

№ 19(90) 2010  
Выпуск 16/1

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:**

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Белгородский государственный университет»

**Издатель:**

Белгородский государственный  
университет.  
Издательство БелГУ

Журнал зарегистрирован  
в Федеральной службе по надзору за соблюдением  
законодательства  
в сфере массовых коммуникаций  
и охраны культурного наследия  
Свидетельство о регистрации средства массовой  
информации ПИ № ФС 77-21121 от 19 мая 2005 г.

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ  
ЖУРНАЛА**

Главный редактор

**Дятченко Л.Я.**

ректор Белгородского государственного  
университета, доктор социологических наук,  
профессор

Зам. главного редактора

**Переськин А.П.**

проректор по научной работе Белгородского  
государственного университета,  
кандидат педагогических наук

Ответственные секретари

**Московкин В.М.**

доктор географических наук, профессор  
кафедры мировой экономики  
Белгородского государственного  
университета

**Боруха С.Ю.**

кандидат педагогических наук,  
доцент кафедры педагогики  
Белгородского государственного  
университета

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ  
СЕРИИ ЖУРНАЛА**

Председатель редколлегии

**Дятченко Л.Я.**

ректор Белгородского государственного  
университета, доктор социологических наук,  
профессор

Главный редактор

**Шатовалов В.А.**

доктор исторических наук, профессор  
(Белгородский государственный университет)

Заместители главного редактора

**Жиляков Е.Г.**

доктор технических наук, профессор  
(Белгородский государственный университет)

**Ломовцева О.А.**

доктор экономических наук, профессор  
(Белгородский государственный университет)

**Шатохин И.Т.**

кандидат исторических наук, доцент  
(Белгородский государственный университет)

**Шилов В.Н.**

доктор философских наук, профессор  
(Белгородский государственный университет)

## 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

Методика сценарного прогнозирования при принятии решений  
о стратегии развития региона. **И. Ю. Белецкая 5**

Управленческие инновации в сфере экологически ответственного  
природопользования в регионе. **И. В. Зимина 16**

Технология формирования регионального кластера  
масличных культур. **Е.А. Яковлева, В.В. Разгоняева 25**

Методические подходы к стратегическому планированию  
размещения масличных культур методом кластерного анализа.  
**Н.Н. Кравченко, Т.В. Савченко 31**

Межбюджетное регулирование как составляющая процесса  
регионального бюджетного планирования. **М.В. Ряскова 38**

Воспроизводство материальных активов региона: теоретический  
и прикладной аспекты **С.М. Клевцов,  
Е.В. Харченко 48**

#### ИНВЕСТИЦИИ И ИННОВАЦИИ

Инструментарий измерения экономической эффективности  
инновационного потенциала. **О.А. Ломовцева,  
С.В. Кочетков 56**

Информационная поддержка принятия управленческих  
решений при реализации инновационных проектов в области  
нанотехнологий. **В.В. Ломакин, В.М. Никитин,  
В.В. Мишунин 65**

#### ОТРАСЛЕВЫЕ РЫНКИ И РЫНОЧНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

Организационно-экономические подходы к энергосбережению  
в муниципальных организациях (на примере предприятий  
ЖКХ). **Г.С. Ферару 73**

#### РЫНОК ТРУДА И ЭКОНОМИКА ОБРАЗОВАНИЯ

Оценка факторов поведения потребителей на рынке  
образовательных услуг в маркетинговом планировании вуза.  
**С.Н. Прядко 80**

#### КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Дифференцирование сигналов по дискретным отсчетам  
на основе частотных представлений. **Е.Г. Жиляков,  
А.А. Черноморец, Н.С. Паболкова 88**

#### Ответственный секретарь

#### **Василенко В.В.**

кандидат исторических наук  
(Белгородский государственный университет)

#### Члены редколлегии

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Редактор *Т.Г. Лагутина*

Оригинал-макет *В.В. Василенко, Н.А. Гапоненко*  
e-mail: [vasilenko\\_v@bsu.edu.ru](mailto:vasilenko_v@bsu.edu.ru)

Подписано в печать 15.12.2010  
Формат 60×84/8  
Гарнитура Georgia, Impact  
Усл. п. л. 21,28.  
Тираж 1000 экз.  
Заказ 238

Подписные индексы в каталоге агентства  
«Роспечать» – 81464,  
в объединенном каталоге  
«Пресса России» – 39723

Оригинал-макет тиражирован  
в издательстве Белгородского государственного  
университета  
Адрес: 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

Обобщенный трансформационный метод и конечные  
детерминированные автоматы. **Я.Г. Великая 93**

Разработка специальных операций для задач обработки  
цифровых изображений. **Н.Г. Переход, Н.Н. Ушакова,  
В.Н. Винтаев, В.А. Лихачев 104**

### **СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА ЗНАНИЙ**

Информационная система поддержки принятия решений  
слабоструктурированных задач в кардиологии.

**В.М. Никитин, В.В. Ломакин, Д.А. Анохин,  
И.К. Кайдалова, И.И. Иванов 112**

Структурный системный анализ финансовых процессов.  
**М.Ф. Тубольцев, С.И. Маторин, О.М. Тубольцева 120**

Система «автомат-переключаемая среда» для моделирования  
долевого распределения налогов. **Е.Д. Стрельцова,  
И.В. Богомягкова, В.С. Стрельцов 127**

О новом формализованном методе представления организационных  
знаний. **С.И. Маторин, А.Г. Жихарев 133**

Об одной процедуре выбора варианта программного обеспече-  
ния для организации. **П.В. Демин, А.О. Кривошеев,  
Н.П. Путивцева 141**

Формализация УФО-элементов с помощью алгебраического  
аппарата ПИ-исчисления. **С.И. Маторин, М.В. Михелев 145**

Формирование плагинов LMS MOODLE для адаптивного  
построения структуры курса электронного обучения.

**А.Н. Живенков, О.Г. Иванова 150**

### **ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Метод расширения ключа для кодирования информации,  
передаваемой по каналу связи. **Н.И. Корсунов,  
В.В. Муромцев, А.И. Титов 157**

Метод анализа распределения энергий изображений  
по заданным частотным интервалам. **А.А. Черноморец,  
О.Н. Иванов 161**

О вычислении дисперсии выходной разности случайных  
сигналов при нелинейности амплитудно-фазовой  
характеристики фазометра. **Н.Г. Переход 167**

О распараллеливании вычислений в задаче автоматической  
классификации объектов на космофотоснимках.

**А.А. Барсуки 171**

**Сведения об авторах 176**

**Информация для авторов 179**

№ 19(90) 2010  
Issue 16/1

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:**

State educational establishment of higher professional education  
«Belgorod State University»

**Publisher:**

Belgorod State University  
BSU Publishing house

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

**L.J. Djatchenko**

Rector of Belgorod State University, doctor of sociological sciences, professor

Deputy editor-in-chief

**A.P. Peresykin**

Vice-rector for scientific research of Belgorod State University, candidate of pedagogical sciences

Assistant Editors

**V.M. Moskovkin**

Doctor of geographical sciences, professor of world economy department Belgorod State University

**S.Yu. Borukha**

Candidate of pedagogical sciences, Associate professor of Pedagogics department of Belgorod State University

**Editorial board of journal series**

Chairman of editorial series

**L.J. Djatchenko**

Rector of Belgorod State University, doctor of sociological sciences, professor

Editor-in-chief

**V.A. Shapovalov**

Doctor of historical sciences, Professor (Belgorod State University)

Deputies of editor-in-chief

**E.G. Zhilyakov**

Doctor of technical sciences, Professor (Belgorod State University)

**O.A. Lomovtseva**

Doctor of economical sciences, Professor (Belgorod State University)

**I.T. Shatohin**

Candidate of historical sciences, Associate professor (Belgorod State University)

**V.N. Shilov**

Doctor of philosophical sciences, Professor (Belgorod State 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**

Procedure script of forecasting at decision-making about strategy of progress of region. **I. Y. Beletskaya 5**

Administrative innovations in the sphere of ecologically responsible management of nature in the region. **I.V. Zimina 16**

Technology formation of regional clusters oilseeds.

**E.A. Yakovleva, V.V. Razgonyayeva 25**

Methodical approaches to strategic planning of oil-yielding crops placing by means of cluster analysis. **H.H. Kravchenko, T.V. Savchenko 31**

Interbudgetary regulation as a component of process of regional budgetary planning. **M.V. Ryaskova 38**

Reproduction of material actives of region: theoretical and applied aspect. **S.M. Klevtsov, E.V. Harchenko 48**

**INVESTMENT AND INNOVATIONS**

Investment and innovations set of instruments of innovative theory and economy of innovation. **O. A. Lomovtseva, S. V. Kochetkov 56**

Information support of management decisions in innovative projects for nanotechnology. **V.V. Lomakin, V.M. Nikitin, V.V. Mishunin 65**

**SECTORAL MARKETS AND MARKET INFRASTRUCTURE**

Organizational and economic approaches to energy conservation in municipal organizations (illustrated by the example of housing and communal services agencies). **G.S. Feraru 73**

**LABOUR MARKET AND ECONOMICS OF EDUCATION**

Estimation of consumers behaviour factors in the educational services market in marketing planning of high school.

**S.N. Priadko 80**

**COMPUTER SIMULATION HISTORY**

Differentiation of signals on discrete readout on the basis of frequency representations. **E.G. Zhilyakov, A.A. Chernomorets, N.S. Pabolkova 88**

The generalized transformational method and finite deterministic automata. **Y.G. Velikaya 93**

Development of special operations for the problem of processing digital images. **N.G. Perekhod, N.N. Ushakova, V.N. Vintaev, V.A. Likhachev 104**

Editorial assistant

**V.V. Vasilenko**

Candidate of historical sciences  
(Belgorod State 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 State University)

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

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

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

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

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

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

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

**N.I. Korsunov**, Honoured Science Worker  
of Russian Federation, Doctor of technical  
sciences, Professor (Belgorod State Technological  
University named after V.G. Shuhov)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Editor *T.G. Lagutina*

Dummy layout by *V.V. Vasilenko*,

*N.A. Gaponenko*

e-mail: *vasilenko\_v@bsu.edu.ru*

Passed for printing 15.12.2010

Format 60×84/8

Typeface Georgia, Impact

Printer's sheets 21,28

Circulation 1000 copies

Order 238

Subscription reference

in Rospechat' agency catalogue – 81464,

In joint catalogue Pressa Rossii – 39723

Dummy layout is replicated at Belgorod  
State University Publishing House

Address: 85, Pobedy str., Belgorod, Russia, 308015

## SYSTEM ANALYSIS AND PROCESSING OF KNOWLEDGE

Information decision support system of semistructured problems  
in cardiology. *V.M. Nikitin, V.V. Lomakin, D.A. Anohin,  
I.K. Kaydalova, I.I. Ivanov* 112

The structural system analysis of financial processes.  
*M.F. Tuboltsev, S.I. Matorin, O.M. Tuboltseva* 120

System “automaton-switchable medium” for simulation  
of share tax distribution. *E.D. Streltsova,  
I.V. Bogomyagkova, V.S. Streltsov* 127

About the new formalized method of representation of  
organizational knowledge. *S.I. Matorin, A.G. Zhikharev* 133

About one procedure of choice version of the software for the organiza-  
tion. *P.V. Demin, A.O. Krivosheev, N.A. Putivceva* 141

Formalization UFO-models on the basis of PI-calculation.  
*S.I. Matorin, M.V. Mikhelev* 145

Configuration of lms moodle plugins for adaptive construction  
of electronic learning course structure. *A.N. Zhivenkov,  
O.G. Ivanova* 150

## INFORMATION TECHNOLOGIES AND TELECOMMUNICATION

The computerized system of measurement of dielectric properties  
of firm bodies. *N.I. Korsunov, V.V. Muromtsev, A.I. Titov* 157

Method of analysis of image energy distribution in specified  
frequency intervals. *A.A. Chernomoretz, O.N. Ivanov* 161

Dispersion of the output phase difference of the random signals  
in nonlinearity of peak-phase characteristic of phase meter.  
*N.G. Perekhod* 167

About the parallelizing of computations in the task of automatic  
classification of objects at the satellite photos. *A.A. Barsuk* 171

**Information about Authors** 176

**Information for Authors** 179



---

# РЕГИОНАЛЬНАЯ И МУНИЦИПАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

---

УДК 336.5

## МЕТОДИКА СЦЕНАРНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ О СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

**И. Ю. БЕЛЕЦКАЯ***Белгородский  
государственный  
университет**e-mail:  
Beletskaya\_I@bsu.edu.ru*

Для разработки вариантов будущего развития регионов традиционных методов планирования уже недостаточно. Неопределенность при принятии решений слишком велика, резко возросло разнообразие и комплексность изменений внешней среды. Обычные методы планирования базируются частично или полностью на пролонгации в будущее тенденций прошлого развития. Возрастает риск недостоверности информационных источников и неопределенность при принятии решений о стратегии развития. В статье приведен алгоритм сценарного прогнозирования при принятии решений о стратегии развития региона, включающий такие значимые элементы обеспечения качества разработки, как информационные базы данных и верификация полученных результатов, в комплексе обеспечивающие, прежде всего, учет неконтролируемых факторов (ситуации риска и неопределенности).

