot 19$ . Так как кривые  $X^n Y^l + Y^n Z^l + X^l Z^n = 0$  и



$X^n Y^{n-l} + Y^n Z^{n-l} + X^{n-l} Z^n = 0$  являются эквивалентными (см. замечание 1), все вычисления можно ограничить условием  $l = \overline{1, m/2}$ .

Таблица 2

**Значения параметра  $\Delta = n^2 - nl + l^2$  для кривых Гурвица  $H_{n,l}$**

n	$\Delta = n^2 - nl + l^2$									
	l=1	l=2	l=3	l=4	l=5	l=6	l=7	l=8	l=9	l=10
20	381	364	349	336	325	316	309	304	301	300
19	343	327	313	301	291	283	277	273	271	271
18	307	292	279	268	259	252	247	244	243	244
17	273	259	247	237	229	223	219	217	217	219
16	241	228	217	208	201	196	193	192	193	196
15	211	199	189	181	175	171	169	169	171	175
14	183	172	163	156	151	148	147	148	151	156
13	157	147	139	133	129	127	127	129	133	139
12	133	124	117	112	109	108	109	112	117	124
11	111	103	97	93	91	91	93	97	103	111
10	91	84	79	76	75	76	79	84	91	100
9	73	67	63	61	61	63	67	73	81	
8	57	52	49	48	49	52	57	64		
7	43	39	37	37	39	43	49			
6	31	28	27	28	31	36				
5	21	19	19	21	25					

Утверждение 1, леммы 1,2 и предложение 1 определяют переборный метод построения кривых Гурвица минимального рода по заданному набору делителей порядка поля. Основными шагами являются следующие.

1. Фиксируем конечное поле  $F_q$ , разложение порядка поля  $q-1$  на сомножители, в общем случае, со степенями  $q-1 = p_1^{e_1} p_2^{e_2} \dots p_k^{e_k}$ ,  $e_i \geq 1$  и набор делителей  $p_1, \dots, p_j$  которые по модулю 6 тождественны единице и, если существует, сомножитель равный 3.

2. Фиксируем делители из набора  $p_1, \dots, p_j$ , для которых вычисляем искомое значение параметра  $\Delta = p_1 \cdot \dots \cdot p_j$ .

3. По лемме 2 фиксируем целочисленные начальное и конечное значения показателя степени кривой Гурвица  $H_{n,l}$

$$\sqrt{\Delta} \leq n \leq 2\sqrt{\Delta} / \sqrt{3}.$$

4. Перебираем последовательно значение параметра  $n$  от  $\lceil \sqrt{\Delta} \rceil$ , где  $\lceil \bullet \rceil$  округление до наибольшего целого и вычисляем  $\Delta'(n, l = \lceil n/2 \rceil) = \Delta'$

5. По предложению 1 для поиска искомого  $n$  и  $l$  для фиксированного четного  $n$  вычисляем

$$\begin{aligned} \Delta - \Delta' &= (n/2 - m)^2, \\ r &= \sqrt{\Delta - \Delta'}, \\ l = m &= n/2 - r. \end{aligned} \quad (8)$$

Если  $r = \sqrt{\Delta - \Delta'}$  - целочисленное, тогда  $l$  является искомым. Для нечетного  $n$  имеем следующие выражения

$$\begin{aligned} \Delta - \Delta' &= (\lceil n/2 \rceil - m)(n-1)/2 - m), \\ r &= \lceil \sqrt{\Delta - \Delta'} \rceil, \lceil \bullet \rceil - \text{округление к наименьшему целому,} \\ l = m &= (n-1)/2 - r. \end{aligned} \quad (9)$$

Если  $r(r+1) = \Delta - \Delta'$ , тогда  $l$  является искомым.



6. Искомая кривая Гурвица минимального рода определяется первыми найденными показателями степеней  $n$  и  $l$  на пространстве значений  $\sqrt{\Delta} \leq n \leq 2\sqrt{\Delta}/\sqrt{3}$ ,  $l \leq n/2$ .

Замечание 5.

1. Переборный метод построения кривых Гурвица по делителям порядка поля реализует последовательный подъем от кривых с наименьшими показателями степеней к искомому, которые соответствуют заданному значению  $\Delta(n, l)$ .

2. Метод не требует предварительных вычислений кривых Гурвица  $H_n$  по теореме 2.

3. Для широкого класса кривых с) из утверждения 1 с показателем  $\Delta(n, l) = c^2 \cdot p_i \cdot \dots \cdot p_j$ , следует предварительно понизить значение показателя  $\Delta(n', l') = \Delta(n, l)/c^2$ . Понижение показателя  $\Delta(n, l)$  уменьшает диапазон изменения значения показателя степени  $\sqrt{\Delta} \leq n' \leq 2\sqrt{\Delta}/\sqrt{3}$  и уменьшает число итераций вычислений. Вычисления дополняются предварительным шагом понижения показателя  $\Delta$  и последним шагом подъема показателей степеней  $n = c \cdot n'$ ,  $l = c \cdot l'$ .

Пример 3. Пусть  $\Delta(n, l) = 316 = 4 \cdot 79$ . Требуется построить кривую Гурвица  $H_{n, l}$  минимального рода.

Выполним понижение значения показателя  $\Delta(n', l') = \Delta(n, l)/4 = 79$ .

Вычислим границы для показателя  $n'$  по лемме 2, получим  $9 \leq n' \leq 10$ .

Фиксируем  $n' = 9$ . Вычисляем по выражениям (9):

$$\Delta'(9, l' = 5) = 61,$$

$$\Delta - \Delta' = 18,$$

$$r = \lfloor \sqrt{\Delta - \Delta'} \rfloor = 4.$$

Так как  $r(r+1) \neq \Delta - \Delta'$ , тогда  $n', l'$  не являются искомыми, и следует увеличить  $n'$ .

Повторяем вычисления для четного  $n'$  по формулам (8):

$$\Delta'(10, l' = 5) = 75$$

$$\Delta - \Delta' = 4,$$

$$r = \sqrt{\Delta - \Delta'} = 2.$$

Так  $r = \sqrt{\Delta - \Delta'}$  - целочисленное, имеем  $n' = 10$ ,  $l' = n'/2 - r = 3$ . Выполняем подъем показателей степеней  $n = n' \cdot 2 = 20$ ,  $l = l' \cdot 2 = 6$ , получим искомую кривую Гурвица  $X^{20}Y^6 + Y^{20}Z^6 + X^6Z^{20}$  с  $\Delta(20, 6) = 316$ , что совпадает с результатами табл. 2.

Замечание 6.

1. Вычисления по предложенному методу позволяют найти все кривые с заданным значением  $\Delta(n, l)$ . Число кривых определяется числом делителей  $\Delta(n, l) \Delta = p_i \cdot \dots \cdot p_j$ , которые по модулю 6 тождественны единице и, если существует, множителем равным 3, и числом образующих элементов мультипликативных подгрупп 6-го и 2-го порядков по модулям этих делителей. В рассмотренном случае такой делитель один  $p_1 = 79$  и только одна кривая имеет  $\Delta(20, 6) = 316$ ,  $n > l$ . Для случая  $\Delta(n, l) = 301 = 7 \cdot 43$  таких кривых две:  $X^{19}Y^4 + Y^{19}Z^4 + X^4Z^{19}$ ,  $X^{20}Y^9 + Y^{20}Z^9 + X^9Z^{20}$ . По замечанию 1 получим еще две кривые Гурвица.

2. Для практически применений достаточно получить первую кривую с наименьшими показателями  $n$  и  $l$ . Значения показателей степеней будут определять значения полюсов рациональных функций функционального поля ассоциированного с



точками кривой и, в конечном счёте, алгоритм хеширования по выражению

$$h_{P_j}(m) = \sum_{i=1}^k f_i(P_j) m_i \text{ и вероятность коллизии универсального хеширования.}$$

**Выводы.** Предложен переборный метод построения кривых Гурвица заданного рода по делителям порядка конечного поля на основе последовательного подъёма показателей кривых от наименьшего значения старшего показателя к искомому, что позволяет сократить время вычисления степенных показателей кривой и получить кривую с наилучшим отношением числа точек к роду кривой.

### Список литературы

1. Халимов Г.З. Максимальные кривые Гурвица для целей универсального хеширования. Материалы XI Международной научно-практической конференции «Информационная безопасность». Ч. 3.- Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. с.144-146.
2. Халимов Г.З. Универсальное хеширование по максимальной кривой третьего рода  $x^{(q+1)/d} + x^{2(q+1)/d} + y^{q+1} = 0$  / Г.З. Халимов // Научные ведомости Белгородского государственного университета. – 2011. – №1 (96), – Вып. 17/1. – С. 137–145.
3. Халимов Г.З. Универсальное хеширование по алгебраическим кривым в простом поле / Г.З.Халимов // Журнал «Системи управління, навігації та зв'язку» Міністерство промислової політики України, ДП «Центральний науково-дослідний інститут навігації і управління» Київ. – 2011. – Вип. 1(17). – С.156-161.
4. Халимов Г.З. Оценка параметров кривых Гурвица для целей универсального хеширования / Халимов Г.З.// Сб. трудов Первой международной научно-технической конференции «Компьютерные науки и технологии». Белгород, Россия. 8-10 октября 2009. -Ч.2, - С.118-121.
5. Халимов Г.З. Универсальное хеширование по максимальным кривым Гурвица / Г.З. Халимов // Журнал «Прикладная радиоэлектроника». Харьков: ХНУРЭ. – 2010. – Т.9, № 3. – С.365-370.
6. Халимов Г.З. Условия построения нетривиальных кривых Гурвица / Халимов Г.З.// Журнал «Системи управління, навігації та зв'язку» Міністерство промислової політики України, ДП «Центральний науково-дослідний інститут навігації і управління» Київ. – 2010. -вип 3(15). - С.125-129.
7. Халимов Г.З. Условия существования нетривиальных кривых Гурвица / Халимов Г.З. // Системи обробки інформації МО України, Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба. – 2010. –вип. 6(87) -С. 229-233.
8. Халимов Г.З. Кривые Гурвица с большим числом точек в расширенных конечных полях / Г.З.Халимов // Журнал «Системи управління, навігації та зв'язку» Міністерство промислової політики України, ДП «Центральний науково-дослідний інститут навігації і управління» Київ. – 2011. – Вип. 2(18). – С.185-189.
9. Torres F. Plan maximal curves / F.Torres // Acta Arithmetica. – 2001. – Vol. 98, No. 2. – P. 165-179. 10. Beelen P. The Newton polygon of plane curves with many rational points. / P.Beelen, R.Pellikan // Designs, Codes and Cryptography. -2000. –N.21. –P.41–67.
10. Халимов О.Г. Универсальное хеширование по обобщенным кривым Гурвица / О.Г.Халимов, А.Н.Герцог // Журнал «Радиотехника». – Харьков, ХНУРЭ. -2012. – вып 171. – С.140-146.

## UNIVERSAL HASHING ON MAXIMUM CURVE OF THE THIRD GENUS

**O.G. KHALIMOV<sup>1</sup>**  
**A.D.BUKHANTSOV<sup>2</sup>**  
**G.Z. KHALIMOV<sup>1</sup>**

<sup>1)</sup> *Kharkiv National University  
of Radio Electronics*

<sup>2)</sup> *Belgorod National Research University*

*e-mail:*  
*gennadykhalimov@mail.ru*  
*bukhantsov@bsu.edu.ru*

Presented a method for constructing Hurwitz curves of given genus over divisors of the order of a finite field, based on a consistent performance curves rise from the lowest value to the highest exponent desired, thereby reducing the computation time exponents of the curve and get the curve with the best ratio of the number of points to the genus of the curve.

Keywords: universal hashing, algebraic curves Hurwitz



УДК 004.938:004.8.032.28

## ПОДХОДЫ ПО ВЫБОРУ ПЛИС ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

**С.М. ЧУДИНОВ<sup>1</sup>**  
**С.Н. МАЛИКОВ<sup>1</sup>**  
**И.В. ЗУЕВ<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup> *ОАО «НИИ Супер-ЭВМ»*

<sup>2)</sup> *ОАО Научно-исследовательский институт вычислительных комплексов им. М.А. Карцева*

*e-mail:*  
*chud35@yandex.ru*  
*i.zuev@mchs.gov.ru*

Статья посвящена разработке оптимального метода выбора ПЛИС при проектировании вычислительных устройств. Описываются подходы по модели выбора вариантов реализации вычислительных устройств на основе унифицированных электронных модулей построенных с использованием ПЛИС.

Ключевые слова: ПЛИС, параметры в форме таблиц, унифицированные электронные модули, формирование множества допустимых вариантов реализации.

В настоящее время одним из активно развивающихся в России научно-технических направлений является разработка вычислительных устройств с использованием программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) для решения задач цифровой локации в реальном масштабе времени.

ПЛИС является весьма распространенной и привычной элементной базой для разработчиков цифровых вычислительных устройств. Особенно актуальным является применение ПЛИС при создании новых изделий в странах, где отсутствует необходимый для этого уровень интегральной технологии, так как разработчикам с помощью ПЛИС представляется единственный путь проверки своих новых идей и инженерно-технических решений. Учитывая имеющиеся на настоящий момент времени параметры ПЛИС и высокие темпы развития технологии их создания, ПЛИС различных фирм-производителей стали использовать и в серийных изделиях, тем более что эти фирмы предоставляют разработчикам для проектирования на ПЛИС необходимое программное обеспечение. Особенно привлекает в ПЛИС их замечательное свойство – возможность настройки на решение определенных классов задач с целью оптимизации их конкретных параметров, в нашем случае построение вычислительных устройств цифровой локации в реальном масштабе времени.