Ключевые слова: сценарий регионального развития, стратегия развития региона, информационные базы данных, верификация, неопределенность, риск, алгоритм сценарного прогнозирования.

---

В настоящее время успешное развитие регионов в большой степени зависит от использования внутренних специфических факторов создания ценностей для глобальных рынков. Это обуславливает невозможность существования универсальной стратегии для всех регионов, так как все они имеют разный потенциал, уникальные способности к осуществлению инновационной деятельности. Несмотря на то, что в разные периоды разви-



тия экономики существовали различные стратегии развития регионов, цель их заключалась в обеспечении экономического и социального процветания населения на определенной территории [1]. Но при наличии неизменной цели путь ее достижения и факторы внешней среды существенно изменились. Возрастает риск недоверности информационных источников и неопределенность при принятии решений о стратегии развития. Задачей стратегии развития региона выступает не выявление состояния региона в определенный период времени, а определение процесса изменения состояния в пространстве и во времени. Следует отметить, что и сама стратегия трансформируется в процессе ее обработки. Формирование комплексной стратегии социально-экономического развития региона представляет сложную, неформализуемую или частично формализуемую процедуру. При нынешнем состоянии этой проблемы она может быть решена только с использованием неформализованных, эвристических процедур экспертами-разработчиками программ. Стратегические направления не поддаются дезагрегации в программные мероприятия с использованием математических или других формально-логических процедур. Целесообразность составления стратегии определена стратегическим видением потенциально возможных путей развития, необходимостью своевременно обнаруживать риски и принимать меры для минимизации ущерба. Отсюда понятны и масштабы прогнозирования в условиях усложнения задач управления, повышения неопределенности последствий исполнения решений. Прогноз позволяет вовремя выявить подобные неопределенности, учитывать в процессе разработки региональной стратегии социально-экономического развития меню вариантов или сценариев, траекторий. В этой связи наиболее приемлемым, с точки зрения теории и практики комплексного экономического прогнозирования, по мнению автора, является сценарный подход. В силу специфики развития региональной экономики, в частности, вследствие того, что она менее инерционна, чем экономика страны в целом, возникает необходимость создания единого методического обеспечения формирования документов стратегического планирования на региональном уровне.

Проведенный анализ существующих методических подходов к разработке стратегии социально-экономического развития регионов позволил установить, что в ней отсутствуют такие значимые элементы обеспечения качества разработки стратегии, как информационные базы данных и верификация полученных результатов, обеспечивающие, прежде всего, учет неконтролируемых факторов (ситуации риска и неопределенности). Это особенно важно для оценки рисков инновационных вариантов развития или вариантов, рассматриваемых в условиях динамичной внешней среды [2]. Исходя из этого, предлагается дополнить методику и включить в нее указанные элементы. При проведении обзора основных инструментов разработки сценариев мы выделили следующие этапы сценарного прогнозирования: определение целей и критериев прогноза (*постановочный этап*); структурный анализ факторов, влияющих на динамику как прогнозируемого показателя, так и с ним связанных (*априорный этап*); проработка вариантов развития региона (*этап параметризации и идентификации*). В соответствии с этим приведем алгоритм сценарного прогнозирования при принятии решений о стратегии развития региона, каждый элемент которого включает определенную последовательность действий, что наглядно представлено на рис. 1.

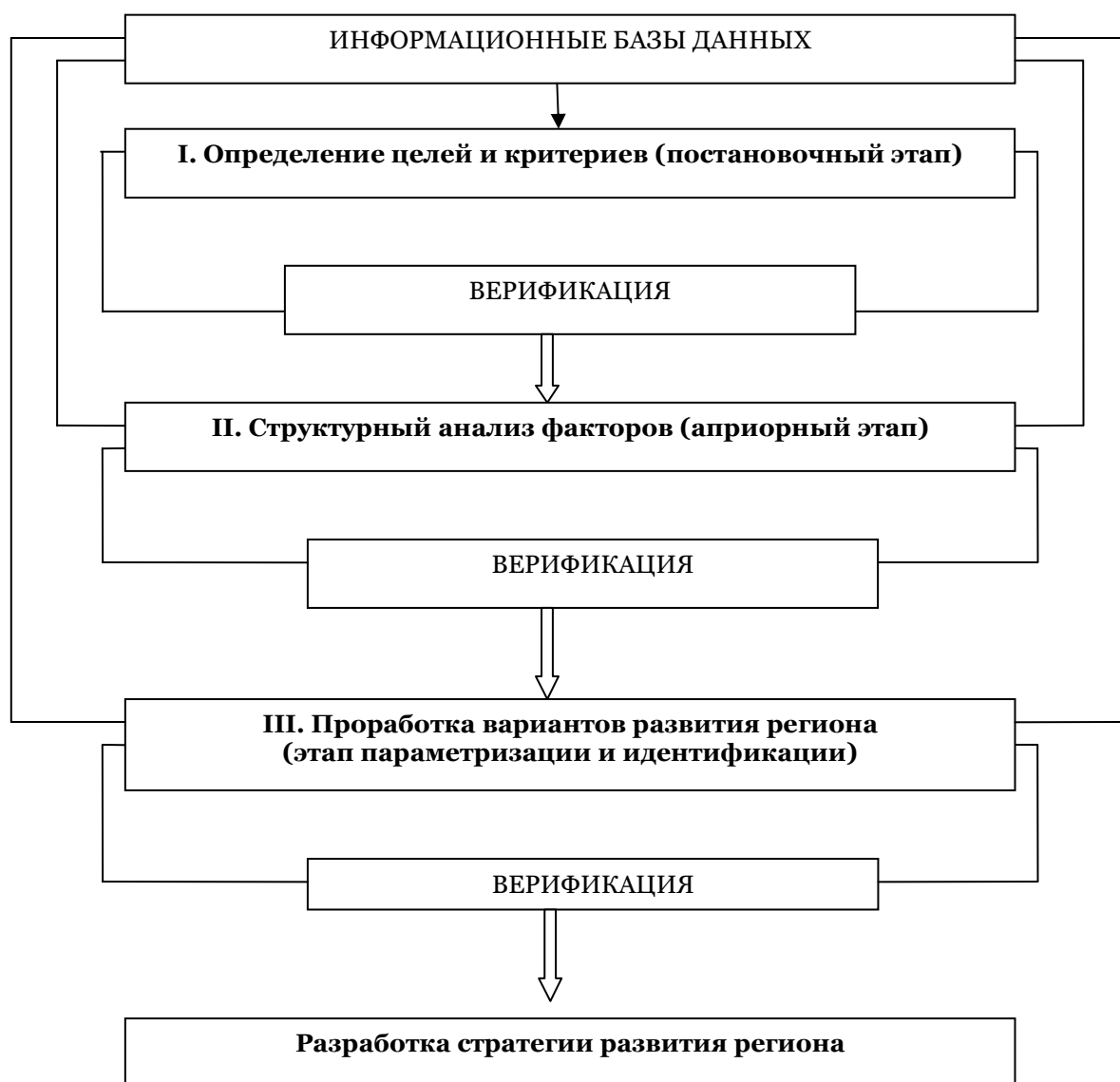


Рис 1. Алгоритм сценарного прогнозирования при принятии решений о стратегии развития региона

Рассмотрим более подробно составляющие каждого этапа алгоритма сценарного прогнозирования при принятии решений о стратегии развития региона (рис. 2, 3, 4). На первом этапе происходит определение конечных целей развития региона, набора участвующих в прогнозировании факторов и показателей, оценка их роли.

На втором этапе – анализ экономической сущности изучаемых явлений и факторов (внешних и внутренних), формирование и формализация априорной информации, относящейся к природе исходных статистических данных и случайных остаточных составляющих.



Рис 2. Постановочный этап: определение целей и критериев



Рис 3. Априорный этап: структурный анализ факторов

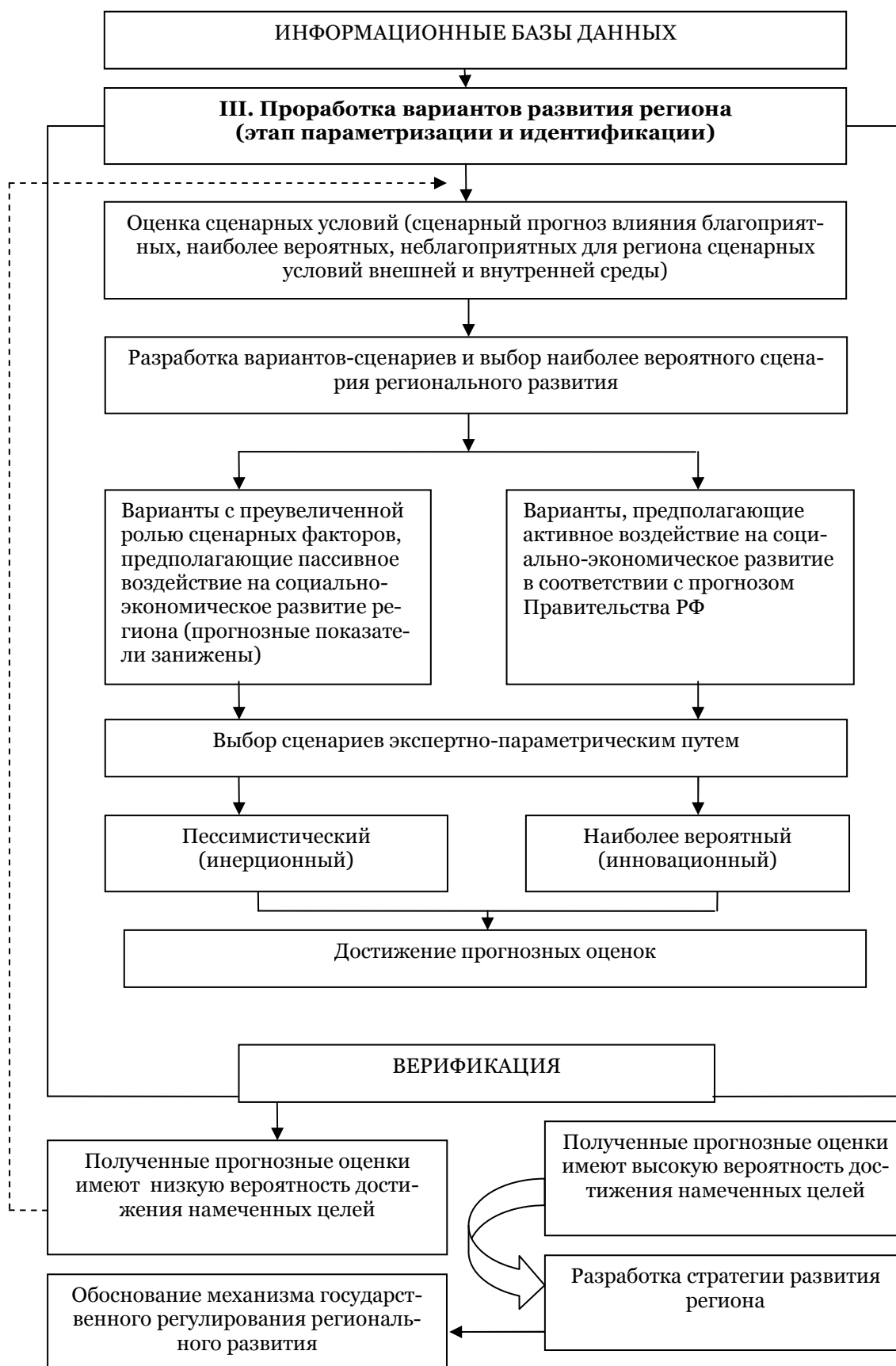


Рис 4. Этап параметризации и идентификации: проработка вариантов развития региона



На заключительном (рис. 4) этапе происходит моделирование, т.е. разработка сценариев развития региона (определение тенденций развития, выявление ожидаемых проблем и факторов развития), в том числе состава и формы входящих в них связей, анализ вариантов развития и оценивание неизвестных параметров, учитывая поставленные цели социально-экономического развития региона. Варианты сценарных условий определяются экспертами и преобразуются в соответствующие системы динамики агрегированных и частных показателей для составления вариантов – прогнозов, имеющие свою динамику социально-экономических показателей. Отбор сценариев производится с учетом реальных возможностей региона, по принципу реальной достижимости и максимального приближения к поставленным целям. В рамках выбранного сценария разрабатывается стратегия регионального развития с учетом влияния на ход развития региона наиболее вероятных сценарных условий социально-экономического развития региона.