По сравнению с дискретными логическими схемами ПЛИС как элементная база для построения вычислительных устройств имеет ряд преимуществ, главные из которых следующие:

- простота внесения изменений в логическую схему и возможность модификации проектов (реконфигурации устройств) для их настройки на класс решаемых задач;
- меньшее по сравнению с системами на элементах малой и средней интеграции излучение ВЧ-помех в окружающее пространство;
- разнообразие в выборе напряжений питания и параметров сигналов ввода/вывода, а также режимов снижения мощности, что особенно важно для портативной аппаратуры с автономным питанием;
- наличие разнообразных эффективных программных средств автоматизированного проектирования, малое время проектирования и отладки проектов, а также выхода продукции на рынок;
- разнообразие конструктивного исполнения, поскольку обычно одни и те же кристаллы поставляются в разных корпусах, а разные – в одинаковых;
- постоянная тенденция снижения стоимости, обусловленная массовым производством и высоким процентом выхода годных микросхем вследствие их достаточно регулярной структуры;



На базе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) реализуются различные системы обработки информации. Рассмотрим основные подходы при выборе ПЛИС для реализации проектов. Как известно, при выборе элементной базы используются следующие критерии отбора: быстродействие; логическая емкость, достаточная для реализации алгоритма; схемотехнические и конструктивные параметры ПЛИС; надежность, рабочий диапазон температур, стойкость к ионизирующим излучениям; стоимость средств разработки, включая стоимость САПР, отладочных плат, программатора ПЛИС и конфигурационных ПЗУ и стоимость микросхем; наличие методической и технической поддержки; наличие и надежность российских поставщиков. Рассмотрим с этих позиций продукцию ведущих мировых производителей ПЛИС, у которых существуют представительства России. Примером может служить подход к выбору семейства ПЛИС, составляющего основу устройства для решения задач цифровой локации в реальном масштабе времени. На момент выбора на отечественном рынке были доступны ПЛИС последнего поколения фирмы XILINX серии Virtex6 и ПЛИС фирмы ALTERA серии STRATIX IV GX с наиболее подходящими характеристиками для решения поставленных задач для проектируемого устройства. (Табл. 1, 2)

Цифровая локация (ЦОС) включает задачи цифровой регистрации и обработки данных для решения задач определения положения, границ, формы и структуры объектов различной природы в различных областях науки и техники. Решение указанных задач связано с решением задач принятия решения по обнаружению, селекции, опознаванию и классификации объектов по совокупности признаков, сформированных в процессе локации. Устройства такого типа эффективно используются при внедрении новейших методов обработки изображений, при переходе на технологию высокого и сверхвысокого разрешения, т.е. путем реализации современных модификаций алгоритмов ЦОС на ПЛИС.

Другая область использования устройств с применением ПЛИС-построение сетевых маршрутизаторов на ПЛИС.

Таблица 1

Сравнительные характеристики ПЛИС серии Virtex

Тип ресурсов ПЛИС	Тип кристалла			
	Virtex-4 4VFX140	Virtex-5 XC5VFX200T	Virtex-6 XC6VHX565T	Virtex-7 XC7V2000T
Количество секций (Slices)	-	30 720	88 560	305 400
Общее число триггеров CLB	-	122 880	708 480	2 443 200
Число логических ячеек (Logic cells)	142 128	196 608	566 784	1 954 560
Объем распределенной памяти (1К = 1024 бит)	987К	2280 К	6360К	21 550К
Количество модулей блочной памяти Block RAM емкостью 36 Кбит. по 18 Кбит каждый	552	456	912	1292
Объем блочной памяти Block RAM (1К = 1024 бит)	9 936К	16 416 К	32832К	46 512К
Количество блоков управления синхронизацией (Clock Management Tiles, CMT)	20	12	9	24
Число модулей управления синхронизацией (Mixed-Mode Clock Managers MMCM)	-	6	18	24
Число аппаратных секций DSP48E1 микропроцессорных блоков PowerPC 440 PowerPC 405	2	384	864	2160
Число аппаратных модулей PCI Express	-	4	4	4
Количество аппаратных блоков 10\100\1000 Мбит\с Ethernet MAC	4	8	4	1
Число высокоскоростных последовательных приемопередатчиков RocketIO GTX	-	24	48	36
Количество аналого-цифровых блоков XADC	-	-	-	1
Количество банков ввода\вывода	448	27	18	-
Максимальное число пользовательских выводов	960	960	720	1200
Максимальное число дифференциальных пар выводов	896	480	360	576
Объем конфигурационной памяти, Мбит	50, 900	70,9	153,2	419,1
Максимальное число модулей: DSP, DCM, PMCD	192 20 8	-	-	-



Одним из распространенных способов выбора ПЛИС является использование возможности САПР выполнять автоматический выбор кристалла, необходимого для реализации проекта. При таком способе выбора критериями являются только логический объем кристалла и количество программируемых пользователем выводов, остальные факторы не учитываются.

Существует также тенденция, при которой разработчик выбирает передовую микросхему из серии в рамках предпочитаемого им семейства. Такой выбор является оптимальным, т.е. маловероятно, что разработчик будет использовать все возможности кристалла.

На предприятиях, занимающихся проектированием вычислительных устройств на ПЛИС, приемлемым является комбинированный метод выбора, состоящий в следующем:

- Выбор фирмы-производителя по наличию и надежности российских поставщиков, цене программного обеспечения, предпочтению разработчика;

- Выбор семейства ПЛИС по параметрам;

- Проектирование структуры устройства в выбранном программном обеспечении.

С помощью функции автоматического определения необходимой микросхемы в САПР производится построение списка допустимых ПЛИС в рамках выбранного семейства;

- Подбор кристалла из списка, основываясь на собственном предпочтении.

Из обзора практических способов выбора можно сделать вывод, что сегодня не существует оптимального метода принятия решения по выбору ПЛИС. Объективный выбор строится в виде математической модели, учитывающей параметры ПЛИС и сигналов, а так же модели выбора вариантов реализации вычислительных устройств на основе ПЛИС и унифицированных электронных модулей.

На основе анализа ряда методов многокритериальной оптимизации может быть сформирована формализованная схема модели выбора (рис. 1).

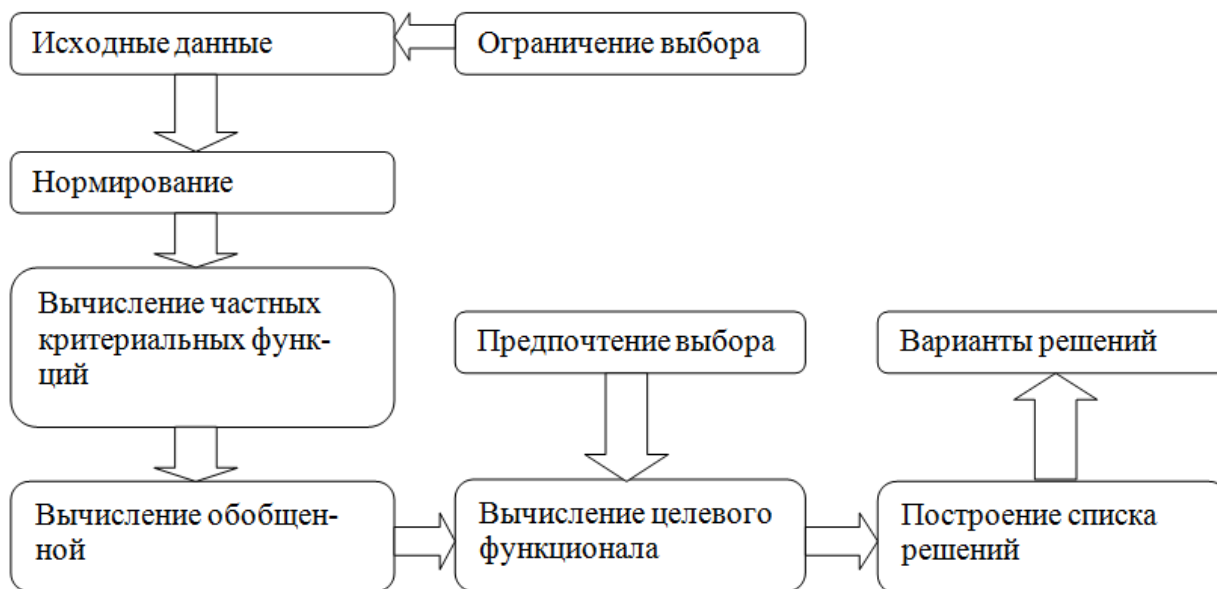


Рис. 1. Обобщенная схема выбора

Последовательность действий, которая реализуется в предлагаемом методе объективного выбора ПЛИС, освещена в материалах статьи [1], сформулирован подход по созданию и заполнению базы данных математических моделей с частными критериями эффективности функционирования, учитывающей параметры сигналов и корректировка аналитической модели на основе ПЛИС и унифицированных электронных модулей.

На выбор ПЛИС большое значение имеет правильный подход по вариантам реализации вычислительных устройств на основе унифицированных электронных модулей [2, 3, 4].



Как известно, мощнейшим средством сокращения сроков проектирования, удешевления общей стоимости вычислителя и расширение возможностей его модернизации является использование унифицированных электронных модулей. Дополнительная экономия средств может быть достигнута при повторном использовании унифицированных электронных модулей в других вычислительных устройствах. [2]

Дальнейшее изложение ориентируется на поиск оптимального варианта реализации специализированного вычислительного устройства для заданного набора технико-экономических показателей. Для определённости будем считать, что вычислительное устройство имеет модульную структуру, и может быть поставлена задача унификации модулей вычислительного устройства. Решение задачи унификации модулей в первую очередь связано с разработкой унифицированного конструктива, унифицированных систем электропитания, управления и обмена данными. В указанной постановке задачи возникают явные аналогии с оптимизацией построения инфотелекоммуникационных систем.

Достижение качественно новых показателей создаваемого вычислительного устройства возможно только на основе всестороннего анализа всей совокупности комбинаций технических решений, в частности, использования новейших компонентов РЭА. Вероятность нахождения «прорывных» решений возрастает вместе с возрастанием числа новых не рассмотренных ранее комбинаций, что предполагает разработку иерархической структуры показателей качества рассматриваемых технических решений, позволяющих в зависимости от ситуации реализовать как быстрое интегральное, так и многокритериальное сравнение вариантов реализации вычислительного устройства. Как известно, подобные задачи формирования и выбора вариантов реализации сложных систем, относятся к слабо структурированным проблемам. При решении таких задач исследователю в основном доступна информация качественного и интервального характера.

Классический алгоритм морфологического анализа, предложенный Фрицом Цвикки, предполагает непредвзятый перебор всех возможных вариантов решения задачи. В нашем случае указанный перебор сопровождается проверкой совместимости оборудования, поиском возможности унификации и формированием оценок технико-экономических показателей варианта технического решения.

С точки зрения системного анализа мы можем рассматривать специализированную вычислительную систему как совокупность подсистем, состоящих из одного или нескольких унифицированных модулей, и реализующих за счёт выполнения подсистемами своих функциональных задач, а также использования конечного числа связей между подсистемами выполнение задач вычислительной системы. Количество вариантов распределения конечного числа функциональных задач на конечном множестве подсистем конечно.

Формализуем задачу выбора из сформированного структурного множества допустимых вариантов. Пусть подсистемы  $Q_i (i = 1, 2, \dots, m)$  являются результатом функциональной декомпозиции вычислительной системы  $Q = \bigcup_{i=1}^m Q_i$  в соответствии с заданным набором задач. В свою очередь, каждая  $i$ -я подсистема может иметь вариантов реализации:  $Q_{ij} (i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n_i)$

Совокупность указанных данных по каждой подсистеме может быть представлена в виде морфологической таблицы. Морфологические таблицы являются эффективным средством представления знаний о системе. Они позволяют систематизировать достаточно большой объем знаний о морфологии вычислительной системы в компактном виде. Разработка морфологической таблицы дает возможность формализовать процесс упорядочивания множества заключенных в ней вариантов систем. Качество составления морфологической матрицы таблицы во многом определяет конечный результат поиска искомого решения проблемы. Разработка морфологических таблиц связана с первым шагом метода морфологического исследования — морфологическим анализом.

Общее число всевозможных вариантов  $N$ , образующих морфологическое множество, определяется как декартово произведение множеств альтернатив

$$N = \prod_{i=1}^m n_i$$

Правила генерации вариантов исследуемых систем таково, что каждый целостный вариант отличается от любого другого варианта рассматриваемого морфологического множества хотя бы одной альтернативой.

При формировании множества допустимых вариантов вычислительной системы должны учитываться ограничения на структуру, параметры и техническую реализацию компонентов и системы в целом, а также допустимые комбинации соединения компонентов и ограничения на значение показателей качества системы. Предварительные работы по унификации подсистем позволяют изначально отбросить несовместимые варианты.

Здесь существуют противоречивые требования. С одной стороны, желательно с максимальной полнотой представить все варианты системы. С другой стороны, существуют ограничения, определяемые допустимыми затратами (времени и средств) на проектируемые системы.