В приведенном алгоритме нами предлагается рассмотрение двух вариантов сценариев развития региона – инерционного и инновационного, хотя в практике сценарного прогнозирования рассматривают три варианта сценариев развития – базовый, пессимистический (инерционный) и оптимистический. Но, как показывает мировой опыт, теоретически обобщенный в работах нобелевского лауреата Роберта Э. Лукаса, создавшего теорию рациональных ожиданий, оптимистический вариант практически нереален в долгосрочной перспективе [3]. Такой вывод тем более справедлив для большинства российских регионов. К тому же отказ от проработки такого условного варианта сценария позволяет сократить расходы, связанные с формированием региональной стратегии. Разработка сценариев предполагает выполнение действий, в результате которых будет максимально представлен вариант будущего состояния региона, охватывающий все стороны жизни на данной территории. Основой этому как раз и может являться формирование и использование информационной базы, которая также преследует две цели в отношении неопределенности будущих состояний системы:

- максимально возможно снизить неопределенность, т.е. максимизировать наши знания и понимание объекта прогнозирования;
- расширить представление о том, что не предопределено, а, следовательно, несет в себе некую фундаментальную неопределенность существования системы.

Понятие неопределенности является ключевым понятием методологии сценарного подхода, т. е. ситуации, когда частично или полностью отсутствует информация о структуре и возможных состояниях системы, окружающей среды, совокупности и характере взаимодействий в рамках системы, а, следовательно, и ее будущего. Способ изучения, моделирования характера влияния неопределенности на будущее состояние системы зависит от ее качества. В рамках сценарного прогноза важно различать стохастическую и нестохастическую неопределенность объекта исследования. Под стохастической неопределенностью понимается ситуация, когда известно множество возможных событий и вероятности их появления, а нестохастическая неопределенность проявляет себя через ситуацию, когда известно множество возможных событий, но не известны или не имеют смысла вероятности их появления, либо невозможно выделить множество возможных событий (отсутствует качественная определенность системы или явления) [4]. Следует также отметить существенные отличия решения в условиях неопределенности от решения, учитывающего риск [2].

1. Чаще всего в условиях риска имеется возможность получения информации о вероятностях условий реализации каждого из вариантов, а также соответствующие им показатели эффекта. Вероятность задается либо в виде функции вероятности, либо в виде дискретных значений. Приведем упрощенный пример вероятностной модели, которая позволяет оценить риск [5]. Пусть известны вероятности наступления событий  $p_1, p_2, \dots, p_m$ , для каждого события определяется значение показателя  $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_m$ , выбирается функция эффективности  $E(p_i, \Pi_i)$  или функция ущерба  $V(p_i, \Pi_i), i = \bar{1}, \bar{m}$ , соответствующая набору показателей и вероятности их появления. Для каждого из вариан-

тов сценариев развития формируется набор показателей, в соответствии с которым определяется единственное значение эффекта для наихудшего и наиболее вероятного сочетания этих показателей, а также математическое ожидание как средневзвешенное всех возможных результатов, где в качестве весов используются вероятности их достижения. Математическое ожидание показателя эффективности  $E(p_i, \Pi_i)$  определяется по формуле

$$\bar{E} = \sum_{i=1}^m p_i E_i.$$

Мерой отклонения возможного результата  $E(p_i, \Pi_i)$  от математического

ожидания служат показатели дисперсии, среднеквадратичного отклонения, коэффициент вариации и др. По этим показателям оценивается риск дополнительных убытков или упущенной выгоды. Применение вероятностных моделей дает возможность проанализировать возможные изменения состояния системы, оценить диапазон изменения показателей эффективности, сравнить разные системы между собой и выбрать наилучшую по значению эффекта и степени риска. Однако при использовании вероятностных моделей возникают следующие проблемы [6]:

- отсутствие статистической базы для определения законов распределения случайных событий;
- определение достоверности имеющейся информации для использования ее при нахождении вероятностей событий;
- определение методов обработки имеющейся информации (статистические, экспертные и т.д.).

Поэтому методы решения, основанные на определении эффективности или ущерба в условиях риска, не всегда применимы.

2. В условиях неопределенности задается множество значений эффекта, каждое из которых соответствует определенному сочетанию вариантов развития и внешних условий. Не зная вероятностей воздействия неконтролируемых факторов, все же можно определить более или менее точно последствия (результат) их возникновения. При этом последствия (результат) воздействия зависят от выбранного в условиях неопределенности варианта развития. Таким образом, составляется матрица, в которой определяется эффективность (ущерб, потери), т. е. последствия совместного попарного воздействия вариантов развития и неконтролируемых факторов [7]. Неопределенность имеет место, если невозможно даже приблизительно определить вероятность наступления каждого возможного результата. Выбор варианта (сценария) развития может быть осуществлен на основе следующих критериев (принципов): оптимизма, пессимизма, гарантированного результата, гарантированных потерь. В условиях неопределенности постановка задачи может выглядеть следующим образом: имеется множество альтернатив (сценариев)

$X = \{x_i\}$  – управляемых факторов, где  $i = \overline{1, n}$  [8]. В качестве множества  $X$  могут выступать следующие факторы: капитальные вложения, объемы производства, цены и т. д. Определяется множество неконтролируемых (неуправляемых) факторов  $Y = \{y_j\}$ ,

$j = \overline{1, m}$ . Примером неконтролируемых факторов могут быть: цены на ресурсы, природные факторы, государственная политика и т. д. Набор неуправляемых факторов считается известным. Однако неизвестно, какой из указанных факторов (или их совокупность) окажет наибольшее влияние и будет действовать на момент разработки сценария. Каждой паре соответствуют значения показателя эффективности  $E_{ij}(x_i, y_j)$  или показателя ущерба  $V_{ij}(x_i, y_j)$ . Составляется матрица эффективности  $||E_{ij}(x_i, y_j)||$  или матрица ущерба  $||V_{ij}(x_i, y_j)||$  для множества вариантов развития и неконтролируемых факторов. Формируется набор принципов для принятия оптимальных решений, например: оптимизма, пессимизма, гарантированного результата, гарантированных потерь и др. Ориентируясь на значения матрицы эффективности (ущерба) и возможный выбор сценариев



развития, необходимо выбрать определенный принцип действия, рассчитанный на гарантированный результат и т. д.

Исходя из выше приведенного, можно сказать, что количество информации характеризует достаточность сведений, необходимых для принятия определенного решения. Соответственно, данный аспект информации характеризует риск с точки зрения достаточности для его оценки. Если анализ имеющейся информации не позволяет определиться с наиболее вероятным исходом, то это свидетельствует о сохранении высокой степени риска, источником которого в данном случае выступает качественный аспект информации. Новые сведения несут в себе некую долю информации, способствующую снижению неопределенности. Чем больше информации, тем лучше представляются возможные последствия принятого решения, тем лучше можно спрогнозировать будущее. Вычисление количества информации и ее сравнение с информацией, характеризующей полную неопределенность, позволяет определить, достаточно ли знаний для принятия решения или нет, а также выявить ту область, которая является источником риска. Величину количества информации можно вычислить по следующей формуле (1):

$$R = -\sum V(x_i) * \log V(x_i), \quad (1)$$

где  $R$  – величина неопределенности или риска;

$V(x_i)$  – вероятность  $i$ -го исхода.

Конечно, чем больше источников информации, чем они насыщеннее, тем меньше количественный аспект риска. И наоборот, чем меньше источников информации, тем выше количественная неопределенность и тем выше количественный аспект риска. Еще одним аспектом информации является смысловой аспект. В данном случае неопределенность информации возникает при ее интерпретации и является источником другого аспекта риска, который можно обозначить как смысловой. Источником смыслового риска может выступать неоднозначность интерпретируемой информации, как, например, нечеткое понимание значения используемых цифр, терминов и т. д. В результате, вместо оценки реально складывающейся ситуации часто прибегают к использованию умозаключений по аналогии, предположений и других вероятностных выводов, которые широко распространены в повседневной практике. Но наиболее сложным аспектом информации можно назвать ценностный аспект, характеризующий ее с точки зрения значимости, роли в уменьшении неопределенности конкретной ситуации. Информация становится ценностной тогда, когда она способствует решению поставленной задачи. Данный аспект информации связан с отбором сведений согласно выбранной цели и правильной ее формулировки. Таким образом, можно сформулировать основные требования, предъявляемые к используемой информационной базе:

- достоверность количественных характеристик используемых показателей;
- комплексность предоставляемой информации, подразумевающая достаточно полные характеристики основных сфер экономики;
- системность предоставляемой информации, предполагающая возможность взаимной увязки показателей различных информационных блоков и уровней между собой;
- сопоставимость, т. е. непротиворечивость количественных характеристик различных индикаторов между собой.

Предлагаемый в исследовании алгоритм предполагает также детальное исследование видов и источников возникновения неопределенности. Это позволяет очертить область приложения сценарного подхода и выявить особенности его применения в различных ситуациях. Следует отметить, что каждый блок (этап) предложенного в исследовании алгоритма обеспечивается своей системой сбора, обработки и использования информации и соответствующим каждому этапу методом верификации.

Чтобы более детально отразить роль и значимость информации и верификации, рассмотрим содержание сценарного прогнозирования в табличной форме (таблица).





Одной из базовых проблем прогнозирования социально-экономического развития регионов является то, что прогнозы и основанные на этих прогнозах планы регионально-го развития в действительности нередко носят декларативный характер, а представленные количественные данные моделей будущего развития регионов, как правило, не подтверждаются в процессе реализации [9].

Таблица

### Содержание сценарного прогнозирования регионального развития

	Этапы	Содержание	Методы верификации
ИНФОРМАЦИОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ	1. Определение целей и критериев (постановочный этап)	Установление предмета исследования. Определение целевых показателей (индикаторов) развития региона. Ретроспективный анализ социально-экономического положения региона. Оценка предпосылок и ресурсов развития региона. Анализ современного социально-экономического положения региона. Определение проблем экономического, социального, научно-технического развития региона. Определение целей экономического, социального, научно-технического развития региона	Инверсная верификация (проверка адекватности прогнозной модели на период прогнозной ретроспекции). Консеквентная верификация (аналитическое или логическое выведение прогноза из ранее полученных прогнозов)
	2. Структурный анализ факторов, влияющих на динамику прогнозируемых показателей (априорный этап)	Отбор факторов и альтернатив (методами экспертизы, «мозговой атаки» и др.). Оценка влияния объективных факторов долговременного характера (изучение тенденций развития внешних и внутренних факторов). Определение направления и силы воздействия факторов (позитивное и негативное влияние). Изучение ограничений, сдерживающих факторов и проблем развития (решение которых приблизит к достижению поставленных целей). Определение структуры влияющих факторов на решаемую региональную проблему	Верификация экспертом. Косвенная верификация (сопоставление с результатами, полученными другими разработчиками)
	3. Проработка вариантов развития региона (этап параметризации и идентификации)	Оценка сценарных условий (сценарный прогноз влияния благоприятных, наиболее вероятных, неблагоприятных для региона сценарных условий внешней и внутренней среды). Определение и обоснование альтернатив развития. Разработка вариантов-сценариев и выбор наиболее вероятного сценария с учетом влияния противодействующих событий. Формулировка «сценария будущего» с учетом всех вновь открывающихся факторов и событий. Выбор сценариев экспертно-параметрическим путем. Достижение прогнозных оценок намеченных целей. Оценка влияния отклонений от основного замысла сценария. Проверка на комплексность, логику и непротиворечивость, устойчивость и высокую степень вероятности реализации. При получении достаточно высокой вероятности достижения намеченных целей – формулирование стратегии развития региона (перенос сценария на практическую основу). В случае получения низкой вероятности достижения намеченных целей – возврат к оценке сценарных условий	Верификация учетом ошибок (выявление и учет источников регулярных ошибок прогноза)  Прямая верификация (повторная разработка другим методом). Верификация повторным опросом (использование дополнительного опроса экспертов)

Предлагаемый алгоритм сценарного прогнозирования при принятии решений о стратегии развития региона является актуальным для современных условий функционирования регионов. Позволяет своевременно выявлять и учитывать факторы нестабильности (риски) внешней и внутренней среды региона и принимать соответствующие ре-



шения. Это достигается за счет формирования и использования информационных баз данных, обеспечивающих предоставление качественной информации при разработке стратегических направлений регионального развития, а также за счет использования такого инструмента проверки прогнозов, как верификация. Выбор метода (или группы методов) верификации при этом должен базироваться на учете свойств исследуемого процесса, т. е. степени его устойчивости, инерционности, связанности, сложности, полноты описания, эффективности принятия решения. Таким образом, для получения наилучшего эффекта в разработке прогнозных вариантов развития необходимо в комплексе использовать инструменты, методы и подходы, так как сам процесс разработки вариантов будущего развития сложный, и на каждом его этапе требуются свои приемы и способы. От наличия полной и достоверной информации во многом зависит решение проблемы повышения качества сценарных прогнозов. Достижение доступности и достоверности информации представляет собой серьезную проблему и часто приводит к необходимости вынужденного сужения круга выделяемых при разработке сценариев показателей [10].