После задания указанным способом множества допустимых вариантов системы, определяемых вполне конкретной структурой (набором компонентов системы и связей между ними), целесообразно с помощью экспертных методов оценить значения показателей качества и одним из известных способов выделить множество Парето-оптимальных вариантов, а также в последующем выполнить сужение множества до единственного наиболее предпочтительного варианта системы. Сравнение эффективности вариантов, как это принято при решении задач системного анализа, осуществляют по интегральному показателю эффективности – скалярной целевой функции, сформированной по взвешенной совокупности оценок заданных показателей

$s_k$  [2, 3]:  $S = \sum_k \alpha_k s_k$ , где  $\alpha_k$  – весовые коэффициенты заданные экспертами.

На рисунке 2 даны примеры графической интерпретации данных морфологического анализа для  $K = 5$ . Диаграмма 1 отражает представление нормированных технических требований к вычислительной системе. Значения весовых коэффициентов отражены в ширине столбцов диаграммы. Допустимые варианты реализации вычислительной системы, технические характеристики которых равны или превышают заданные технические требования представлены на диаграммах 2 и 3.

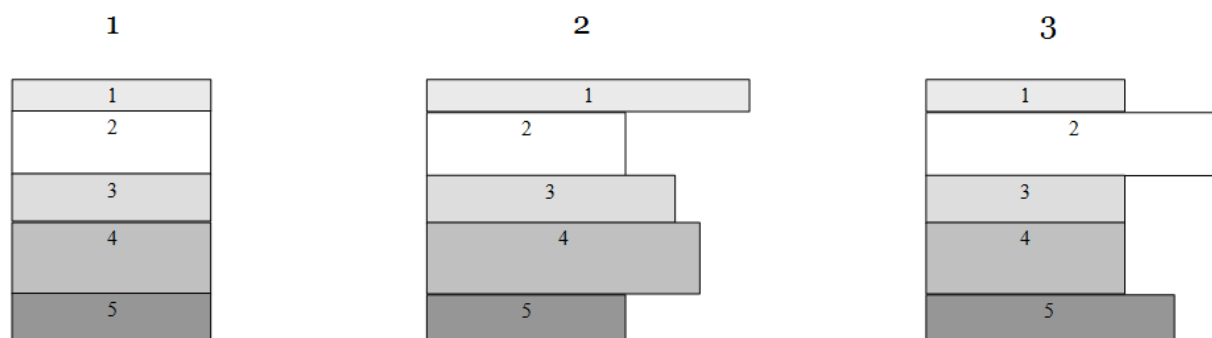


Рис. 2. Диаграммы взвешенного формирования целевой функции

Указанный подход позволяет выделить Парето-оптимальные варианты реализации с близкими значениями на множестве допустимых вариантов. Технико-экономические показатели, которые не вошли в заданный набор, формирующий целевую функцию, могут рассматриваться как опциональные предпочтения, что позволяет реализовать однозначный выбор среди Парето-оптимальных вариантов.

Перед макетированием вычислительной системы целесообразно воспользоваться информацией о возможных вычислительных затратах и потоках данных между модулями для имитационного моделирования процесса вычислений в предельных ситуациях, что позволит убедиться в правильности принятого решения.

### **Выводы**

Представленные аналитические материалы по выбору ПЛИС при проектировании вычислительных устройств для обработки информации. Показано, что использование унифицированных модулей для построения вычислительной системы в целом снимает проблему несовместимости и переводит задачу в плоскость поиска оптимального варианта реализации специализированной вычислительной системы.

### **Список литературы**

1. Турыгин И.Г., Кручинина М.В., Литвинская О.С. Многокритериальный выбор программируемых логических интегральных схем при проектировании специализированных устройств. Вопросы радиоэлектроники. Серия СОИУ. Выпуск 4. 2012 г. 145-156 с.
2. Маликов С.Н., Ройко Г.А., Чудинов С.М. Модели выбора вариантов реализации вычислительных устройств на основе унифицированных электронных модулей. Вопросы радиоэлектроники. Серия ЭВТ. Выпуск 2. 2013 г. 167-171 с.
3. Маликов С.Н., Чудинов С.М., Омерова Л.У. УЭМ – универсальный инструмент интеграции высокоуровневых ресурсов для решения научных и инженерных задач. Вопросы радиоэлектроники. Серия ЭВТ. Выпуск 1. 2014 г. 18-30 с.
4. Чудинов С.М., Томакова Р.А., Зуев И.В. Применение устройств fpga-технологии в автоматизированных системах для сегментации сложноструктурируемых изображений. Научные ведомости. №22 (165) Выпуск 28/1. 2014 г. 129-134 с.

## **APPROACHES FOR CHOICE IN DESIGN FPGA VYCHESLITELNYH INFORMATION PROCESSING APPARATUS**

**S.M. CHUDINOV<sup>1</sup>**  
**S.N. MALIKOV<sup>1</sup>**  
**I.V. ZUEV<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup> OJSC "NII Super-EVM"  
<sup>2)</sup> Moscow Research Institute of VC

*e-mail:*  
*chud35@yandex.ru*  
*i.zuev@mchs.gov.ru*

Article is devoted to the development of an optimal method of choice when designing FPGA computing devices. Describes approaches to the selection model embodiments computing devices based on unified electronic modules built using FPGA.

Keywords: FPGA, the parameters in the form of tables, unified electronic modules, forming a plurality of valid choices.



## ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СТЕГАНОГРАФИИ В ИЗОБРАЖЕНИЯХ

**Е.Г. ЖИЛЯКОВ**  
**А.А. ЧЕРНОМОРЕЦ**  
**Е.В. БОЛГОВА**  
**Н.Н. ГАХОВА**

*Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет*

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

В работе проведен сравнительный анализ влияния внешних воздействий в виде «белого» аддитивного шума различной интенсивности на погрешность восстановления информации, внедренной в изображения на основе метода скрытого субполосного внедрения и метода относительной замены коэффициентов ДКП.

Ключевые слова: стеганография, внедрение в изображения, субполосное внедрение, погрешность восстановления информации.

### **Введение**

В процессе передачи сведений в информационно-телекоммуникационных системах важной задачей является защита передаваемой информации. С этой целью в настоящее время совместно с методами криптографии широко используется стеганографическое внедрение информации в изображения, обеспечивающее скрытие самого факта наличия защищаемых данных. Скрытое внедрение сведений в изображения основывается на психовизуальной избыточности графической информации, что позволяет осуществлять ее изменение без существенной потери визуального качества [1].

Большинство методов скрытого внедрения информации в графические данные подразделяются на методы стеганографии в пространственной и частотной областях. Методы, основанные на использовании результатов преобразований изображения-контейнера в частотной области, более устойчивы [2] к внешним воздействиям, направленных, как правило, на разрушение внедренной информации. Для проведения сравнительных экспериментов в данной работе из указанной группы методов выбран один из наиболее распространенных методов стеганографии в частотной области при условии, что при восстановлении отсутствует информация о внедренных сведениях, – метод относительной замены коэффициентов (ОЗК) дискретного косинусного преобразования (ДКП) [2].

Целью данной работы является сравнительный анализ влияния внешних воздействий в виде «белого» аддитивного шума различной интенсивности на погрешность восстановления информации, внедренной в изображения на основе метода скрытого субполосного внедрения, разработанного авторами [3], и метода ОЗК.

В исследуемых методах внедрение информации осуществляется в изображение-контейнер, которое задается в виде матрицы  $\Phi = (f_{ik})$ ,  $i = 1, 2, \dots, N_1$ ,  $k = 1, 2, \dots, N_2$ , значения элементов которой соответствуют яркости пикселей изображения.

### **Основные положения метода относительной замены коэффициентов ДКП**

Исходной информацией в методе ОЗК [2] является изображение-контейнер  $\Phi$  и встраиваемое (внедряемое) в него сообщение, представляемое в виде последовательности бит  $B = (b_m)$ ,  $m = 1, 2, \dots, N_B$ .

Матрица изображения-контейнера разбивается на  $N_B$  непересекающихся блоков (матриц)  $\Phi_m = (f_{ik}^m)$ ,  $m = 1, 2, \dots, N_B$ ,  $i = 1, 2, \dots, N_{B1}$ ,  $k = 1, 2, \dots, N_{B2}$ ,

$$\Phi = \bigcup_{m=1}^{N_B} \Phi_m,$$





в общем случае, содержащих  $N_{B1} \times N_{B2}$  элементов (в большинстве реализаций метода  $N_{B1} = N_{B2} = 8$ ).

Отдельный бит  $b_m$  вектора  $B = (b_m)$ ,  $m = 1, 2, \dots, N_B$ , внедряется в соответствующую матрицу  $\Phi_m$  изображения-контейнера следующим образом.

К элементам матрицы  $\Phi_m$  применяется ДКП. В результате преобразования имеем матрицу  $Y_m = (y_{n_1 n_2})$ ,  $n_1 = 1, 2, \dots, N_{B1}$ ,  $n_2 = 1, 2, \dots, N_{B2}$ , значения элементов которой определяются следующим выражением [2]

$$y_{n_1 n_2} = \alpha_{n_1} \alpha_{n_2} \sum_{i=1}^{N_{B1}} \sum_{k=1}^{N_{B2}} f_{ik}^m \cos\left(\frac{\pi n_1}{N_2} \left(i - \frac{1}{2}\right)\right) \cos\left(\frac{\pi n_2}{N_2} \left(k - \frac{1}{2}\right)\right), \quad (1)$$

$$\alpha_{n_1} = \begin{cases} 1/\sqrt{N_1}, n_1 = 0, \\ \sqrt{2/N_1}, n_1 = 1, 2, \dots, N_1 - 1, \end{cases} \quad \alpha_{n_2} = \begin{cases} 1/\sqrt{N_2}, n_2 = 0, \\ \sqrt{2/N_2}, n_2 = 1, 2, \dots, N_2 - 1, \end{cases}$$

$$n_1 = 1, 2, \dots, N_{B1}, \quad n_2 = 1, 2, \dots, N_{B2}.$$

Вычисленная матрица преобразуется в матрицу  $\tilde{Y}_m$ ,

$$\tilde{Y}_m = Y_m,$$

элементы которой (коэффициенты ДКП) с предварительно заданными индексами  $(u_1, v_1)$  и  $(u_2, v_2)$  изменяются таким образом, чтобы выполнялись следующие условия:

$$\begin{aligned} |\tilde{y}_{u_1 v_1}| - |\tilde{y}_{u_2 v_2}| &< -P_1, \text{ при } b_m = 0, \\ |\tilde{y}_{u_1 v_1}| - |\tilde{y}_{u_2 v_2}| &> P_1, \text{ при } b_m = 1, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $P_1$  – заданное пороговое значение.

Значения элементов модифицированной матрицы  $\tilde{\Phi}_m = (\tilde{f}_{ik}^m)$ ,  $i = 1, 2, \dots, N_{B1}$ ,  $k = 1, 2, \dots, N_{B2}$ , определяются на основе применения обратного ДКП к измененной матрице  $\tilde{Y}_m$ :

$$\tilde{f}_{ik}^m = \frac{1}{2N} \sum_{n_1=1}^{N_{B1}} \sum_{n_2=1}^{N_{B2}} \alpha_{n_1} \alpha_{n_2} \tilde{y}_{n_1 n_2} \cos\left(\frac{\pi n_1}{N_2} \left(i - \frac{1}{2}\right)\right) \cos\left(\frac{\pi n_2}{N_2} \left(k - \frac{1}{2}\right)\right),$$

$$i = 1, 2, \dots, N_{B1}, \quad k = 1, 2, \dots, N_{B2}.$$

Контейнер с внедренной информацией представляется в виде объединения модифицированных матриц  $\tilde{\Phi}_m$ ,  $m = 1, 2, \dots, N_B$ ,

$$\tilde{\Phi} = \bigcup_{m=1}^{N_B} \tilde{\Phi}_m.$$

Восстановление информации осуществляется в обратном порядке.

### Основные положения метода субполосного внедрения

При реализации метода субполосного внедрения информации изображение-контейнер  $W_0$ , размерности  $N_1 \times N_2$ , будем задавать с помощью матрицы яркости  $W_0 = (w^0_{ik})$ ,  $i = 1, 2, \dots, N_1$ ,  $k = 1, 2, \dots, N_2$ . В работе [3] показано, что обработка изображения-контейнера и внедряемой информации, представленной в виде матрицы  $Y_0$ , на основе субполосного анализа-синтеза выполняется в центрально-симметричных подобластях пространственных частот (ППЧ), образуемых при разбиении области пространственных частот (ПЧ)  $D^2_{2\pi}$ ,

$$D^2_{2\pi} = \{(u, v) \mid -\pi \leq u, v < \pi\}, \quad (3)$$

на  $R_1 R_2$  равновеликих ППЧ  $\Omega_{r_1 r_2}$ ,  $r_1 = 1, 2, \dots, R_1$ ,  $r_2 = 1, 2, \dots, R_2$ ,



$$\Omega_{r_1 r_2} : \{(u, v) | (u \in [u_1^{r_1}, u_2^{r_1}], v \in [v_1^{r_2}, v_2^{r_2}]) \cup (u \in [-u_1^{r_1}, -u_2^{r_1}], v \in [-v_1^{r_2}, -v_2^{r_2}]) \cup (u \in [-u_2^{r_1}, -u_1^{r_1}], v \in [v_1^{r_2}, v_2^{r_2}])\}, \quad (4)$$

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

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

Реализация субполосных преобразований [4] изображений в подобласти ПЧ  $\Omega_{r_1 r_2}$ ,  $r_1=1, 2, \dots, R_1$ ,  $r_2=1, 2, \dots, R_2$ , осуществляется с помощью субполосных матриц  $A_{r_1}=(a^{r_1 i_1 i_2})$ ,  $i_1, i_2=1, 2, \dots, N_1$ , и  $A_{r_2}=(a^{r_2 k_1 k_2})$ ,  $k_1, k_2=1, 2, \dots, N_2$ , соответствующих выбранной для внедрения ППЧ, элементы которых вычисляются на основании следующих выражений,

$$a_{i_1 i_2}^{r_1} = \begin{cases} \frac{\sin(\sigma_1 r_1 (i_1 - i_2)) - \sin(\sigma_1 (r_1 - 1)(i_1 - i_2))}{\pi(i_1 - i_2)}, & i_1 - i_2 \neq 0, \\ \frac{\sigma_1}{\pi}, & i_1 - i_2 = 0, \end{cases} \quad a_{k_1 k_2}^{r_2} = \begin{cases} \frac{\sin(\sigma_2 r_2 (k_1 - k_2)) - \sin(\sigma_2 (r_2 - 1)(k_1 - k_2))}{\pi(k_1 - k_2)}, & k_1 - k_2 \neq 0, \\ \frac{\sigma_2}{\pi}, & k_1 - k_2 = 0, \end{cases} \quad (5)$$

$$\sigma_1 = \frac{\pi}{R_1}, \quad \sigma_2 = \frac{\pi}{R_2}.$$

В [5] показано, что субполосные матрицы являются симметрическими, следовательно, они обладают системой ортогональных собственных векторов. Создадим матрицы  $Q_1^{r_1}$  и  $Q_2^{r_2}$ , столбцы которых составлены из собственных векторов субполосных матриц  $A_{r_1}$  и  $A_{r_2}$ , соответствующих единичным собственным числам рассматриваемых матриц  $A_{r_1}$  и  $A_{r_2}$ . Матрицы  $Q_1^{r_1}$  и  $Q_2^{r_2}$  имеют размерности  $(N_1, J_1)$  и  $(N_2, J_2)$  соответственно, где  $J_1$  и  $J_2$  – количество единичных собственных чисел матриц  $A_{r_1}$  и  $A_{r_2}$ .

В работе [3] показано, что выражение

$$W_{r_1 r_2} = Q_1^{r_1} Y_0 (Q_2^{r_2})^T \quad (6)$$

определяет метод преобразования матрицы  $Y_0$ , содержащей внедряемую информацию, при котором энергия ее образа  $W_{r_1 r_2}$  сосредоточена в ППЧ  $\Omega_{r_1 r_2}$ . Очевидно, что изображение  $W_{r_1 r_2}$  имеет размерность  $N_1 \times N_2$ , размерность внедряемого изображения  $Y_0$  определяется количеством  $J_1$  и  $J_2$  единичных собственных чисел субполосных матриц, соответствующих ППЧ внедрения.

Соотношение

$$\tilde{W}_1 = W_0 - Y_{r_1 r_2} + K_{r_1 r_2} W_{r_1 r_2} \quad (7)$$

определяет изображение  $\tilde{W}_1$ , являющееся результатом внедрения матрицы  $Y_0$  в контейнер  $W_0$ , при котором энергия внедряемой в виде изображения информации сосредоточена в заданной частотной подобласти ПЧ  $\Omega_{r_1 r_2}$ . Наряду с величиной  $W_{r_1 r_2}$  (6) в выражении (7) использованы следующие величины:

-  $Y_{r_1 r_2}$  – результат субполосной фильтрации [6] изображения  $W_0$  в ППЧ  $\Omega_{r_1 r_2}$ ,

$$Y_{r_1 r_2} = A_{r_1}^T \cdot W_0 \cdot A_{r_2}, \quad (8)$$

-  $K_{r_1 r_2}$  – коэффициент изменения величины энергии внедряемого изображения в выбранную подобласть, используется для регулирования погрешности восстановления внедренного изображения,

$$K_{r_1 r_2} = K_{\text{общ}} \frac{E_{r_1 r_2}(W_0)}{E(W_{r_1 r_2})}, \quad (9)$$

-  $K_{\text{общ}}$  – общий коэффициент внедрения (коэффициент, обеспечивающий равномерность изменения энергии внедряемого изображения в различных ППЧ),

-  $E(W_{r_1 r_2})$  – энергия внедряемого изображения в выбранную подобласть ПЧ,

$$E(W_{r_1 r_2}) = \text{tr}(W_{r_1 r_2} (W_{r_1 r_2})^T),$$

-  $E_{r_1 r_2}(W_0)$  – часть энергии контейнера в выбранной ППЧ [7],

$$E_{r_1 r_2}(W_0) = tr(A_{r_1}^T \cdot W_0 \cdot A_{r_2} \cdot W_0^T), \quad (10)$$

Чтобы получить результат  $\tilde{Y}_1$  восстановления матрицы  $Y_0$ , внедренной в подобласть ПЧ  $\Omega_{r_1 r_2}$  изображения-контейнера  $\tilde{W}_1$ , следует выполнить преобразование [3]

$$\tilde{Y}_1 = (Q_1^{r_1})^T \tilde{W}_1 Q_1^{r_2}. \quad (11)$$

### Вычислительные эксперименты

Для исследования влияния внешних воздействий на погрешность восстановления информации при ее скрытном субполосном внедрении в изображения представляет интерес получение на основе вычислительных экспериментов сравнительной оценки устойчивости скрытного субполосного внедрения информации в отдельной подобласти пространственных частот изображения-контейнера к воздействию шума различной интенсивности в сравнении с методом относительной замены коэффициентов ДКП.

Целью вычислительных экспериментов является определение погрешностей представления контейнера-изображения с внедренной информацией и погрешностей восстановления внедренного изображения при различных условиях:

- внедрение при различных значениях порога  $P$  и коэффициента внедрения  $K_{обц}$ ,
- восстановление при различных параметрах аддитивного шума (отношение шум-сигнал).

В ходе вычислительных экспериментов погрешность представления изображения (матрицы)  $\tilde{W} = (\tilde{w}_{ik})$ ,  $i=1,2,\dots,N_1$ ,  $k=1,2,\dots,N_2$ , относительно другого изображения (матрицы)  $W=(w_{ik})$  той же размерности определяется на основании среднеквадратического отклонения  $\sigma$ ,

$$MSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N_1} \sum_{k=1}^{N_2} (w_{ik} - \tilde{w}_{ik})^2}{\sum_{i=1}^{N_1} \sum_{k=1}^{N_2} w_{ik}^2}}. \quad (12)$$

При проведении вычислительных экспериментов в качестве изображения-контейнера выбрано изображение, размером 256x256 пикселей, приведенное на рисунке 1а, на котором представлен фрагмент земной поверхности с изображением горы Богда, Турфанская низменность (Китай). Внедряемая информация, заданная в виде матрицы 32x32 однобитовых элементов (значения 0 и 1) представлена в виде изображения на рисунке 1б.



Рис. 1. Исходное изображение-контейнер (а) и внедряемая информация в виде изображения (б)

При внедрении информации на основе метода относительной замены коэффициентов (ОЗК) ДКП были использованы следующие рекомендуемые в литературных источниках параметры:



- размеры блоков, на которые разбивается изображение-контейнер, – 8 пикселей,
- координаты изменяемых коэффициентов ДКП:  $(u_1, v_1) = (4,5)$  и  $(u_2, v_2) = (5,4)$ ,
- выбрано несколько различных значений порога  $P$ : {5, 25, 50}.

При субполосном внедрении (СВ) использовано разбиение области ПЧ  $D_{27}^2$  на 4x4 равновеликих частотных интервалов ( $R_1=R_2=4$ ). В качестве подобласти ПЧ, используемой для внедрения, была выбрана неинформационная [3] подобласть ПЧ  $\Omega_{13}$  (энергия, соответствующая данной ППЧ, не входит в 99% суммарной энергии изображения-контейнера).

Коэффициент  $K_{общ}$  выбирался таким образом, чтобы погрешность изменения контейнера после внедрения информации на основе метода субполосного внедрения без наложения шума совпадала с погрешностью контейнера после внедрения информации на основе метода ОЗК также без аддитивного шума с заранее выбранным значением порога  $P$ .

Для выбранных значений порога  $P$  и соответствующих значений коэффициента  $K_{общ}$  в таблице приведены величины погрешности представления изображения-контейнера после внедрения информации на основе анализируемых методов при наложении аддитивного белого шума с различным отношением шум-сигнал, а также соответствующая погрешность восстановления информации.

Таблица 1

### Погрешность представления контейнера $MSE_{конт}$ и восстановления информации $MSE_{восст}$

Отношение шум-сигнал $\delta$	Метод ОЗК		Метод СВ	
	$MSE_{конт}$	$MSE_{восст}$	$MSE_{конт}$	$MSE_{восст}$
	<b><math>P=5</math></b>		<b><math>K_{общ}=0.0087</math></b>	
0	0.0314	0	0.0313	0
0,01	0.033	0	0.0329	0
0,03	0.0434	0.1936	0.0434	0
0,05	0.059	0.4721	0.0591	0
0,07	0.0766	0.6281	0.0767	0
0,09	0.0953	0.7202	0.0953	0.0511
0,11	0.1144	0.755	0.1144	0.1445
0,13	0.1338	0.7982	0.1338	0.2704
0,15	0.1533	0.8249	0.1532	0.3824
	<b><math>P=25</math></b>		<b><math>K_{общ}=0.0128</math></b>	
0	0.0415	0	0.0414	0
0,07	0.0813	0	0.0813	0
0,09	0.0993	0.0628	0.0991	0
0,11	0.1176	0.1662	0.1175	0
0,13	0.1365	0.2221	0.1365	0.0511
0,15	0.1557	0.3635	0.1555	0.1022
0,17	0.1751	0.3872	0.1749	0.2107
0,19	0.1945	0.47	0.1944	0.2227
	<b><math>P=50</math></b>		<b><math>K_{общ}=0.0197</math></b>	
0	0.0601	0	0.0595	0
0,19	0.1993	0.0888	0.199	0
0,2	0.2088	0.1332	0.2087	0.0511
0,21	0.2183	0.1473	0.2183	0.0885
0,22	0.228	0.1986	0.2281	0.0723
0,23	0.2377	0.2129	0.2375	0.1143
0,24	0.2475	0.235	0.2473	0.1022
0,25	0.2572	0.2265	0.2568	0.1533

Для повышения наглядности при сравнении результатов, полученных при использовании различных методов, на основании данных, представленных в таблице 1, построены приведенные на рис. 2 графики. Для наглядности графиков диапазоны значений вдоль вертикальной шкалы различных графиков (рис. 2) отличаются.

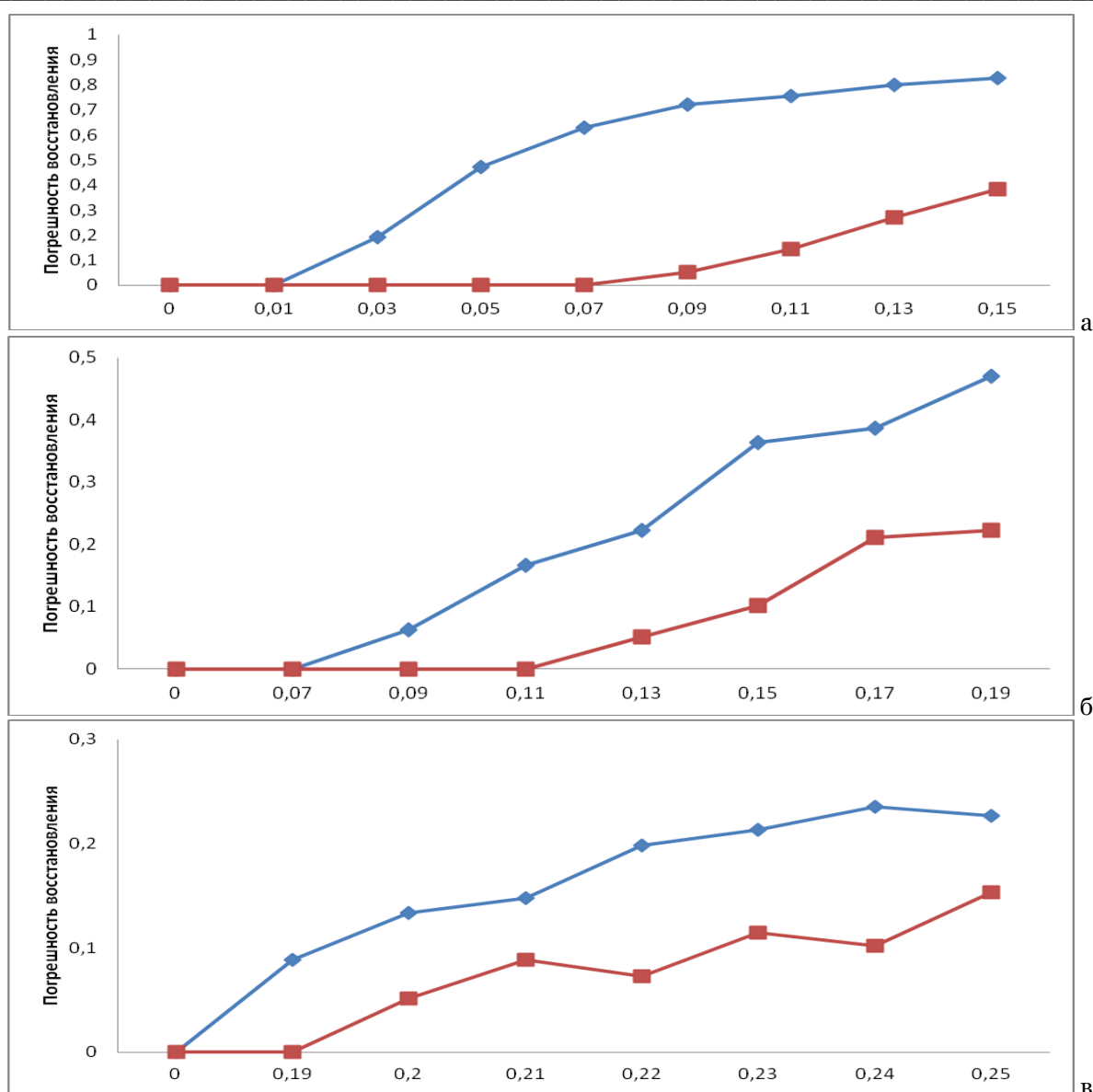


Рис. 2. Зависимость погрешности восстановления внедренной информации от параметров аддитивного шума ( — метод ОЗК, — метод СВ):  
а –  $P=5$ ,  $K_{общ}=0.0087$ ; б –  $P=25$ ,  $K_{общ}=0.0128$ ; в –  $P=50$ ,  $K_{общ}=0.0197$

Данные, представленные на рисунке 2, наглядно показывают, что при восстановлении информации, внедренной на основе метода субполосного внедрения, практически отсутствует погрешность постановления данных при большей величине отношения сигнал-шум применяемого аддитивного шума, чем при использовании метода ОЗК.