Сценарное прогнозирование должно основываться, прежде всего, на общих прогнозах развития страны, поскольку общий сценарий развития представляет собой отдельную проблему. Прогнозы развития страны должны приниматься как внешние данные. По своей описательности сценарий является аккумулятором исходной информации, на основе которой должна строиться вся работа по развитию прогнозируемого объекта. Представление вариантов развития социально-экономических систем в сценарной форме позволяет обеспечить структуризацию неопределенностей и оценить сложность будущего, что существенно облегчает конструирование вариантов конечного образа объекта. В этой связи очевидно появление более или менее определенной базы для выстраивания ожидаемых параметров экономической динамики.

### Литература

1. Стратегия развития муниципалитета / под общ. ред. Г.В. Гутмана и А.Е. Илларионова. М.: ЮРКНИГА, 2003. – 256 с.
2. Гранатуров, В.М. Экономический риск: сущность, методы измерения, пути снижения: учеб. пособие / В.М. Гранатуров. – М.: Дело и Сервис, 1999. – 112 с.
3. Россия 2015: оптимистический сценарий / отв. ред. акад. Л.И. Абалкин; ИЭ РАН, ММВБ. – М., 1999.
4. Шибалкин, О.Ю. Проблемы и методы построения сценариев социально-экономического развития : учеб. пособие / О.Ю. Шибалкин. – М.: Наука, 1992.
5. Дубров, А.М. Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе / А.М. Дубров. – М.: 1999. – 173 с.
6. Власов, М.П. Моделирование экономических процессов / М.П. Власов, П.Д. Шимко. – Ростов н/Д.: Феникс, 2005.
7. Дубров, А.М. Многомерные статистические методы для экономистов и менеджеров / А.М. Дубров, В.С. Мхитарян. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 352 с.
8. Дуброва, Т.А. Статистические методы прогнозирования / Т.А. Дуброва. – М.: ЮНИТИ, 2003. – 206 с.
9. Скуфьина, Т. Социально-экономическое прогнозирование: проблемы науки и преподавания / Т. Скуфьина, А. Баранов // Вопросы экономики. 2005. № 3. С. 41-47.
10. Кулаков, М.Ю., Информационное и модельное обеспечение ситуационных центров органов государственной власти / М.Ю. Кулаков, Д.Л. Андрианов // Экономическая кибернетика: математические и инструментальные методы анализа, прогнозирования и управления: сб. ст. – Пермь: Перм. ун-т, 2004. – С. 7-12.



## **PROCEDURE SCRIPT OF FORECASTING AT DECISION-MAKING ABOUT STRATEGY OF PROGRESS OF REGION**

**I. Y. BELETSKAYA**

*Belgorod State University*

*e-mail:*

*Beletskaya\_I@bsu.edu.ru*

It is already not enough for development of versions of the future progress of regions of traditional methods of planning. Uncertainty at decision-making is too great, a variety and integrated approach of variations of an environment have risen sharply. Usual methods of planning are based partially or completely on prolongation in the future of tendencies of the last progress. The risk of unauthenticity of information sources and uncertainty increases at decision-making on strategy of progress.

In article the algorithm script of forecasting is resulted at decision-making on strategy of progress of the region, including such meaningful elements of maintenance of quality of development of strategy of regional progress as information databases and verification of the received results, in a complex providing, first of all the account of uncontrollable factors (a situation of risk and uncertainty).

Key words: script of regional progress, strategy of progress of region, information databases, verification, uncertainty, risk, algorithm script of forecasting.



## УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ В СФЕРЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОТВЕТСТВЕННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В РЕГИОНЕ

**И. В. ЗИМИНА**

*Сыктывкарский  
государственный  
университет*

*e-mail:  
zimina@syktsu.ru*

Инновационное развитие экономики России требует генерации и внедрения инноваций – как продуктовых и технологических, так и управленческих. Обострение проблемы исчерпания природных ресурсов требует внедрения управленческих инноваций в сфере экологически ответственного природопользования. Масштаб данных инноваций не может ограничиваться уровнем организации, что предполагает использование инструментов социального партнерства.

Ключевые слова: управленческие инновации, конкурентные преимущества, экологически ответственное природопользование, социальное партнерство.

Модернизация экономики на базе инновационного развития определена Правительством РФ как важнейшее стратегическое направление развития страны. От темпов инновационного роста зависит конкурентоспособность как отдельного предприятия, так и страны в целом и каждого ее региона. В этой связи актуальность приобретает способность различных организаций генерировать и внедрять инновации: как продуктовые и технологические, так и управленческие.

Управленческие инновации стали объектом научных исследований в конце XX века в связи с поиском механизмов формирования и сохранения устойчивых конкурентных преимуществ (на микро- и макроуровнях)<sup>1</sup> в условиях растущей ограниченности ресурсов. За последние 100 лет инновации в сфере управления, больше чем другие, позволили компаниям осуществить переход к новым принципам деятельности и повысить эффективность [8]<sup>2</sup>.

Инновации в сфере управления трактуются как отход от традиционных принципов управления, процессов и методик, значительно изменяющий принцип работы менеджеров [8], как внедрение новых практик, процессов и структур, представляющих собой значительный отрыв от текущих норм, с течением времени трансформирующих сам способ функционирования организаций [1].

Мы будем рассматривать управленческие инновации как материализованный в приросте стоимости активов и устойчивых конкурентных преимуществ организации результат, полученный от вложения интеллектуального капитала в новые принципы, методы и процессы управления.

Обострение проблемы исчерпания природных ресурсов требует внедрения управленческих инноваций в сфере экологически ответственного природопользования, причем масштаб этих инноваций не может (в силу глобального характера проблемы) ограничиваться уровнем организации. Необходимо искать новые управленческие механизмы для консолидации усилий всех субъектов хозяйственной деятельности и государства в развитии эффективного менеджмента природных ресурсов. Одним из таких механизмов является социальное партнерство.

<sup>1</sup> Это находит применение в системах сбалансированных показателей, ресурсной концепции фирмы, экологическом менеджменте и др.

<sup>2</sup> Речь идет о таких управленческих инновациях, как внедрение сборочного конвейера на заводах Ford Motor в 1913 г. (инновация в управлении производственным процессом); изобретение компаний Western Electric статистического контроля качества в 1924 году; введение мультифилиальной (дивизиональной) структуры управления General Motors и новые подходы к бренд-менеджменту компании «Procter & Gamble» в 1930-е гг.; методология «шесть сигм» Motorola-1987 г.; внедрение эффективного механизма для координации деятельности отдельных разработчиков, разбросанных по всему земному шару, компанией «Linux» (компьютерная операционная система) и др.

Особую актуальность инструменты социального партнерства приобрели в последнее время в сфере взаимодействия бизнеса с особо охраняемыми природными территориями (далее – ООПТ) РФ. Объединение всех участников и заинтересованных секторов партнерскими связями, обеспечивающими возможности для развития биосферных территорий (коими являются ООПТ), также заявлено как одно из ключевых направлений Севильской стратегии.

Понятие «социальное партнерство» (СП) имеет много трактовок среди участников социального диалога. В мировой практике существуют несколько моделей СП, отличающихся как по составу участвующих субъектов, так и по перечню решаемых ими вопросов и применяемым механизмам регулирования взаимоотношений. В самом распространенном понимании «социальное партнерство» обозначает особый тип социально-трудовых отношений, обеспечивающих устойчивое социально-экономическое развитие общества на основе равноправного, взаимовыгодного, долгосрочного и добровольного сотрудничества ассоциаций работодателей и представителей интересов работников (профессиональных союзов) [4]. В этом контексте СП рассматривается в сфере труда.

Термин «социальное партнерство» также часто рассматривается как «межсекторное социальное партнерство», обозначающее взаимодействие органов власти, неправительственных некоммерческих организаций и коммерческих структур (бизнес-сообщества), как «особый тип социально-экономических отношений между социальными группами и властными структурами, основанных на интеграции интересов различных социальных слоев и групп, разрешении возникающих между ними противоречий путем достижения согласия и взаимопонимания, отказа от конфронтации и насилия» [4]. Мы будем придерживаться данной трактовки.

В современной научно-практической литературе выделяется большое разнообразие форм СП. Сгруппируем их в модели и рассмотрим те формы и инструменты реализации СП, что могут быть применимы в отношении ООПТ (табл. 1).

Таблица 1

**Модели и формы социального партнерства**

Модели социального партнерства	Формы и методы реализации СП
1	2
<p>Совместное управление<sup>3</sup> и софинансирование</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Концессии<sup>4</sup> (в качестве примера можно привести Западный скоростной диаметр в С.-Петербурге как инфраструктурный объект) и соглашения о разделе продукции<sup>5</sup></li> <li>• Общественные слушания</li> <li>• Грантовые конкурсы и совместные программы микрокредитования дружественных природе проектов</li> <li>• Фонды местных сообществ – одна их самых быстро развивающихся форм благотворительности на низовом уровне [9]</li> <li>• Общественные советы при органах власти</li> <li>• Совместные экологические экспертизы при промышленном строительстве</li> </ul>

<sup>3</sup> Под совместным управлением имеется в виду осуществление административных функций управления – планирования, организации, координации, контроля (одной, нескольких или всех вместе взятых) по отношению к тому или иному проекту СП.

<sup>4</sup> Специфическая форма отношений между государством и частным партнером, где государство (МО) в рамках партнерских отношений, оставаясь полноправным собственником имущества, составляющего предмет концессионного соглашения, уполномочивает частного партнера выполнять в течение определенного срока оговариваемые в соглашении функции и наделяет его с этой целью соответствующими полномочиями.

<sup>5</sup> Напоминает традиционную концессию, но если в концессиях концессионеру на правах собственности принадлежит вся выпущенная продукция, то в соглашениях о разделе продукции партнеру государства принадлежит только ее часть. Условия и порядок раздела продукции между государством и инвестором определяются в специальном соглашении.



Окончание табл. 1

1	2
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Соучредительство при создании экологических фондов, ассоциаций, совместных предприятий, конкурсов</li> <li>• Совместные научно-исследовательские, просветительско-образовательные, туристические и иные проекты</li> </ul>
Компенсации	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Возмещение ущерба природе при проведении строительных и иных работ</li> </ul>
Подключение частного сектора и НКО к целевым программам государственной/муниципальной власти	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Социальный заказ (например, совместная разработка государственных стандартов и регламентов в области природоохранной деятельности)</li> <li>• Разовые или программные акции, включая участие представителей частного сектора в качестве добровольцев в природоохранных мероприятиях</li> <li>• Бесплатное предоставление для ООПТ в социально значимых целях товаров или услуг, которые производит частный сектор</li> </ul>

Можно выделить следующие подходы к организации взаимодействия организаций государственного и частного сектора на территориях отечественных ООПТ [2], чтобы понять вектор движения к формированию механизма партнерства.