Данные, приведенные в таблице 1 и на рисунке 2, показывают, что погрешность восстановления информации, внедренной на основе метода субполосного внедрения, значительно меньше соответствующей погрешности восстановления информации, внедренной на основе метода ОЗК, при различных отношениях шум-сигнал и близких соответствующих значениях погрешности представления изображения-контейнера.

### Выводы

Таким образом, результаты проведенных вычислительных экспериментов продемонстрировали преимущество метода субполосного внедрения в сравнении с методом относительной замены коэффициентов ДКП при восстановлении внедренной информации и показали высокую устойчивость внедренной в изображения информации



при ее скрытном субполосном внедрении к влиянию внешних воздействий в виде аддитивного шума.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания НИУ «БелГУ» (код проекта № 358).*

### Список литературы

1. Грибунин В.Г. Цифровая стеганография / В.Г. Грибунин, И.Н. Оков, И.В. Туринцев. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009. – 265 с.
2. Конахович Г.Ф. Компьютерная стеганография. Теория и практика / Г.Ф. Конахович, А.Ю. Пузыренко. – К.: «МК-Пресс», 2006. – 288 с.
3. Жилияков Е.Г. Реализация алгоритма внедрения изображений на основе использования неинформационных частотных интервалов изображения-контейнера / Е.Г. Жилияков, А.А. Черноморец, В.А. Голощапова // Вопросы радиоэлектроники. Сер. ЭВТ. – 2011. – Вып. 1. – С. 96-104.
4. Черноморец А.А. О свойствах собственных векторов субполосных матриц / А.А. Черноморец, Е.И. Прохоренко, В.А. Голощапова // Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2009. – № 7 (62). – Вып. 10/1. – С. 122-128.
5. Жилияков, Е.Г. Вариационные алгоритмы анализа и обработки изображений на основе частотных представлений [Текст] / Е.Г. Жилияков, А.А. Черноморец. – Белгород: Изд-во ООО ГиК, 2009. – 146 с.
6. Жилияков, Е.Г. Оптимальная фильтрация изображений на основе частотных представлений [Текст] / Е.Г. Жилияков, А.А. Черноморец // Вопросы радиоэлектроники. Сер. ЭВТ. – 2008. – Вып. 1. – С. 118-131.
7. 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.

## INVESTIGATION OF THE STEGANOGRAPHY STABILITY IN IMAGES

**E.G. ZHILYAKOV**  
**A.A. CHERNOMORETS**  
**E.V. BOLGOVA**  
**N.N. GANOVA**

*Belgorod National Research  
University*

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

A comparative analysis of influence of external factors in the form of "white" additive noise of different intensity on the information recovery error embedded in images on the basis of the secretive subband embedding method and the method of relative replacement of DCT coefficients is given in this work.

Keywords: steganography, image embedding, subband embedding, information recovery error

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАФИКА БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

**Р.П. ГАХОВ<sup>1</sup>**  
**Н. Г. КУЧУК<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup> *Белгородский государственный национальный исследовательский университет*

<sup>2)</sup> *Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина*

*e-mail:*  
*Gahov@bsu.edu.ru*  
*kuchuk56@mail.ru*

Предложен подход к разработке модели трафика, основывающейся на анализе данных мониторинга входящих информационных потоков и позволяющей учесть особенности трафика беспроводных сетей передачи данных. Исследование известных моделей позволяет сделать вывод, что затраты сетевого ресурса коммутационного оборудования при учете подвижности узлов беспроводной сети (событие хэндовер) для краткосрочного прогнозирования поведения трафика на основе результатов мониторинга информационных потоков, подлежащих агрегации, достигается при реализации двумерной интерполяционной модели. В процессе синтеза предложенной модели реализованы требования к высокой степени ее адекватности реальному трафику.

Ключевые слова: беспроводная сеть передачи данных, трафик, мультисервисная сеть, коммутационное оборудование, хэндовер.

### Введение

**Постановка задачи.** Современное развитие инфокоммуникационных технологий в различных сферах деятельности, использование передающих сред с высокими скоростями передачи информации и высокими показателями достоверности, резкое увеличение объемов трафика привели к внедрению концепции NGN (от англ. next generation networks – сети следующего/поколения), основывающуюся на мультисервисных сетях связи (МСС), ядром которых являются опорные IP-сети [1, 2]. Мультисервисные сети характеризуются наличием в них большого количества узлов, которые используют разнообразные сервисы, требующие обеспечения высокой интенсивности обмена трафиком наряду с поддержанием требуемого уровня качества обслуживания для каждого из таких сервисов [3]. Современные МСС обычно содержат в своем составе в качестве подсистем беспроводные сети передачи данных (БСПД), на которые также возлагается выполнение общей задачи обмена информацией между взаимодействующими узлами. Для этого БСПД должны обеспечивать передачу данных с характеристиками, позволяющими обеспечить требования пользователей, обслуживаемых МСС, в частности, обеспечить потенциальную возможность доступа к разделяемым ресурсам объединенной сети за приемлемое время.

Анализа типовой структуры, решаемых задач и процессов, реализованных в современных мультисервисных сетях связи с беспроводными компонентами, сделаны выводы [3, 4]:

Основными внешними факторами, определяющими характер трафика БСПД, являются:

- разнообразие используемых приложений;
- большие объемы передаваемых данных различных форматов;
- увеличение интенсивности трафика на участках, имеющих относительно низкие пропускные способности на маршруте.

Среди факторов, влияющих на изменение времени передачи пакета данных на критическом участке, можно выделить такие:

- интенсивность трафика;
- время коммутации пакета;
- пропускная способность канала передачи данных;
- объем пакета данных;
- длина очереди пакетов данных к каналу;
- коэффициент загрузки канала служебной информацией.

Факторами, которые не учитываются в существующих моделях БСПД, являются



самоподобие трафика, проявляющаяся при объединении множества информационных потоков, и некоторые особенности поведения трафика, связанные с подвижностью узлов сети.

Процесс агрегирования трафика множества отдельных источников в объединенной сети (включающей также участки, построенные на БСПД), приводит к скачкообразным изменениям интенсивности трафика, и его можно рассматривать как фрактальный процесс, статистические характеристики которого проявляют свойства масштабной инвариантности [4, 5].

Традиционные модели трафика предполагают сглаживание трафика (например, применение метода статистического мультиплексирования [3] или метода сглаживания интенсивности информационных потоков [5]). Однако, для трафика, обладающего свойством фрактальности, эти методы оказываются неэффективными, поскольку пропускная способность, предоставляемая сетью, используется не в полной мере. Кроме того, данные подходы не позволяют учесть проблемы, возникающие из-за возможной подвижности узлов беспроводной сети.

Следовательно, задача разработки модели трафика беспроводной сети передачи данных, основывающейся на данных статистического мониторинга входящих информационных потоков и позволяющей учесть особенности трафика БСПД современных мультисервисных сетей, актуальна, а разработка подхода к ее решению является целью данной статьи.

### **Выбор базовой модели**

Для моделирования инфотелекоммуникационного трафика, обладающего свойствами фрактальности целесообразно использовать ON/OFF-модель, которая в большей степени позволяет с определенной степенью приближения объяснить физические причины фрактальных явлений в современных сетях передачи данных [3, 4].

ON/OFF-модель формирует процесс описания приращений фрактального броуновского движения. По своей сути это процесс, в котором чередуются два состояния: 0 или 1. Такое базовое разбиение временной оси для ON/OFF-модели учитывает иерархическую структуру периодов активности источника. Подобно Канторову множеству, такие периоды активности разбиваются на подпериоды, которые характеризуют передачу групп пакетов данных.

Данная модель учитывает две из перечисленных выше причин, обуславливающих проявление свойств фрактальности трафика: поведение пользователя и генерация трафика. Однако подвижность узла в беспроводной сети может являться причиной возникновения такого события как хэндовер [6]. Поскольку местоположение узла непосредственным образом связано с его IP-адресом, следовательно, факт изменения IP-адреса при смене подвижным узлом базовой станции (точки доступа к сети) требует оповещения. Хэндовер является событием, которое может возникнуть при выходе подвижного узла из зоны обслуживания одной точки доступа вследствие его перемещения в зону обслуживания другой, и приводит к временному прекращению генерации трафика транспортным уровнем стека протоколов, с сохранением всех параметров передачи, и последующим восстановлением такой генерации в соответствии с сохраненными параметрами. Корректная обработка такого события позволяет подвижному узлу сохранять неразрывность соединения во время его передвижений и смены точек доступа к сети [6]. Учет хэндовера в ON/OFF-модели предполагает дополнительное разбиение анализируемого временного интервала, что приводит к ее существенному усложнению и, соответственно, к невозможности использования на коммутационных узлах БСПД для краткосрочного прогнозирования поведения трафика на основе результатов статистического мониторинга информационных потоков, входящих в коммутационный узел. Анализ существующих моделей позволяет сделать вывод, что при гомоморфном отображении временного интервала на совокупность интервалов активности БСПД практически не усложняется интерполяционная модель, предлагаемая в качестве базовой, причем более точный прогноз дает двумерная модель.





Для построения гомоморфного отображения, предположим, что на временном интервале  $[0, T]$   $j$ -й узел  $L$  раз ( $L \geq 0$ ) выходил из зоны обслуживания БСПД, при этом  $\ell$ -й интервал хэндовера ( $\ell = \overline{1, L}$ ) зададим как  $h_{j,\ell} = \left( t_{j,\ell}^{(h)}, t_{j,\ell}^{(h)} + \Delta t_{j,\ell}^{(h)} \right)$ .

Данное утверждение позволяет определить функцию временного сдвига в ON/OFF-модели, определяющую гомоморфное отображение интервала  $[0, T]$  на вложенную область активности, и позволяющую учесть влияние хэндовера:

$$h_j(t) = t + \sum_{t_{j,\ell}^{(h)} < t} \Delta t_{j,\ell}^{(h)}, \quad (1)$$

$$t \in [0, T], \quad \ell \in [0, L], \quad t_{j,0}^{(h)} = T; \quad \Delta t_{j,0}^{(h)} = 0.$$

**Синтез модели беспроводной сети передачи данных по отсчетам трафика.**

Проведем исследование беспроводной сети передачи данных, характер поведения трафика в которой неизвестен, однако предполагается, что временной интервал проведения очередной сессии можно разбить на конечное число подинтервалов, на каждом из которых источники сообщений не выходили из зоны обслуживания, а для анализа его параметров и синтеза адекватной модели используются статистические оценки, полученные при обработке данных, накопленных за некоторое число сессий.

Пусть  $\{ W^{(k,\ell_k)}(h(t)) \}$  – семейство динамических функций, характеризующих объем информации, поступающей в  $k$ -ую службу ( $k = \overline{1, K}$ ) от источника  $\ell_k$  ( $\ell_k = \overline{1, L_k}$ ) со средней скоростью

$$v^{(k,\ell_k)}(h(t)) = \frac{dW^{(k,\ell_k)}(h(t))}{dt}, \quad (2)$$

описываемой априорно неизвестной зависимостью

$$v^{(k,\ell_k)}(h(t)) = \Psi \left( W^{(k,\ell_k)}, h(t) \right), \quad (3)$$

где  $h(t_0) = t_0; \quad v^{(k,\ell_k)}(t_0) = W_0^{(k,\ell_k)}$ ;

$$t \in \left[ t_0^{(k,\ell_k)}, t_0^{(k,\ell_k)} + T^{(k,\ell_k)} \right],$$

где  $t_0^{(k,\ell_k)}$  – нижняя граница рассматриваемого временного интервала, а  $\delta^{(k,\ell_k)}$  – его длина.

Проведем  $R$  измерений в моменты времени  $t_r^{(k,\ell_k)}$ ,  $r = \overline{0, R-1}$ , в пределах  $N$  различных сессий с начальными условиями  $W_{0,n}^{(k,\ell_k)}$  ( $n = \overline{0, N-1}$ ), заданными в пределах допустимой области

$$\mathfrak{Z}^{(k,\ell_k)} = \left[ W_{\min}^{(k,\ell_k)}, W_{\max}^{(k,\ell_k)} \right] \times \left[ t_0^{(k,\ell_k)}; t_0^{(k,\ell_k)} + T^{(k,\ell_k)} \right] \subset \mathfrak{R}^2, \quad (4)$$

где  $W_{\min}^{(k,\ell_k)}, W_{\max}^{(k,\ell_k)}$  – минимальная и максимальная границы варьирования функций семейства  $\{ W^{(k,\ell_k)}(h(t)) \}$  в пределах сессий. Построим на  $\mathfrak{Z}^{(k,\ell_k)}$  динамическую функцию определения передаваемой информации. При этом будем использовать описанный в [3] метод оценки адекватности трафика, в соответствии с которым необходимо выполнение следующего условия:



$$\rho\left(\Phi^{(k,\ell_k)}, \tilde{\Phi}^{(k,\ell_k)}\right) \leq \varepsilon^{(k,\ell_k)}; \quad (5)$$

при

$$\begin{aligned} \tilde{\Phi}^{(k,\ell_k)} &= \tilde{W}^{(k,\ell_k)}\left(h(t), W_0^{(k,\ell_k)}\right); \\ \Phi^{(k,\ell_k)} &= \left(h(t), W_0^{(k,\ell_k)}\right); \left(t, W_0^{(k,\ell_k)}\right) \in \mathfrak{Z}^{(k,\ell_k)}, \end{aligned}$$

где  $\tilde{W}(\bullet)$  – функция, аппроксимирующая  $W(\bullet)$  при заданных начальных условиях, а аргумент  $\Phi^{(k,\ell_k)}$  выделяет из семейства  $\left\{W^{(k,\ell_k)}(h(t))\right\}$  ту функцию, для которой выполнено условие

$$W^{(k,\ell_k)}\left(t_0^{(k,\ell_k)}\right) = W_0^{(k,\ell_k)}.$$

Так как  $\mathfrak{Z}^{(k,\ell_k)} \subset \mathfrak{R}^2$ , то в (5) расстояние  $\rho(\bullet)$  является стандартной метрикой пространства

$$\begin{aligned} L^2, \text{ т.е. } \max_{t, W_0^{(k,\ell_k)}} \left| \Phi^{(k,\ell_k)}, -\tilde{\Phi}^{(k,\ell_k)} \right| &\leq \varepsilon^{(k,\ell_k)}; \\ \left(t, W_0^{(k,\ell_k)}\right) &\in \mathfrak{Z}^{(k,\ell_k)}. \end{aligned} \quad (6)$$

При дальнейшем исследовании процесса построения модели трафика беспроводной сети используем классификацию категорий функционального описания количества передаваемого трафика, предложенную в [7]. В первой категории в результате выполнения сбора статистических данных реального трафика может быть построено множество измерений

$$\begin{aligned} M^{(k,\ell_k)[Q][\Xi]} &= M^{(k,\ell_k)[Q][\Xi]} + \delta\tilde{M}^{(k,\ell_k)[Q][\Xi]}, \\ (Q, \Xi > 0), \end{aligned} \quad (7)$$

где  $(\bullet)^{[Q][\Xi]}$  обозначает получение значений производных по времени от 0 до  $Q-1$  и по начальным условиям от 0 до  $\Xi-1$ ;  $\tilde{M}(\bullet)$  – множество моделируемых значений параметров, изоморфное  $M(\bullet)$ ;  $\delta\tilde{M}(\bullet)$  – множество значений невязок, связанных с ошибками измерений, причем, согласно [8], ошибки некоррелированы и имеют нулевое математическое ожидание. Из (7) следует, что для фиксированного измерения  $(n,r)$  его результат равен

$$\begin{aligned} W_{n,r}^{(k,\ell_k)[Q][\Xi]} &= \\ &= \frac{\partial^{Q+\Xi} W^{(k,\ell_k)}\left(h(t), W_0^{(k,\ell_k)}\right)}{\partial t^Q \partial \left(W_0^{(k,\ell_k)}\right)^\Xi} \Bigg|_{\substack{t=h(t_r^{(k,\ell_k)}) \\ W_0^{(k,\ell_k)}=W_{0,n}^{(k,\ell_k)}}}. \end{aligned} \quad (8)$$

Следовательно, в узлах  $(n,r)$  рассматриваемой категории трафика известны точные значения функции объема информации  $W^{(k,\ell_k)}\left(h(t), W_0^{(k,\ell_k)}\right)$  и ее частных производных, что позволяет для синтеза математической модели использовать метод опорных интегральных кривых [9]. В соответствии с ним рассмотрим обобщенный интерполяционный полином дифференцируемой функции (7) в базисе метрического пространства  $L^2$  над областью  $\mathfrak{Z}^{(k,\ell_k)}$ :



$$\begin{aligned} & \tilde{W}^{(k, \ell_k)} \left( h(t), W_0^{(k, \ell_k)} \right) = \\ & = \sum_{n_1=0}^{N-1} \sum_{n_2=0}^{\Xi-1} \sum_{\eta_1=0}^{R-1} \sum_{r_2=0}^{Q-1} \left( \alpha_{n_1, \eta_1}^{(k, \ell_k)[n_2][r_2]} \times \right. \\ & \left. \times f_{\eta_1 r_2}^{(k, \ell_k)} \left( h(t) \right) \varphi_{n_1 n_2}^{(k, \ell_k)} \left( W_0^{(k, \ell_k)} \right) \right), \end{aligned} \tag{9}$$

где  $\left\{ f_{\eta_1 r_2}^{(k, \ell_k)} \times \varphi_{n_1 n_2}^{(k, \ell_k)} \left( W_0^{(k, \ell_k)} \right) \right\}$  – базис интерполяционного разложения в  $L^2$ , определенный над  $\mathfrak{Z}^{(k, \ell_k)}$  в соответствии с [3];  $\alpha_{n_1, \eta_1}^{(k, \ell_k)[n_2][r_2]}$  – неизвестные коэффициенты данного разложения.

Для  $\varepsilon^{(k, \ell_k)}$ -адекватности (9) необходимо наложить на элементы множества невязок  $\delta \tilde{M}(\cdot)$  из (7)  $W^{(k, \ell_k)} \left( h(t), W_0^{(k, \ell_k)} \right)$  такое ограничение [3]:

$$\begin{aligned} & \max_{t, W_0^{(k, \ell_k)}} \left| \omega \left( h(t), W_0^{(k, \ell_k)} \right) \right| \leq \varepsilon^{(k, \ell_k)}, \\ & \left( h(t), W_0^{(k, \ell_k)} \right) \in \mathfrak{Z}^{(k, \ell_k)}. \end{aligned} \tag{10}$$

При выполнении (10) неизвестные коэффициенты разложения (9) находятся из следующей системы алгебраических уравнений:

$$\begin{aligned} & \sum_{n_1=0}^{N-1} \sum_{n_2=0}^{\Xi-1} \sum_{\eta_1=0}^{R-1} \sum_{r_2=0}^{Q-1} \left( \alpha_{n_1, \eta_1}^{(k, \ell_k)[n_2][r_2]} \times \right. \\ & \left. \times f_{\eta_1 r_2}^{(k, \ell_k)[q]} \left( h(t_{\eta_1}) \right) \times \varphi_{n_1 n_2}^{(k, \ell_k)[\xi]} \left( W_{0, n}^{(k, \ell_k)} \right) \right) = \\ & = W_{n_1 \eta_1}^{(k, \ell_k)[q][\xi]}. \end{aligned} \tag{11}$$

Использование полиномов Эрмита после несложных преобразований (9) и (11) приводит к следующей модели трафика данной категории:

$$\begin{aligned} & \tilde{W}^{(k, \ell_k)} \left( h(t), W_0^{(k, \ell_k)} \right) = \\ & = \sum_{n_1=0}^{N-1} \sum_{n_2=0}^{\Xi-1} \sum_{\eta_1=0}^{R-1} \sum_{r_2=0}^{Q-1} \left( W_{n_1 \eta_1}^{(k, \ell_k)} \cdot H_{n_1 n_2} \left( W_0^{(k, \ell_k)} \right) \times \right. \\ & \left. \times W_{n_1 \eta_1}^{(k, \ell_k)} \cdot H_{n_1 n_2} \left( W_0^{(k, \ell_k)} \right) \right) = \\ & = \sum_{n_1=0}^{N-1} \sum_{n_2=0}^{\Xi-1} \sum_{\eta_1=0}^{R-1} \sum_{r_2=0}^{Q-1} \left( \frac{1}{n_1! \eta_1! q! \xi!} W_{n_1 \eta_1}^{(k, \ell_k)[q][\xi]} \times \right. \\ & \left. \times \left( \frac{\left( W_0^{(k, \ell_k)} - W_{0, n_1}^{(k, \ell_k)} \right)^\Xi}{S_{N-1} \left( W_0^{(k, \ell_k)} \right)} \right)^{\xi_1} \right) \times \\ & \left. \right|_{W_0^{(k, \ell_k)} = W_{0, n_1}^{(k, \ell_k)}} \end{aligned} \tag{12}$$



$$\times \frac{\aleph_{N-1}(W_0^{(k, \ell_k)})}{(W_0^{(k, \ell_k)} - W_{0, n_1}^{(k, \ell_k)})^{\Xi - n_2 - \xi_1}} \times \frac{\aleph_{R-1}(h(t))}{(h(t) - h(t_{r_1}))^{Q - r_2 - \xi_2}} \times \left. \left( \frac{(h(t) - h(t_{r_1}))^Q}{\aleph_{R-1}(h(t))} \right)^{\xi_2} \right|_{h(t)=h(t_{r_1})},$$

где  $\aleph_{N-1}(W_0^{(k, \ell_k)}) = \prod_{n_3=0}^{N-1} (W_0^{(k, \ell_k)} - W_{0, n_3}^{(k, \ell_k)})^H$ ;

$$\aleph_{R-1}(h(t)) = \prod_{r_3=0}^{R-1} (h(t) - h(t_{r_3}))^Q.$$

Исходя из (1), (10) и (12) модель агрегированного трафика БСПД можно представить следующим образом:

$$W_a(h(t)) = \sum_{k=1}^K \sum_{\ell_k=1}^{L_k} \tilde{W}^{(k, \ell_k)}(h(t), W_0^{(k, \ell_k)}), \quad (13)$$

$$\max_{k=1, \overline{K}} \max_{\ell_k=1, \overline{L_k}} \max_{t, W_0^{(k, \ell_k)}} \left| \omega(h(t), W_0^{(k, \ell_k)}) \right| \leq \varepsilon_a, \quad (14)$$

$$(h(t), W_0^{(k, \ell_k)}) \in \mathfrak{Z}^{(k, \ell_k)} \quad \forall k \in \overline{1, K}, \ell_k \in \overline{1, L_k},$$

где  $\varepsilon_a$  определяет требуемую степень адекватности агрегированного трафика.

Для выполнения условия адекватности (14) в предложенной модели (13) – (14) необходимо выбрать шаги разбиения  $\gamma$  области  $\mathfrak{Z}^{(k, \ell_k)}$  исходя из условия минимизации оценки погрешности двумерной интерполяции [7]. Проведенный анализ показал, что при небольшом количестве разрывов функции  $W^{(k, \ell_k)}(h(t), W_0^{(k, \ell_k)})$  вследствие хэндовера размерность разбиения  $\gamma$  невелика и позволяет провести краткосрочное прогнозирование поведения трафика [10].

### Выводы

В статье предложен подход к разработке модели трафика позволяющей учесть особенности трафика беспроводных сетей передачи данных в современных мультисервисных сетях связи, при реализации требования к степени адекватности реальному трафику. При этом минимум затрат сетевого ресурса коммутационного оборудования для учета события хэндовер для краткосрочного прогнозирования поведения трафика достигается при реализации двумерной интерполяционной модели.

### Список литературы

1. Крылов, В.В. Теория телетрафика и ее приложения [Текст] / В.В. Крылов, С.С. Самохвалова – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 288 с.
2. Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы [Текст] / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: Питер, 2012. – 943 с.
3. Кучук, Г.А. Управление ресурсами инфотелекоммуникаций [Текст] / Г.А. Кучук, Р.П. Гахов, А.А. Пашнев. – М.: Физматлит, 2006. – 220 с.
4. Кучук, Г.А. Моделювання трафіка мультисервісної розподіленої телекомунікаційної мережі [Текст] / Г.А. Кучук, І.Г. Кіріллов, А.А. Пашнев // Системи обробки інформації. – Х.: ХУ ПС, 2006. – Вип. 9 (58). – С. 50 – 59.
5. Куроуз, Дж. Компьютерные сети. 2-е изд [Текст] / Дж. Куроуз, К. Росс. – СПб.: Питер, 2004. – 765 с.
6. Manner, J. Mobility Related Terminology [Текст] / J. Manner, M. Kojo. – Network Working Group, RFC 3753. 2004. – 234 p.

7. Булычев, Ю.Г. Синтез математических моделей динамических систем по экспериментальным данным. Деп. рук. № 2745-В97 [Текст] / Ю.Г. Булычев, А.А. Манин. – М.: ВИНТИ, 1997. – 24 с.

8. Cheng, C.S., Thomas J.A. Effective bandwidth in high-speed digital networks [Text] / C.S.Cheng, J.A. Thomas // IEEE journal on selected Areas in Communications. – 1995. – V. 13. – P. 1091 – 1100.