1. На основе исторически сложившихся традиций взаимодействия организаций государственного и частного сектора на охраняемых территориях.

2. В контексте правового поля взаимодействия (поле отражает «прокрустово ложе» для использования ресурсов ООПТ, установленное государством; взаимодействие строится за счет необходимости соблюдения норм и получения наказаний за их нарушение).

3. С позиции согласования интересов государственного и частного сектора (интерес частного сектора – получение доходов, обеспечение условий для жизнедеятельности; интерес государственного сектора – решение конфликтов природопользования, формирование экологически ответственного бизнеса, повышение эффективности государственного управления в сфере ООПТ).

В рамках каждого из подходов сформировался свой спектр методов взаимодействия государственного и частного сектора.

С точки зрения первого подхода – это взаимодействие на основе традиционных методов и форм природопользования местного населения в ООПТ: сбор ягод и грибов, сенокосение, выпас скота и т.п.

С точки зрения второго подхода:

- взаимодействие в рамках государственного регулирования правового статуса и форм деятельности самих ООПТ;

- взаимодействие в рамках государственного регулирования видов активности хозяйствующих и иных субъектов (частного сектора) в ООПТ: мониторинг, контроль и надзор за активностями.

С точки зрения третьего подхода – это и есть собственно формы и методы социального партнерства, описанные выше.

Если стоять на позициях первого подхода к организации взаимодействия государственного и частного сектора на территориях отечественных ООПТ, то наблюдается тенденция сужения сферы традиционных форм природопользования как в связи с сужением традиционных секторов экономики, так и с негативными демографическими тенденциями конца XX – начала XXI веков, с последствиями системного кризиса экономики России переходного периода.

Взаимодействие с точки зрения второго подхода демонстрирует тенденции «подстраивания» хозяйствующих субъектов и ООПТ под непрекращающиеся государственные реформы.

Если говорить о третьем подходе, то на сегодняшний день вырисовываются следующие тенденции взаимодействия государственного и частного сектора в ООПТ:

- ООПТ пытаются интегрироваться в социально-экономическое развитие регионов через участие в разработке целевых программ (муниципальных, ведомственных, республиканских), через осуществление совместных проектов с региональными и муниципальными властями в области регулируемого туризма (сочетание природного туризма с развитием транспортной и гостиничной инфраструктуры); через участие в общественных слушаниях при принятии важных решений в области местного самоуправления (МСУ);
- для повышения значимости и статуса в глазах потенциальных партнеров по переговорам ООПТ объединяются в сети (Ассоциации и т. д.) [6];
- к природоохранной деятельности в ООПТ и на прилегающих территориях привлекаются служители культа, представляющие религиозные интересы местного населения, активизируется работа с детьми и их объединениями (детские экологические лагеря, юннатские кружки, школьные лесничества);
- активизируются процессы взаимодействия государственного и частного секторов в ООПТ в связи с созданием и развитием музеев, «визит-центров», расширением практики организации выставок и экспозиций как в ООПТ, так и за ее пределами;
- бизнес (как индивидуально, так и через свои сети) «зарабатывает» себе имя и имидж через взаимодействие с ООПТ в формате благотворительности (т. к. корпоративная социальная ответственность бизнеса становится одним из рыночных показателей успеха);
- ООПТ вбрасывают (продают) в сферу взаимодействия государственного и частного секторов высокорейтинговые экосистемные услуги (природные красоты и рекреация, сохранение культурно-этнического разнообразия, сбор дикоросов и т. д.), которые актуальны в условиях роста урбанизации и возрастающего дефицита общения человека с природой [7].

В данных тенденциях проявляется, с одной стороны, активизация процесса формирования системы социального и государственно-частного партнерства в РФ, с другой стороны – его незавершенность и бессистемность, низкая эффективность государственного и муниципального управления ООПТ, низкий уровень компетенций сотрудников самих ООПТ в области экономики и управления.

В основе указанных тенденций лежит «затянувшийся» процесс институционализации СП, объясняющийся:

- низким уровнем консолидации социальных партнеров;
- слабым использованием предоставленных законом механизмов и инструментов СП (слабой обратной связью «снизу вверх» и «сверху вниз»);
- недостаточной ресурсной координацией деятельности социальных партнеров;
- отсутствием должной степени информированности сторон, необходимой для развития социального диалога;
- низкой инициативностью потенциальных партнеров по внесению изменений и дополнений в соответствующую нормативную правовую базу;
- преимущественной ориентацией социальных партнеров на межличностные, межкорпоративные и межведомственные отношения, а не на системные, межсекторные и кластерные.

Все вышеизложенное повышает актуальность внедрения управленческих инноваций системного характера в масштабах регионов (субъектов РФ) и всей страны.

В Республике Коми была предпринята попытка осуществить управленческие инновации через создание модели совместного управления и софинансирования ООПТ. В 2009 году был поднят вопрос о целесообразности создания экологического фонда, соучредителями которого выступили бы бизнес-организации республики. Аналога такому фонду в России нет, нет и нормативно-правовой базы его создания, поэтому решение о создании фонда должно было сопровождаться не только организационной работой, но и подготовкой законодательных инициатив.



В этой связи руководители международного проекта Глобального экологического фонда и Программы развития ООН «Укрепление системы особо охраняемых природных территорий Республики Коми в целях сохранения биологического разнообразия первичных лесов в районе верховьев реки Печора», которые выступили инициаторами идеи, поручили нам провести опрос руководства промышленных предприятий и представителей частного бизнеса для выяснения их отношения к созданию фонда по поддержке особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и сохранения биоразнообразия, мотивации и потенциального участия в наполнении фонда.

Вышеизложенное определило цель нашей работы в качестве эксперта проекта – провести анализ мотивации руководителей организаций Республики Коми к взаимодействию с ООПТ для определения возможных направлений сотрудничества в сфере создания фонда по поддержке ООПТ и сохранения биоразнообразия.

Отсутствие возможности опросить руководителей всех предприятий Республики Коми предопределило организацию выборочного исследования. В соответствии с требованиями репрезентативности выборки состав респондентов был приближен к соответствующим пропорциям в генеральной совокупности, исходя из критериев, существенных для целей исследования.

Для нашего исследования было выделено два критерия:

- вид экономической деятельности юридического лица (физические лица в объект исследования не включались);
- размер предприятия.

Учитывая, что данное исследование было проведено для уяснения общих тенденций во взаимодействии бизнес-сообщества и ООПТ и для уточнения мнения руководителей предприятий Республики Коми относительно их мотивации как социальных партнеров ООПТ, мы ориентировались на границы приближенной надежности выборки – 10-20%.

При рассмотрении видов экономической деятельности был выбран каждый второй вид [5]. Второй критерий – размер предприятия – важен с точки зрения финансовых возможностей респондентов. Деление на 3 группы (крупные, средние и малые предприятия) осуществлено нами в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 24 июля 2007 г. № 209-ФЗ "О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации" (ст.4. п. 2.).

Оба критерия были учтены при разработке программы исследования и анкеты.

В программе исследования была выдвинута гипотеза: руководители организаций Республики Коми считают создание Фонда возможным, но не готовы участвовать в качестве его соучредителей. Свое участие в поддержке фонда они рассматривают в иных формах (информационно-методической, кадровой, организационной поддержке).

Требуемый размер выборки был рассчитан нами, исходя из следующих значений:

- доверительная вероятность – 95%;
- погрешность (доверительный интервал) – 10-12%;
- генеральная совокупность – 13200 юридических лиц.

Требуемый размер составил 66 предприятий. Нами было разослано 135 анкет, возврат составил 70 анкет<sup>6</sup>, что соответствует требуемому размеру выборки. В число анкетированных нами были включены те, что входят в список наиболее крупных в Республике Коми предприятий, деятельность которых потенциально может оказать негативное воздействие на окружающую среду.

Один из вопросов анкеты позволял выявить интерес предприятий к социальному партнерству с ООПТ в сфере экологически ответственного природопользования на территории Республики Коми. Больше половины ответили на данный вопрос утвердительно [3].

По видам экономической деятельности наибольший интерес к сотрудничеству проявили организации добывающих и обрабатывающих отраслей (что вполне естественно), утвердительно ответили финансовые организации (они ищут в ООПТ своих клиен-

<sup>6</sup> 70 предприятий принято в отчете за 100%.



тов), совершенно неинтересно сотрудничество организациям сферы торговли и большому числу организаций ЖКХ, социальных и персональных услуг [3].

Среди организаций, не готовых сотрудничать (а таких – более 40% ответивших на анкеты), около 70% отмечают в качестве причины отсутствие связи своей деятельности с ООПТ (рис. 1), на втором месте – иные приоритеты развития, не связанные с деятельностью ООПТ.