9. Булычев, Ю.Г. Численно-аналитическое интегрирование дифуравнений с использованием обобщенной интерполяции [Текст] / Ю.Г. Булычев // ЖВМ и МФ. – 1994. – Т. 34, № 4. – С. 520 – 532.

10. Применение алгоритма фиксированной маршрутизации для минимизации среднего времени задержки в сети. В.М. Буторин, А.В. Полянский, Е.В. Павлова // «Научные ведомости БелГУ» № 1 (144) 2013 Выпуск 25/1 с. 164-172.

## MODELLING OF THE WIRELESS NETWORK TRAFFIC

**R.P. GAKHOV**  
**N.G. KUCHUK**

*<sup>1)</sup> Belgorod National Research University*

*<sup>2)</sup> V. N. Karazin Kharkiv National University*

*e-mail:  
Gahov@bsu.edu.ru  
kuchuk56@mail.ru*

Going is considered near development of model of the traffic, based on information of the statistical monitoring of incoming informative streams and allowing to take into account the features of wireless network traffic in modern multiservice communication networks. The conducted analysis of existent models rotined that a minimum of expenses of network resource of interconnect equipment at the account of mobility of knots of off-wire network (handover) for short-term prognostication of conduct of traffic on the basis of results of the statistical monitoring of informative streams, subject agregation, arrived at during realization of interpolation model. In the process of synthesis of model realized requirement to the degree of its adequacy to the real traffic.

Key words: wireless network, traffic, multiservice network, interconnect equipment, handover.



## ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ И СЖАТИЯ ТЕКСТА

**В.В. ЕФРЕМОВ**  
**И.Н. ЕФРЕМОВА**  
**В.В. СЕРЕБРОВСКИЙ**  
**А.А. ЧЕРЕПАНОВ**

*Юго-Западный  
государственный  
университет*

*e-mail:  
kafedra-ipm@mail.ru  
Cha84@mail.ru*

Рассматривается использование производственного направления обработки изображения для задач сжатия символьной информации и методика для оценки корректности таких систем производств, повышающий безопасность вычислительных систем для исследуемой проблематики.

Ключевые слова: обработка символьной информации, сжатие информации, системы производств.

В настоящее время методы технической обработки изображения, находят все большее применение в задачах народного хозяйства. Среди типичных задач обработки изображения особо стоит выделить распознавание текста. Распознавание текста широко используется для конвертации книг и документов в электронный вид, для автоматизации систем учёта в бизнесе или для публикации текста на веб-странице. Распознавание позволяет редактировать текст, осуществлять поиск слова или фразы, хранить его в более компактной форме, демонстрировать или распечатывать материал, не теряя качества, анализировать информацию, а также применять к тексту электронный перевод, форматирование или преобразование в речь.

На сегодняшний момент во многих задачах обработки символьной информации эффективно применяется производственный подход [1]. Указанный подход может найти важное применение в проблеме сжатия символьной информации, которая занимает важное место среди задач обработки символов. В связи с этим, известные способы сопоставления с множеством эталонных объектов, например приведенных в источнике [2], при проверке соответствия условиям параллельных производственных систем не учитывают особенности задачи сжатия [3]. Предлагается применять производственную систему для сжатия, задавая аналогично множественному поисковому запросу –  $m$  образцов, и одновременно для адаптивного сжатия определяя  $m$  соответствующих им модификаторов. Такая методология повысит результативность сжатия символьной информации, например, при применении на производственных машинах.

Анализ достоверности системы производств для сжатия имеет свои особенности, связанные со следующими условиями корректности.

Система производств обеспечивает полную модификацию.

Каждый символ входного слова модифицируется не более одного раза.

Допустим существует служебный алфавит  $A^*$ , каждому символу которого приведено в соответствие последовательность символов (в искомую последовательность может входить даже один единственный символ), в обрабатываемом алфавите  $A$ , который состоит из анализируемых символов, можно вставить любое слово.

Определение. Систему производств будем считать нормальной, если antecedentes однозначно соответствуют символам алфавита  $A^*$ .

Теорема 1. Система производств выполнит полную модификацию только тогда, когда она будет нормальной.

Доказательство. Допустим образцы не составляют нормальный класс и существует символ  $\xi$  отличный от пустого слова  $\Lambda$ , принадлежащий алфавиту  $A^*$  и графически не равный ни одному образцу  $S^i$ , где  $i=(1..n)$ ,  $n$  – количество образцов.. Допустим слово  $S_1 = S^1 \xi S^2$ . Тогда аннуляция вхождений образцов  $S^i \rightarrow \wedge$  приведет к слову  $S_1 = \xi$ .



Модификация по определению будет полной тогда, когда  $\xi = \wedge$  или существует образец графически равный  $\xi$ . Оба условия противоречат условиям теоремы. Теорема доказана.

Рассмотрим все возможные варианты пересечения образцов, приводящие к двукратному нахождению вхождения символов слова.

1.  $S2^i = S2^j R2$  (вхождение слева),

2.  $S2^i = R1 S2^j$  (вхождение справа),

3.  $S2^i = R1 S2^j R2$  (вхождение по центру),

4.  $S2^{ik} = S2^{jH}$  (пересечение), где  $R1, R2$  – произвольные слова в алфавите  $A$ ;

$S2^{ik}, S2^{jH}$  – соответственно, конечный и начальный фрагмент слов  $S2^i$  и  $S2^j$ .

Варианты 1, 3 и 4 вызывают неправильную модификацию при параллельном выполнении рассматриваемой системы продукций с ее спецификой в связи с тем, что графическое равенство фрагментов входного слова вхождению образцов друг в друга или их пересечению, приведет к двукратной модификации. Вариант 2 отличается тем, что конечные позиции вхождения образцов будут одинаковы. В этом случае для обеспечения корректности нужно ввести разные уровни приоритетов для образцов – высший  $\{i\}$  для более длинного  $S2^i$ , согласно которым срабатывает продукция с более высоким приоритетом  $\{i\} > \{j\}$ .

Теорема 2. Система продукций является неправильной для параллельного выполнения и однонаправленного потока данных, когда верно условие:

$$\begin{aligned} & (S2^i = S2^j R2) \vee \\ & \vee (S2^i = R1 S2^j R2) \vee \\ & \vee (S2^{ik} = S2^{jH}) \vee \\ & \vee [(S2^i = R1 S2^j) \& (\{i\} \leq \{j\})] = 1 \end{aligned}$$

Доказательство. Предположим, что верным является первый член дизъюнкции 1 и система является корректной, т.е. каждый символ модифицируется только один раз. Предположим, что слово  $S1 = S2^j R2$ . Для слова  $S1$  будет детектировано вхождение образов  $S2^j$  и  $S2^i$  и фрагмент слова  $S2^j$  причислен к обоим из них, т.е. будет модифицирован дважды, что противоречит условию корректности 2.

Предположим, что верным является второй член дизъюнкции 1 и система является корректной. Предположим, что слово  $S1 = R1 S2^j R2$ . Для слова  $S1$  будет детектировано вхождение образов  $S2^j$  и  $S2^i$ , а участок слова  $S2^j$  причислен к обоим из них, т.е. будет модифицирован дважды, что противоречит условию корректности 2.

Предположим, что  $S2^i = R1 \xi$ ,  $S2^j = \xi R2$  (верным является третий член дизъюнкции 1) и система является корректной. Предположим, что слово  $S1 = R1 \xi R2$ . Для слова  $S1$  будет детектировано вхождение образов  $S2^j$  и  $S2^i$ , а участок слова  $S2$  соответствует обоим, т.е. будет модифицирован дважды, что противоречит условию корректности 2.

Предположим, что верным является четвертый член дизъюнкции 1 и система является корректной. Допустим слово  $S1 = R1 S2^j$ . Для слова  $S1$  будет зафиксировано вхождение образов  $S2^j$  и  $S2^i$  и фрагмент слова  $S2^j$  соотнесен к обоим из них. Если  $\{i\} = \{j\}$  фрагмент будет модифицирован дважды, что противоречит условию корректности 2. Если  $\{i\} < \{j\}$ , фрагмент слова  $R1$  не будет модифицирован, что противоречит условию корректности 1. Теорема доказана.

Рассмотрение всех возможных вариантов пересечения образцов является основанием для следующего высказывания.

Следствие теоремы 2. Если условие 1 не выполняется, параллельная система продукций модифицирует каждый символ входного слова не более одного раза.



Таким образом, система продукций, удовлетворяющая условию теоремы 1 и условию следствия теоремы 2, является корректной для процедуры сжатия, а сами теоремы являются инструментальным базисом для проверки корректности систем продукций для сжатия символьной информации.

#### Список литературы

1. Довгаль В.М. Методы модификации формальных систем обработки символьной информации. Курск, 1996. 115 с.
2. Керекеша В.В. Ассоциативные устройства для реализации систем продукций: автореф. ... дис. канд. техн. наук. Курск, 1995.
3. Е.Г. Жилияков. Об эффективности алгоритма субполосного выделения контуров на изображении Е.Г. Жилияков, А.А. Черноморец, В.А. Голощапова, А.Н. Заливин // Научные ведомости Белгородского государственного университета № 15 (158) 2013, Выпуск 27/1. С.128-134.

### INFORMATION SYSTEMS OF PROCESSING AND TEXT COMPRESSION

**V.V. EFREMOV**  
**I.N. EFREMOVA**  
**V.V. SEREBROVSKY**  
**A.A. CHEREPANOV**

*Southwest State University*

*e-mail:*  
*kafedra-ipm@mail.ru*  
*Cha84@mail.ru*

Use of the productional direction of processing of the image for problems of compression of symbolical information and a technique for an assessment of a correctness of such systems of the produktion, raising safety of computing systems on investigated perspectives is considered.

Key words: processing of symbolical information, compression of information, system of produktion.



**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

- Адаменко А.А.** – начальник научно-исследовательского отдела Харьковского университета Воздушных Сил, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, г. Харьков, Украина
- Аничин В.Л.** – доктор экономических наук, профессор кафедры организации и управления Белгородской государственной сельскохозяйственной академии. г. Белгород
- Баева Л.Р.** – старший преподаватель кафедры менеджмента Волжского института экономики, педагогики и права. г. Волжский
- Богачев В.Е.** – кандидат физико-математических наук, старший преподаватель кафедры естественно-научных дисциплин Белгородского университета кооперации, экономики и права. г. Белгород
- Болгова Е.В.** – аспирант кафедры прикладной математики и информатики Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Брусенская И.Н.** – магистрант 1–го года обучения кафедры прикладной математики и информатики Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Буханцева Н.В.** – кандидат педагогических наук, доцент кафедры математических методов и информатики в экономике Волгоградского государственного университета. г. Волгоград.
- Буханцов А.Д.** – кандидат технических наук, доцент кафедры информационно–телекоммуникационных систем и технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета, старший научный сотрудник. г. Белгород
- Гахов Р.П.** – кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем управления Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Гахова Н.Н.** – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной математики и информатики Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Гурьянова И.В.** – старший преподаватель кафедры прикладной математики и информатики Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Дудина И.А.** – кандидат экономических наук, доцент кафедры мировой и региональной экономики Волгоградского государственного университета. г. Волгоград



- Елфимов А.Д.** – аспирант кафедры организации и управления Белгородской государственной сельскохозяйственной академии. г. Белгород
- Ерохин О.И.** – аспирант кафедры «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» Тамбовского государственного технического университета. г. Тамбов
- Ерошенко Я.Б.** – ассистент кафедры математического и программного обеспечения информационных систем Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Ефремов В.В.** – старший преподаватель кафедры информатики и прикладной математики Юго-Западного государственного университета. г. Курск
- Ефремова И.Н.** – кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и прикладной математики Юго-Западного государственного университета г. Курск
- Жиляков Е.Г.** – доктор технических наук, профессор, почётный работник высшего профессионального образования РФ, заведующий кафедрой информационно-телекоммуникационных систем и технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета, руководитель УНИК «Информационно-коммуникационные системы и технологии» Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Жихарев А.Г.** – ассистент кафедры информационных систем управления Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Зайцева Н.О.** – ассистент кафедры прикладной математики и информатики Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Зуев И.В.** – аспирант ОАО Научно-исследовательский институт вычислительных комплексов им. М.А. Карцева г. Москва
- Камышанченко А.М.** – аспирант Белгородского государственного национального исследовательского университета, магистрант Бременского университета. г. Белгород
- Камышанченко Е.Н.** – доктор педагогических наук, заведующая кафедрой мировой экономики Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Кириченко И.К.** – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой информатики и компьютерных технологий Украинской инженерно-педагогической академии. г. Харьков, Украина

- 
- Коваленко А.Н.** – аспирант кафедры прикладной математики и информатики Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Кондрашова Т.В.** – ассистент кафедры информационных систем управления Белгородского государственного национального исследовательского университета г. Белгород
- Кучук Н.Г.** – преподаватель Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина, г. Харьков, Украина
- Лисецкий Ф.Н.** – доктор географических наук, профессор, директор Федерально-регионального центра аэрокосмического и наземного мониторинга объектов и природных ресурсов НИУ «БелГУ». г. Белгород.
- Лифиренко М.В.** – аспирант кафедры информационного менеджмента Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород.
- Ломакин В.В.** – кандидат технических наук, профессор кафедры информационного менеджмента Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород.
- Лысенко Д.Э.** – кандидат технических наук, доцент кафедры менеджмента Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». г. Харьков, Украина
- Лысых К.В.** – магистрант 2-го года обучения кафедры математического и программного обеспечения информационных систем Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Майстренко А.В.** – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» Тамбовского государственного технического университета. г. Тамбов
- Майстренко Н.В.** – кандидат технических наук, доцент кафедры «Системы автоматизированной поддержки принятия решений» Тамбовского государственного технического университета. г. Тамбов
- Маликов С.Н.** – кандидат технических наук, доцент, заместитель генерального директора по научно-конструкторской работе. г. Москва
- Маматов Е.М.** – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной математики и информатики Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Маматова О.П.** – магистрант 1-го года обучения кафедры прикладной математики и информатики Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород