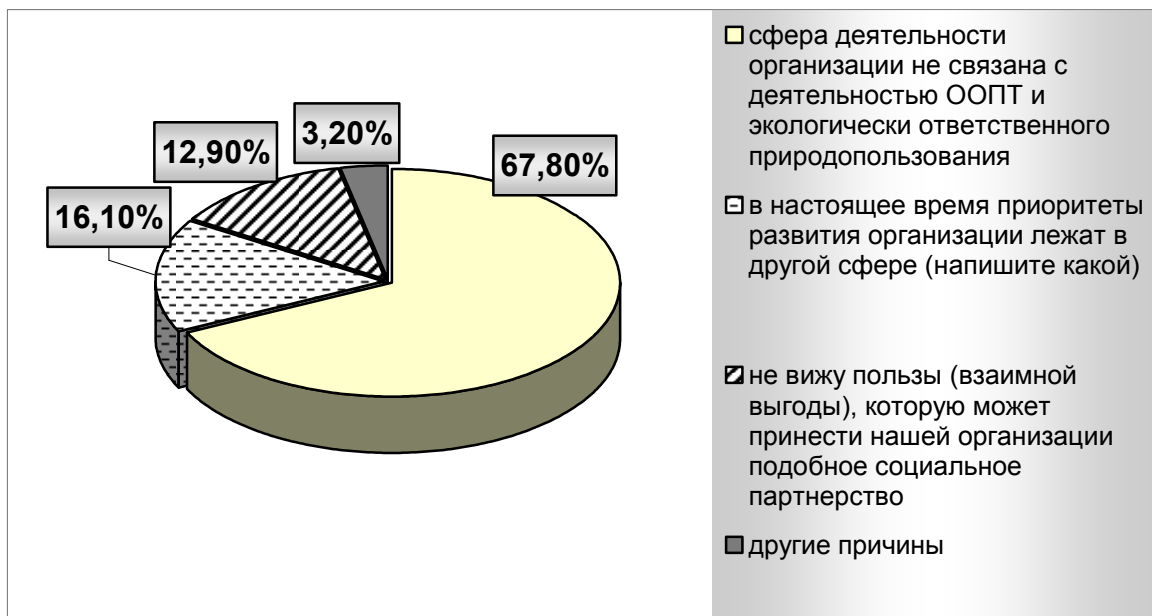


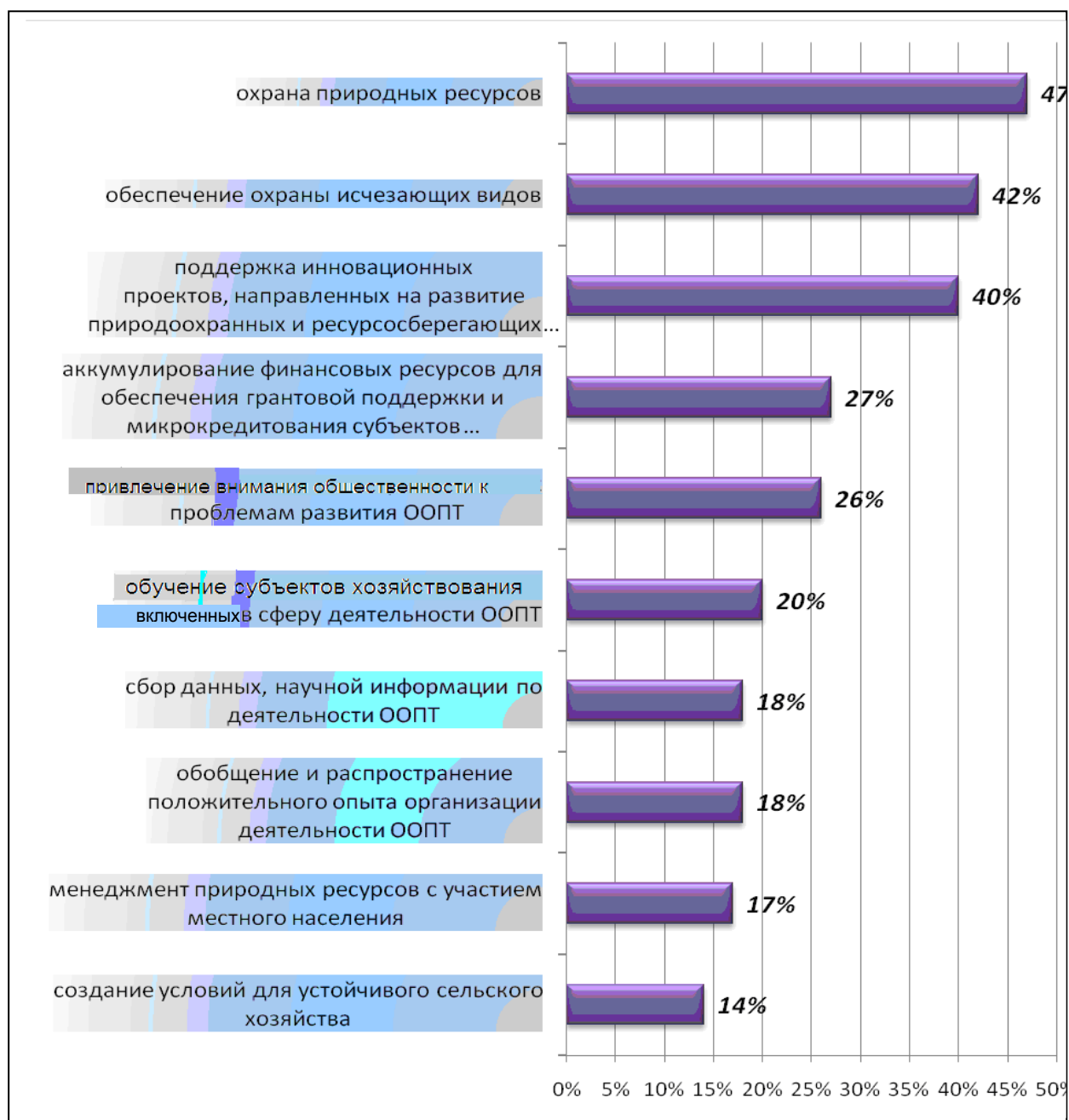
Рис. 1. Распределение ответов на вопрос «Если Вы не заинтересованы быть социальным партнером ООПТ в сфере экологически ответственного природопользования, то прокомментируйте, почему?», %

Те организации, что заинтересованы в социальном партнерстве с ООПТ (их 55,7% – эта доля принята далее за 100%), выделили в качестве интересующих их направлений сотрудничества, прежде всего, участие руководства организации в деятельности общественных экологических советов при органах власти (около 40% ответов), совместные научно-исследовательские, просветительско-образовательные, туристические и иные проекты, а также подключение к государственным/муниципальным целевым программам (например, через совместную разработку государственных стандартов и регламентов в области природоохранной деятельности или предоставление для ООПТ в социально значимых целях товаров или услуг, которые производит организация) – более 30%. Быть соучредителем Фонда готово очень незначительное число организаций (только 5% из числа желающих сотрудничать с ООПТ).

Около 80% респондентов считают, что в Республике Коми необходимо организовать финансовую поддержку ООПТ (например, создать Фонд поддержки ООПТ).

Ответы на вопрос анкеты «Какие задачи должен решать Фонд поддержки ООПТ или иная структура, организующая взаимодействие бизнес-сообщества Республики Коми и ООПТ» распределились следующим образом (рис. 2). Как видно из рис. 2, только 27% респондентов видят в Фонде субъект микрокредитования, и лишь 17% – управляющую структуру с точки зрения менеджмента природных ресурсов.

Далее респондентам был задан вопрос «Каким образом Вы готовы участвовать в создании и деятельности Фонда?». Они ответили, что готовы содействовать в разработке плана стратегического развития фонда (более 25 %) и обеспечить информационную поддержку по освещению деятельности фонда в СМИ (более 20%), желающих стать учредителями фонда крайне мало (чуть более 7%), что подтверждает ответы, приведенные выше.



*Рис. 2.* Распределение ответов на вопрос «Какие задачи должен решать Фонд поддержки ООПТ или иная структура, организующая взаимодействие бизнес-сообщества РК и ООПТ?», %

На вопрос «Если Вы (представляемая Вами организация) готовы выступить в качестве соучредителя или спонсора фонда, укажите, сколько денежных ресурсов Вы готовы вложить?» ответы распределились следующим образом, отображенном в табл. 2.

Если расчетным путем вычислить нижние и верхние границы потенциального объема финансовых ресурсов, которые можно привлечь в Фонд, то он составит от 650 тыс. руб. до 2 млн. руб. Эта сумма не позволяет говорить о сколь-нибудь серьезном расчете на финансовую поддержку бизнеса.



Таблица 2

**Распределение ответов на вопрос «Если Вы (представляемая Вами организация) готовы выступить в качестве соучредителя или спонсора фонда, укажите, сколько денежных ресурсов Вы готовы вложить?»**

Варианты ответов	Число ответов
1 млн. руб. и более	-
от 500 тыс. до 1 млн. руб.	-
от 100 до 500 тыс. руб	2
от 50 до 100 тыс. руб	6
от 10 до 50 тыс. руб.	8
менее 10 тыс. руб	7

Проведенное исследование подтвердило гипотезу. Предприятия, готовые к партнерству, интересуются только организационно-координационными функциями (участие руководства организации в деятельности общественных экологических советов при органах власти, подключение к государственным/муниципальным целевым программам) и совместными проектами научно-исследовательского и просветительского характера. Это позволит им при минимуме затрат времени и ресурсов получить либо доступ к стратегической информации, либо участие в принятии решений, касающихся лоббирования интересов данной группы предприятий (через взаимодействие с органами власти по экологическим вопросам).

Все это свидетельствует о низкой мотивации к участию в реальной деятельности экологического фонда как одной из управленческих инноваций и подтверждает необходимость активизации усилий в осуществлении последних в сфере экологически ответственного природопользования.

**Литература**

1. Биркиншау, Дж. Управленческий катарсис / Реферат статьи «How Management Innovation Happens». MIT Sloan Management Review. – Лондон, 2006 // [http://www.executive.ru/publications/aspects/innovation/article\\_4350/](http://www.executive.ru/publications/aspects/innovation/article_4350/).
2. Зими́на, И.В. Отчет о выполнении работ по изучению опыта взаимодействия организаций государственного и частного секторов на территориях отечественных ООПТ // Проект ПРООН/ГЭФ 00059042 «Укрепление системы особо охраняемых природных территорий Республики Коми в целях сохранения биологического разнообразия первичных лесов в районе верховьев реки Печора». – Сыктывкар, 2009.
3. Зими́на, И.В. Отчет о выполнении работ по разработке вопросника и проведению опроса руководства предприятий Республики Коми с целью определения их возможной мотивации и интереса к взаимодействию с ООПТ и выяснения их отношения к созданию фонда по поддержке ООПТ и сохранения биоразнообразия, мотивации и потенциального участия в наполнении фонда // Проект ПРООН/ГЭФ 00059042 «Укрепление системы особо охраняемых природных территорий Республики Коми в целях сохранения биологического разнообразия первичных лесов в районе верховьев реки Печора». – Сыктывкар, 2010.
4. Енеке, Б., Машукова, Н.Д. Аналитический отчет по социальному партнерству в сфере профессионального образования и обучения на региональном уровне / Delphi Project (Phase II) – Delegation of the European Commission to Russia (2003-2005). – М., 2005. – С. 7.
5. Республика Коми в цифрах. 2010: Кратк. стат. сб. – Комистат-С, 2010. – С. 72-73.
6. Симановский, А.А., Шахматов. С.А. Интеграция особо охраняемых природных территорий в социально-экономическое развитие регионов на примере Красноярского края // Комитет по природным ресурсам и экологии Законодательного Собрания Красноярского края. – Красноярск, 2008.
7. Стратегия развития и управления ООПТ РФ на период до 2015.
8. Хэмел, Г. Инновации в управлении / Реферат статьи: Gary Hamel, The Why, What and How of Management Innovation// <http://vkurse.obs.ru/node/29>



## **ADMINISTRATIVE INNOVATIONS IN THE SPHERE OF ECOLOGICALLY RESPONSIBLE MANAGEMENT OF NATURE IN THE REGION**

**I. V. ZIMINA**

*Syktyvkar State University*

*e-mail:*  
*zimina@syktsu.ru*

Innovative development of Russian economy demands generation and implementation of innovations: both commodity and technological, as well as managerial. Aggravation of the problem of natural resources exhaustion requires introduction of managerial innovations in the sphere of ecologically responsible management of nature. The scale of these innovations cannot be limited by the level of the organisation, which supposes the application of the instruments of social partnership.

Key words: managerial innovations, competitive advantages, ecologically responsible mana-social partnership gement of nature.

## ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО КЛАСТЕРА МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

**Е.А. ЯКОВЛЕВА**  
**В.В. РАЗГОНЯЕВА**

*Воронежская  
государственная  
лесотехническая академия*

*e-mail: elena-12-27@mail.ru*

Показано, что комплексное устойчивое развитие производства и переработки маслосемян в Воронежской области связано с реализацией концепции кластерного подхода. Кластер рассматривается как территориально ограниченная система (объект), включающая в себя комплекс инновационных и инфраструктурных организаций и предприятий (среда), связанных инновационными импульсами развития (процесс), и функционирующая для достижения определённой цели (проект).

Ключевые слова: кластеры, регионы, масличный подкомплекс, эффект синергии, интеграция, эффективность кластера.

Если рассматривать масличный кластер как территориально ограниченную систему (объект), включающую в себя комплекс инновационных и инфраструктурных организаций и предприятий (среда), связанных инновационными импульсами развития (процесс), и функционирующую для достижения определённой цели (проект), то считаем целесообразным всю совокупность факторов, определяющих развитие кластера, разделить на три группы, соответствующие трем уровням развития.

На первом уровне о наличии агропромышленного кластера в масличном подкомплексе Воронежской области как относительно организованной системы свидетельствует высокое значение коэффициента агропромышленной локализации в отдельных территориальных образованиях области.

Второй уровень – уровень становления кластера – может быть охарактеризован значительным превышением показателей эффективности в среднем по группе предприятий, образующих кластер, над среднеотраслевым уровнем. Именно в этом превышении сконцентрирован положительный эффект синергизма кластера – превышение эффективности деятельности кластера как системы над эффективностью его составных частей – организаций.

Третий уровень можно считать собственно уровнем развития, инструментами управления которым могут выступать кластерная политика и управленческие решения, опирающиеся на динамичные прогнозы и тренды.

Объединение в кластеры на основе вертикальной интеграции формирует не спонтанно управляемую систему, а упорядоченную структуру с ярко выраженными конкурентными преимуществами в виде сети устойчивых связей между всеми участниками.

Определение структурных границ и составных частей масличного кластера целесообразно начать с рассмотрения выращивания и переработки подсолнечника, затем выявить цепочку по вертикали, далее – организации и предприятия, связанные с ними и являющиеся потребителями.

Для создания кластера необходима системообразующая единица. Такой единицей в Воронежской области может стать производственно-сбытовое интеграционное объединение, учрежденное региональными производителями маслосемян на собственные средства и развитое на базе существующих перерабатывающих маслоэкстракционных заводов в крупных районных центрах. Это позволит выполнить главное требование к формированию кластера – «инициатива снизу» – и замкнуть в единый цикл производителей сырья (семян подсолнечника) и переработчиков – маслоэкстракционные заводы. При этом объединение сможет от своего имени представлять интересы всех субъектов масличного кластера в государственных органах, получать кредитные ресурсы и направлять их на его комплексное развитие, участвовать в осуществлении государственной политики на территории области по развитию масличного подкомплекса АПК. Вертикаль-

но-интегрированное объединение будет осуществлять производство, закупку, переработку, фасовку, управлять сбытом готовой продукции и рекламой. Схема масличного кластера представлена на рисунке.



Рис. Структурная схема обеспечения развития территориального масличного кластера

На следующем этапе нужно найти по горизонтали отрасли, предприятия и регулирующие компании, производящие, транспортирующие и предоставляющие комплекс услуг или работ в системе АПК.

Кластер предоставляет исключительно благоприятные условия для развития специализированных производств, в т.ч. вспомогательного, обслуживающего и поддерживающего характера. Важную роль в формировании кластеров и повышении их эффективности и конкурентных преимуществ играет доступность информации по маркетингу, статистическим и оценочным показателям, современным технологиям в АПК. В рамках масличного кластера доступ к информации может быть организован менее затратно для входящих в него структур, создавая условия для более результативной работы. Создаваемые межотрасле-

вым кластером информационные преимущества обеспечиваются за счет близости структур (технологической, организационно-экономической), наличия постоянных контактов и общественных связей.

Масличный кластер обеспечит работу множества мелких организаций – поставщиков простых комплектующих, соединяя в себе только лучшие предприятия, обладающие конкурентоспособностью. Концентрация соперников, их покупателей и поставщиков в едином географическом пространстве – районе области – способствует росту эффективности и специализации производства.

Кластерный подход к интеграции организаций масличного подкомплекса является прекрасной основой для создания новых форм объединения знаний, стимулируя возникновение новых научно-технических направлений и их коммерческих приложений, а также косвенным образом поддерживая сферу образования, университетскую науку и венчурный бизнес в Воронежской области. После установления перечня предприятий, входящих в масличный кластер, следующий шаг состоит в выделении организаций, обеспечивающих подготовку и переподготовку специалистов технологиями и информацией, капиталом и обеспечивающей инфраструктурой (банки, страховые компании, паевые инвестиционные фонды и т.д.), и иных групповых профессиональных и общественных структур. Такими на территории Воронежской области могут стать ВГАУ, профильные НИИ, техникумы и колледжи.

На завершающем этапе выявляются государственные, муниципальные структуры, регулирующие органы, оказывающие существенное экономическое и регулирующее административное воздействие на организации, входящие в кластер.

Участниками создаваемого масличного кластера, на наш взгляд, должны выступать:

- предприятия по производству семян подсолнечника;
- предприятия по хранению и переработке масличного сырья;
- предприятия по переработке растительного масла и производства майонеза, семечек;
- предприятия-поставщики минеральных удобрений, сельхозтехники и перерабатывающего оборудования, запчастей и агрегатов;
- семеноводческие НИИ, лаборатории;
- торговые организации;
- организации инновационной инфраструктуры и инфраструктуры поддержки малого и среднего предпринимательства: бизнес-инкубаторы, технопарки, промышленные парки, венчурные фонды, центры трансфера технологий, центры развития дизайна, центры энергосбережения, центры поддержки субподряда (субконтрактации); центры и агентства по развитию предпринимательства, регионального и муниципального развития, привлечения инвестиций, агентства по поддержке экспорта товаров, государственные и муниципальные фонды поддержки предпринимательства, фонды содействия кредитованию (гарантийные фонды, фонды поручительств), акционерные инвестиционные фонды и закрытые паевые инвестиционные фонды, привлекающие инвестиции для субъектов малого и среднего предпринимательства.

Таким образом, в масличном кластере в едином комплексе будет осуществляться производство масличного сырья в объеме, необходимом для его промышленной переработки, формирование индустриально-технологического цикла по выработке масложировой продукции, а также научное обеспечение отрасли при участии государственных структур, организаций рыночной и инновационной инфраструктуры, общественных организаций.

Поскольку в условиях рынка все его участники несут самостоятельную ответственность за результаты своей деятельности, основным определяющим критерием деятельности субъектов масличного рынка является экономический интерес, выражающийся в получении максимальной прибыли. Исходя из этого, экономические отношения должны способствовать повышению эффективности производственно-сбытовой деятельности каждого участника канала товародвижения, строиться между партнерами с учетом инте-



ресов каждого из них, а также отвечать интересам государства в целом и интересам конечного потребителя в лице населения.

Выполненный анализ системных связей между производителями маслосемян и перерабатывающими маслоэкстракционными заводами показал, что давальческая модель отношений в сфере производства и переработки семян подсолнечника не стимулирует эти две группы на увеличение объемов продукции и повышение эффективности производства, а ее краткосрочный характер не решает межотраслевые проблемы, поэтому она не имеет перспектив развития.

Возможности и преимущества, заложенные в формировании масличного кластера, позволяют решить проблему построения сбалансированных взаимоотношений между различными сферами. Прежде всего, надлежит помнить, что существенное различие в доходах организаций одной технологической цепочки влияет на структуру экономики, создавая перекосы в пользу торгующих организаций. Другими словами, число организаций, занятых торговлей, существенно возрастает, а число организаций-производителей маслосемян падает. Учитывая благоприятную тенденцию роста спроса на маслосемена и подсолнечное масло, представляется весьма целесообразным выстроить иные отношения организаций внутри кластера.

Самыми эффективными экономическими отношениями станут следующие: переработчик приобретает оптом необходимые товаропроизводителям ТМЦ; товаропроизводители, получая необходимый объем материальных средств (это могут быть ГСМ, удобрения, а также необходимые денежные средства), производят сырье и поставляют его переработчику (часть в счет погашения товарного кредита, а часть – на договорных основах). Эффективность подобного рода отношений заключается, во-первых, в их узкой специализированности, во-вторых, в организации производственного процесса по системе непосредственных связей: поле – переработка – прилавок [2].

Данные взаимоотношения позволяют переработчику планировать и в дальнейшем иметь необходимые для загрузки мощностей объемы сырья, а товаропроизводителю – планировать и обеспечивать грамотное и рациональное ведение экономики возделывания масличных культур, желаемый уровень рентабельности. Одной из важных задач управленческого характера является организация постоянного мониторинга эффективности развития предприятий и учреждений, входящих в состав кластера. Данная функция в рамках Координационного центра масличного кластера может быть возложена на группу экспертов, сформированную из числа научных работников, представителей масличного бизнеса и власти. Как вариант, решением данной задачи может стать организация постоянного отслеживания ситуации в масличном кластере и поиск направлений её улучшения учёными ВГАУ.

На уровне органов власти создание кластера должно инициироваться через организованные агентства, а также посредством управления структурой и членством в организациях по осуществлению надзора за бизнесом. В целом, содействие региональных властей формированию и развитию кластеров должно осуществляться по следующим направлениям:

- создание условий для конструктивного диалога бизнеса и власти, гармонизации интересов участников кластера и усиления кооперации между ними;
- стимулирование спроса – формирование потребительских предпочтений в регионе, развитие родственных и поддерживающих секторов экономики, госзаказа;
- развитие системы профессионального образования с целью формирования необходимых компетенций в регионе;
- развитие внешних связей, устранение торговых барьеров, защита прав интеллектуальной собственности, реализация совместных инфраструктурных и инвестиционных проектов;
- создание благоприятных экономических, институциональных и других условий в регионе.

Эффективность кластера зависит от повышения производительности входящих в него предприятий, стимулирования инновационной активности и новых видов предпри-



нимательской деятельности. Экономическое развитие каждого предприятия определяется сочетанием присущих ему ресурсов, степенью эффективности их использования в процессе воспроизводства и тем, насколько удачными оказываются условия для интеграции с другими промышленными предприятиями региона или отрасли [1].

Построенные прогнозы позволяют с высокой долей уверенности говорить об оправданности создания масличных кластеров на территории Воронежской области. Так, в случае оптимистичных ожиданий рост прибыли на 1 ц произведенных маслосемян составит от 10 до 35% по отношению к сложившейся на конец 2008 года величине. Для маслоэкстракционных заводов ожидаемый прирост прибыли в расчете на 1 т масла может составить от 8 до 27% по сравнению с данными 2008 года.

Вероятность реализации пессимистичного прогноза можно снизить, если обеспечить стимулирование развития отношений внутри кластера на уровне области. Важным моментом при этом выступает использование льгот и привилегий для организаций кластера под фиксированные в договорах экономические, социальные и другие гарантии рациональной деятельности хозяйствующих субъектов.

Не менее важную роль в выравнивании взаимоотношений внутри кластера может сыграть государство путем регулирования торговых наценок в розничной сети, адресной поддержки производителей.

С целью координации работы членов кластера предлагается создать Координационный совет кластера. Совет станет высшим органом управления, на его заседаниях будут приниматься стратегические цели и задачи развития территориального производства и переработки маслосемян. Оперативное управление масличным кластером будет возложено на Центр текущего управления, сформированный на уровне администрации Воронежской области, который может носить название «Центр поддержки и развития производителей и переработчиков маслосемян» области (ЦПРппМ). Штат рабочих Центра формируется из числа участников кластера и насчитывает 2-3 чел. Целесообразно привлекать к работе в Центре служащих департаментов и отделов, а также сотрудников научных учреждений.

Работа Центра должна быть организована по пяти направлениям: 1) инновации и планирование; 2) мониторинг и анализ; 3) маркетинг и сбыт продукции; 4) информация и консультирование; 5) финансово-учётная деятельность.

Основными задачами «Центра поддержки и развития производителей и переработчиков маслосемян» в Воронежской области являются:

- организация постоянного взаимодействия с маслоэкстракционными заводами, учреждениями инфраструктуры с целью выявления и анализа проблем эффективности их развития;

- организация работы с семеноводческими НИИ, высшими и средними специальными образовательными учреждениями сельскохозяйственного и технического профилей;

- организация контроля за исполнением решений Координационного совета;

- предоставление консультаций участникам кластера по технологическим, экономическим, организационным, юридическим и иным вопросам;

- осуществление иной деятельности, связанной с обеспечением эффективного развития участников кластера.

В целях позиционирования масличных кластеров за пределами области целесообразно создать Интернет-сайт с размещением информации, имеющей интерес для потенциальных клиентов.

### Литература

1. Загуменнов В. Г. Региональная модель агропромышленного кластера / В. Г. Загуменнов // Проблемы региональной экономики. – 2009. – № 1/2. – С. 319-326.
2. Осипов А.Э. Современные тенденции развития регионального рынка маслосемян Орловской области / А.Э. Осипов // Экономические и технологические аспекты производства, экспертизы качества, маркетинга и рекламы товаров: методология, теория, практика : междунар. науч.-практ. конф. – Орел, 2005. – С.187-190.



## TECHNOLOGY FORMATION OF REGIONAL CLUSTERS OILSEEDS

**E.A. YAKOVLEVA**  
**V.V. RAZGONYAEVA**

*Voronezh State Forestry  
Engineering Academy*

*e-mail: elena-12-27@mail.ru*

It is shown that integrated, sustainable production and processing of oilseeds in the Voronezh region is associated with the implementation of the concept of the cluster approach. A cluster is regarded as geographically limited system (object), which includes a set of innovative and infrastructure organizations and enterprises (habitat) of innovative impulses development (process), and functioning to achieve a certain goal (project).

Key words: clusters, regions, olive subcomplex, synergy, integration, effectiveness of the cluster.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К СТРАТЕГИЧЕСКОМУ ПЛАНИРОВАНИЮ РАЗМЕЩЕНИЯ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР МЕТОДОМ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА

**Н.Н. КРАВЧЕНКО**  
**Т.В. САВЧЕНКО**

*Алексеевский филиал  
Белгородского  
государственного  
университета*

*e-mail:  
Diana080904@Yandex.ru*

В статье освещены методические подходы к стратегическому планированию размещения масличных культур методом кластерного анализа. Рассматривается зонирование территории Белгородской области по уровню эффективности производства маслосемян подсолнечника. В статье используется агломеративный метод иерархической классификации или иерархический кластерный анализ. Полученный в результате классификации график предоставляет возможность выявить кластеры и интерпретировать их.

Ключевые слова: подсолнечник, масличные культуры, посевные площади, экономические показатели производства подсолнечника, кластерный анализ, кластер.

Развитие агропромышленного комплекса России обуславливает необходимость концентрации производства сельскохозяйственного сырья и его переработки в тех территориальных зонах, где имеются организационно-экономические и природно-климатические условия, обеспечивающие наибольшую его эффективность.

В Белгородской области выделяют три зоны: 1 – лесостепная западная зона; 2 – лесостепная центральная зона; 3 – степная юго-восточная зона. В основу данного зонирования положены различия в почвенно-климатических условиях и территориальном расположении административных районов области. Однако за последние двадцать лет в области сформировалась определенная региональная структура экономики, и, как показал анализ размещения производства и переработки масличных культур, фактическая специализация районов не вписывается в указанные выше зоны.