- Маторин С.И.** – доктор технических наук, профессор кафедры прикладной математики и информатики Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Никулина Е.В.** – кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой экономики и статистики Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород.
- Полухин О.Н.** – доктор политических наук, профессор кафедры социальных технологий, ректор Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород.
- Поляков Г.А.** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры математического и программного обеспечения информационных систем факультета информационных технологий и прикладной математики Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Семибратский М.В.** – аспирант, ассистент кафедры менеджмента организации Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Серебровский В.В.** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информатики и прикладной математики Юго-Западного государственного университета г. Курск
- Соболев А.В.** – аспирант кафедры менеджмента организации Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Волгоград
- Соловьева Л.В.** – доктор экономических наук, профессор кафедры гуманитарных и социально-экономических наук Белгородского университета кооперации, экономики и права. г. Белгород
- Степанов В.А.** – заведующий лабораторией ФГБОУ ВПО Удмурдский государственный университет». г. Ижевск
- Ткаченко Е.В.** – ассистент кафедры прикладной математики и информатики Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Толстолужская Е.Г.** – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, докторант факультета компьютерных наук Харьковского национального университете им. В. Н. Каразина. г. Харьков, Украина
- Толстолужский Д.А.** – научный сотрудник кафедры ядерной и медицинской физики Харьковского национального университете им. В. Н. Каразина, г. Харьков, Украина
- Томакова Р.А.** – кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет» г. Курск
- Тубольцев М.Ф.** – кандидат технических наук, доцент кафедры математического и программного обеспечения



- информационных систем Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Тубольцева О.М.** – аспирант кафедры прикладной математики и информатики Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Филист С.А.** – доктор технических наук, профессор кафедры биомедицинской инженерии Юго-Западного государственного университета. г. Курск
- Фурцев Д.Г.** – аспирант кафедры прикладной математики и информатики Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Халимов Г.З.** – доктор технических наук, профессор кафедры безопасности информационных технологий Харьковского национального университета радиоэлектроники. г. Харьков, Украина
- Халимов О.Г.** – соискатель кафедры безопасности информационных технологий Харьковского национального университета радиоэлектроники. г. Харьков, Украина
- Чеканов Н.А.** – доктор физико-математических наук, профессор кафедры компьютерно-информационных технологий в деятельности ОВД. г. Белгород
- Чеканова Н.Н.** – кандидат физико-математических наук, старший преподаватель кафедры высшей и прикладной математики Украинской инженерно-педагогической академии. г. Харьков, Украина
- Черепанов А.А.** – кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и прикладной математики Юго-Западного государственного университета. г. Курск
- Черноморец А.А.** – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой прикладной математики и информатики Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Чугунова Н.В.** – кандидат географических наук, доцент кафедры природопользования и земельного кадастра Белгородского государственного национального исследовательского университета. г. Белгород
- Чудинов С. М** – доктор технических наук, профессор, заместитель генерального директора по научной работе г. Москва
- Шаталова О.В.** – кандидат технических наук, доцент кафедры биомедицинской инженерии Юго-Западного государственного университета. г. Курск
- Щербинина Н.В.** – старший преподаватель кафедры прикладной математики и информатики Белгородского государственного национального исследовательского университета, старший научный сотрудник г. Белгород



## 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:

- 1) УДК научной статьи;
  - 2) аннотация статьи (не более 1200 знаков);
  - 3) ключевые слова;
  - 4) сведения об авторах (Ф.И.О., должность с указанием места работы (без сокращений), ученая степень, ученое звание, почтовый адрес, адрес электронной почты (если имеется), контактные телефоны);
  - 5) внешняя рецензия доктора наук (для аспирантов и кандидатов наук);
  - 6) текст статьи;
  - 7) ссылки.
- } на русском и английском языках  
} на русском языке

#### Технические требования к оформлению текста статьи

1. Текст набирается в Microsoft Word 2000/2003. Лист – А4, портретный.
2. Поля:
  - правое – 1,5 см;
  - левое – 3,0 см;
  - нижнее – 2,0 см;
  - верхнее – 2,0 см.
3. Шрифт:
  - гарнитура: текст – **Georgia**; УДК, название, Ф.И.О. автора – **Impact**;
  - размер: в тексте – **11 пт**; в таблице – **9 пт**; в названии – **14 пт**.
4. Абзац:
  - отступ 1,25 мм, выравнивание – по ширине;
  - межстрочный интервал – одинарный.



5. Ссылки постраничные:

- номер ссылки размещается перед знаком препинания (перед запятой, точкой);
- нумерация – автоматическая, сквозная;
- текст сноски внизу каждой страницы;
- размер шрифта – **9 пт.**

6. Объем статей: до **8 страниц (Georgia, 11 пт)**.

7. Формулы набираются в «Редакторе формул» Word, допускается оформление формул только в одну строку, не принимаются формулы, выполненные в виде рисунков, формулы отделяются от текста пустой строкой.

8. Требования к оформлению статей, таблиц, рисунков приведены в прил. 1, 2, 3.



## Приложение 1. Оформление статьи

УДК 65.01

## КЛЮЧЕВЫЕ ВЫЗОВЫ РАЗВИТИЮ РЕГИОНА В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛИЗАЦИИ РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ

**А. В. ИВАНОВ<sup>1</sup>****Л. Н. ПЕТРОВ<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup> *Департамент  
экономического развития  
Белгородской области*

<sup>2)</sup> *Белгородский государст-  
венный национальный  
исследовательский  
университет*

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

При выборе пути инновационного развития необходимо учитывать возможные риски и ограничения социально-экономического развития, продуцированные перспективами постепенного вступления России в единое мировое экономическое пространство. В работе рассмотрены ключевые вызовы развитию России и регионов на долгосрочную перспективу.

Ключевые слова: глобализация, вызовы развитию, риски и ограничения социально-экономического развития, региональная политика.

В последние годы в российском обществе обозначился явный дефицит долгосрочного (на 10-15 и более лет) видения перспектив развития национальной экономики<sup>1</sup>.

## KEY CHALLENGES TO REGION DEVELOPMENT IN CONDITIONS OF GLOBALIZATION OF THE RUSSIAN ECONOMY

**A. V. IVANOV<sup>1</sup>****L. N. PETROV<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup> *Department of Economic  
Development, Belgorod Region*

<sup>2)</sup> *Belgorod National Research  
University*

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

Choosing a way of innovative development it is necessary to take into account the risks and restrictions of socio-economic development, produced by prospects of the gradual introduction of Russia into the whole world economic space. There considered key challenges to development of Russia and its regions for the long-term prospect.

Key words: globalization, challenges to development, risks and restrictions of socio-economic development, regional policy.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Иванов А.В.**

— кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и права Белгородского государственного национального исследовательского университета

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

e-mail: dizelsnab@mail.ru, тел. 33-22-44

<sup>1</sup> Караганов С.А. XXI век и интересы России // Современная Европа. 2004. №3. С. 6; Айналов Д.В. Эллинистические основы византийского искусства. СПб., 1900. С. 2.





*Приложение 2. Оформление таблиц*

1. Каждая таблица должна быть пронумерована справа, иметь заголовок, расположенный по центру.

*Таблица 1*

**Рейтинговая оценка ЦФО за 1999-2004 гг.**

Регионы	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	В среднем за	
							1999-2001 гг.	2002-2004 гг.
РФ	1,3222	1,5091	1,3470	1,4661	1,5940	1,6954	1,3928	1,5852
ЦФО	1,5028	1,9389	1,7210	1,6149	1,6888	1,6930	1,7209	1,6656

2. Таблицы не должны выходить за границы полей страницы слева и справа.

*Таблица 1*

**Рейтинговая оценка ЦФО за 1999-2004 гг.**

Регионы	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	В среднем за	
							1999-2001 гг.	2002-2004 гг.
РФ	1,3222	1,5091	1,3470	1,4661	1,5940	1,6954	1,3928	1,5852
ЦФО	1,5028	1,9389	1,7210	1,6149	1,6888	1,6930	1,7209	1,6656

3. Если таблица располагается на двух страницах, ее столбцы должны быть пронумерованы на каждой новой странице, так же, как на первой.

*Таблица 1*

**Рейтинговая оценка ЦФО за 1999-2004 гг.**

Регионы	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	В среднем за	
							1999-2001 гг.	2002-2004 гг.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
РФ	1,3222	1,5091	1,3470	1,4661	1,5940	1,6954	1,3928	1,5852
ЦФО	1,5028	1,9389	1,7210	1,6149	1,6888	1,6930	1,7209	1,6656

Таблица, расположенная на первой странице.

*Продолжение табл. 1*

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Белгородская область	1,2620	0,4169	2,2612	1,0176	1,2012	0,6413	1,3134	0,9534
Брянская область	0,9726	0,4817	0,5612	1,8653	0,9064	1,6898	0,6718	1,4872

Таблица, расположенная на следующей странице.

### Приложение 3. Оформление графических объектов

1. Изображение каждого графического объекта должно иметь номер и заголовок, расположенные по центру рисунка.

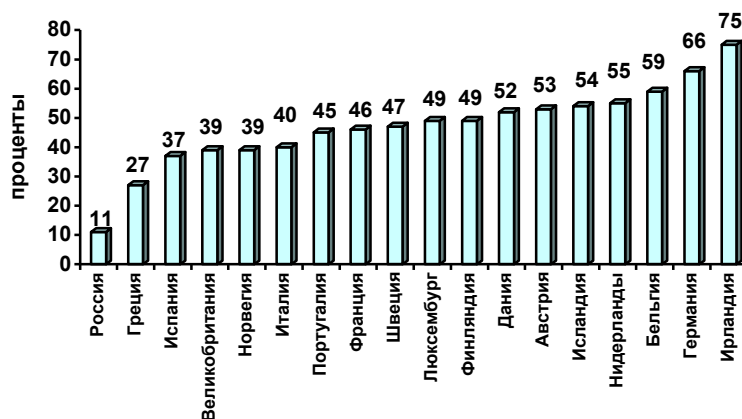


Рис. 1. Уровень инновационной активности в России, странах ЕС, Норвегии, Исландии

2. Изображение графического объекта должно быть в виде рисунка или сгруппированных объектов.

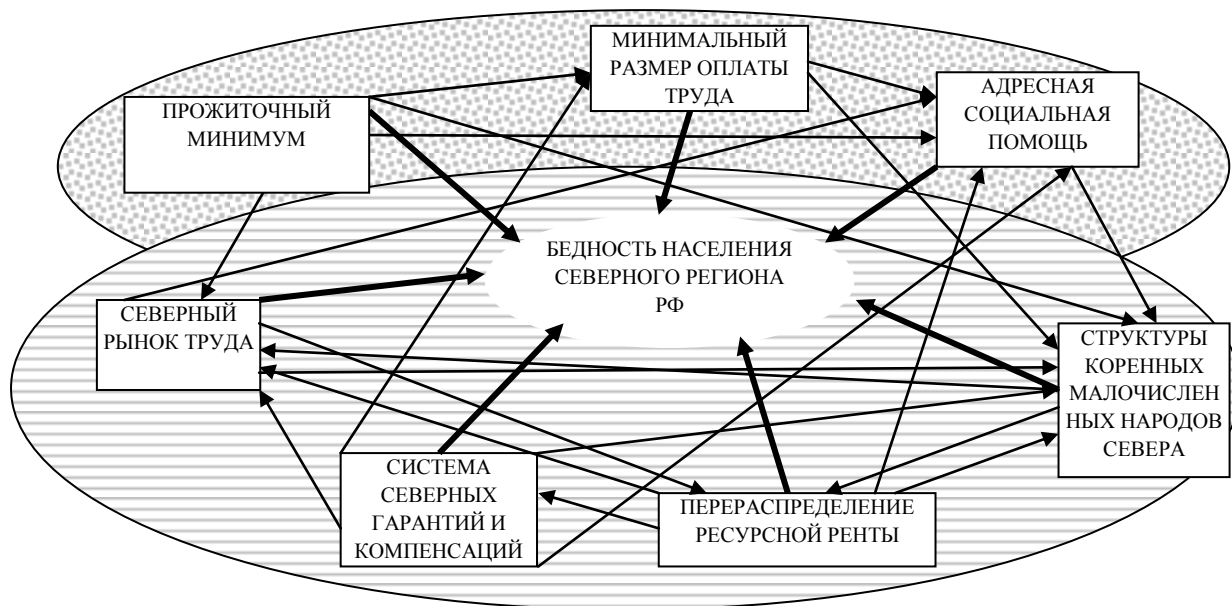


Рис. 2. Институциональная среда существования бедности населения северного региона России

3. Изображение графического объекта не должно выходить за пределы полей страницы.

4. Изображение графического объекта не должно превышать одной страницы.

За публикацию статьи в журнале «Научные ведомости Белгородского государственного университета» плата с авторов не взимается.