В настоящем исследовании нами было проведено зонирование территории области по уровню эффективности производства маслосемян подсолнечника методом кластерного анализа с использованием средних показателей за период 2006–2008 гг., отражающих потенциальные факторы размещения их производства и, следовательно, специализацию районов.

Кластерный анализ – это совокупность методов разделения множества элементов (объектов), заданных определенными параметрами своих признаков, на однородные группы.

Большое преимущество кластерного анализа состоит в том, что он позволяет производить группировку объектов не по одному параметру, а по целому набору признаков. Кроме того, кластерный анализ, в отличие от большинства математико-статистических методов, не накладывает никаких ограничений на вид рассматриваемых объектов и позволяет рассматривать множество исходных данных практически произвольной природы [1].

В ходе исследования нами был выдвинут следующий ряд гипотез.

1. Типизация объектов (районов области) по концентрации производства семян подсолнечника (площадь, валовой сбор, доля посевов в общей площади пашни, уровень развития отрасли и др.) объединит объекты по степени специализации и концентрации производства.

2. Кластеры по показателям результативности производства подсолнечника (урожайность, себестоимость, рентабельность и др.) объединят объекты по уровню эффективности данной отрасли.



3. При выявлении нескольких кластеров появится возможность определить приоритетные стратегические направления развития для каждого из них с учетом расположения на территории предприятий по переработке масличных культур.

Сформулируем задачу кластерного анализа. В нашем распоряжении имеется 21 объект (по количеству анализируемых районов Белгородской области) в 17-мерном пространстве  $(x_1, \dots, x_{17})$ , где:

- $X_1$  – валовой сбор подсолнечника, ц;
- $X_2$  – площадь посева подсолнечника, га;
- $X_3$  – урожайность подсолнечника, ц/га;
- $X_4$  – затраты на 1 га, руб.;
- $X_5$  – себестоимость 1 ц, руб.;
- $X_6$  – себестоимость 1 ц реализованной продукции, руб.;
- $X_7$  – цена реализации 1 ц, руб.;
- $X_8$  – прибыль от реализации 1 ц, руб.;
- $X_9$  – уровень рентабельности реализованной продукции, %;
- $X_{10}$  – прибыль (убыток) с 1 га, руб.
- $X_{11}$  – прибыль от реализации всей продукции, руб.;
- $X_{12}$  – площадь пашни (всего), га;
- $X_{13}$  – доля посевов подсолнечника в общей площади пашни;
- $X_{14}$  – внесено минеральных удобрений на 1 га посева, кг;
- $X_{15}$  – внесено органических удобрений на 1 га посева, т;
- $X_{16}$  – количество тракторов на 100 га пашни, ед.;
- $X_{17}$  – уровень развития отрасли по индексу объемов производства.

Последний показатель был определен нами как отношение базового индекса физического объема производства подсолнечника к среднему индексу физического объема производства:

$$УРО = \frac{УФО(б)}{УФО(с)}, \quad (1)$$

где  $УРО$  – уровень развития отрасли;  $УФО(б)$  – базовый индекс физического объема производства, определенный как отношение валового сбора подсолнечника в 2008 году к 2005 году;  $УФО(с)$  – средний индекс физического объема производства, определенный как отношение валового сбора подсолнечника в среднем за 2006 – 2008 гг. к 2005 году.

Необходимо эффективно разделить эти объекты на ряд групп таким образом, чтобы:

- внутри группы объекты были максимально схожи между собой;
- группы максимально между собой различались.

Если такое разделение осуществимо, то, скорее всего, ввиду однородности внутри каждого кластера зависимость  $z = f(x_1, \dots, x_{17})$  будет представлять собой непрерывную функцию. Иначе говоря, в рассматриваемом пространстве  $(x_1, \dots, x_{17})$  требуется ввести количественную меру сходства между объектами. В нашем случае кажется удобным введение метрики «евклидово расстояние», которая вычисляется как корень из суммы квадратов по координатных разностей:

$$P_E(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{l=1}^k (x_{il} - x_{jl})^2}, \quad (2)$$

где  $x_{il}, x_{jl}$  – величина  $l$ -ой компоненты у  $i$ -го ( $j$ -го) объекта ( $l = 1, 2, \dots, k; i, j = 1, 2, \dots, n$ ) [2].

Однако введение метрики – это еще не все. Часто бывает так, что различные независимые переменные измеряются в разных шкалах с различными диапазонами, что влечет за собой необходимость проведения процедуры стандартизации переменных. Для этого необходимо вычислить среднее значение и дисперсию. Воспользуемся методом анализа данных «Описательная статистика» в редакторе электронных таблиц Microsoft Excel.

Результатом стандартизации является приведение всех переменных к единой шкале: данные изменяются в пределах от нуля до  $\pm 3$ , причем большая часть всех значений будет принадлежать интервалу  $(-1, 1)$ . Очень важно, что процедура стандартизации не изменяет структуру взаимодействий между переменными. Соответственно, стандартизация не влияет на структуру кластеров. Полученные в результате стандартизации переменные имеют нулевое среднее и единичную дисперсию.

В целом методы кластеризации делятся на агломеративные (от слова агломерат – скопление) и итеративные дивизивные (от слова division – деление, разделение).

Для определения числа кластеров будем использовать агломеративный метод иерархической классификации или иерархический кластерный анализ.

Сущность данного метода заключается в том, что на первом шаге каждый объект выборки рассматривается как отдельный кластер. Процесс объединения происходит последовательно: на основании матрицы расстояний объединяются наиболее близкие объекты. Если матрица сходства первоначально имеет размерность « $m \times m$ », то полностью процесс кластеризации завершается за  $m-1$  шагов, в итоге все объекты будут объединены в один кластер. Последовательность объединения легко поддается геометрической интерпретации и может быть представлена в виде графа – дерева (дендрограммы). На оси абсцисс дендрограммы откладываются имена наблюдений, а по оси ординат – расстояние объединения наблюдений в кластеры. Соответственно, чем выше расположена ветвь дерева на дендрограмме, тем позднее было проведено объединение объектов.

Полученный в результате иерархической кластеризации график (вертикальная дендрограмма) предоставляет возможность обнаружить кластеры (ветви) и интерпретировать их (рис. 1).

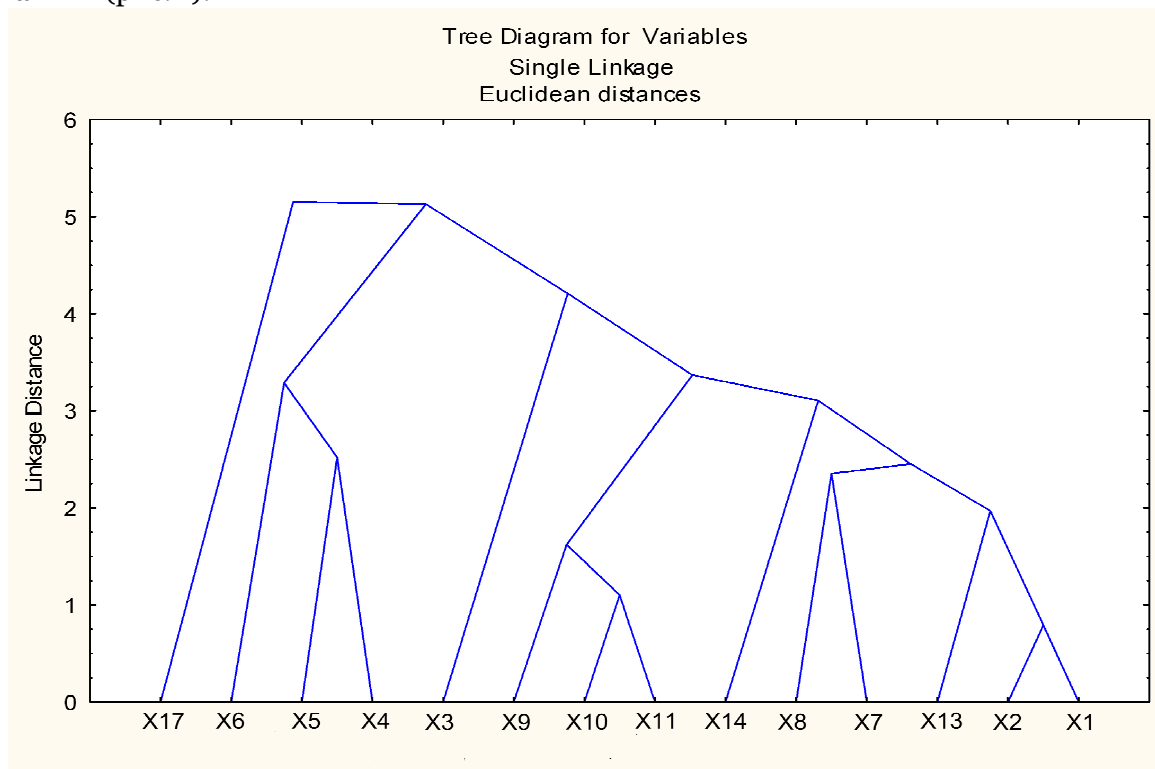


Рис. 1. Вертикальная дендрограмма древовидной классификации для исследуемых переменных

Древовидная диаграмма отображает историю объединения объектов в кластеры. Чем выше ветви дерева-графа, тем позднее объекты были объединены. На представленном выше рисунке, выделяются три ветви дерева, объединенные на разной высоте. Каж-



дая из этих ветвей имеет продолжение в виде скоплений ветвей гораздо меньшей высоты, еще называемых кучностями.

Объединение начинается с группы переменных: валовой сбор ( $X_1$ ); площадь ( $X_2$ ); цена реализации ( $X_7$ ); прибыль от реализации 1 ц ( $X_8$ ); всего площади пашни ( $X_{14}$ ) и доля посевов подсолнечника в общей площади пашни ( $X_{13}$ ).

Далее – вторая группа переменных: урожайность ( $X_3$ ); получено прибыли от реализации ( $X_{11}$ ); уровень рентабельности реализованной продукции ( $X_9$ ); прибыль (убыток) с 1 га ( $X_{10}$ ); внесено органических удобрений на 1 га ( $X_{15}$ ); количество тракторов на 100 га пашни ( $X_{16}$ ).

Завершает объединение третья группа: затраты на 1 га ( $X_4$ ), себестоимость 1 ц ( $X_5$ ), себестоимость 1 ц реализованной продукции ( $X_6$ ), внесено минеральных удобрений на 1 га ( $X_{14}$ ), уровень развития отрасли по индексу объемов производства ( $X_{17}$ ).

На вопрос о количестве кластеров мы ответили. Их три. Теперь необходимо выяснить, какой объект к какому кластеру принадлежит. Для этого воспользуемся итеративной процедурой, методом К-средних. Сущность метода заключается в том, что процесс классификации начинается с задания начальных условий. В нашем случае – это количество образуемых кластеров и центры этих кластеров. Далее, каждое многомерное наблюдение совокупности относится к тому кластеру, центр которого ближе всех к этому наблюдению. Затем выполняется проверка на устойчивость классификации. Если классификация устойчива, процесс останавливается. В противном случае происходит очередная процедура разбиения объектов по кластерам.

Процесс дальнейшей кластеризации будет проходить в два этапа:

- кластеризация переменных;
- кластеризация наблюдений.

На каждом этапе необходимо последовательно дополнительно выполнить три шага: произвести анализ дисперсии; определить среднее значение в кластерах и евклидово расстояние; произвести описательную статистику.

В результате проведенной кластеризации получим подтвержденное иерархической кластеризацией разделение переменных на три кластера.

В первый кластер вошли 6 переменных: валовой сбор ( $X_1$ ), площадь ( $X_2$ ), цена реализации ( $X_7$ ), прибыль от реализации ( $X_{11}$ ), всего площади пашни ( $X_{12}$ ) и доля посевов подсолнечника в общей площади пашни ( $X_{13}$ ).

Во второй кластер вошли тоже 6 переменных: урожайность ( $X_3$ ), прибыль от реализации 1 ц ( $X_8$ ), уровень рентабельности реализованной продукции ( $X_9$ ), прибыль (убыток) с 1 га ( $X_{10}$ ), количество органических удобрений на 1 га ( $X_{15}$ ), количество тракторов на 100 га пашни ( $X_{16}$ ).

В третий кластер вошли 5 переменных: затраты на 1 га ( $X_4$ ), себестоимость 1 ц ( $X_5$ ), себестоимость 1 ц реализованной продукции ( $X_6$ ), количество минеральных удобрений на 1 га ( $X_{14}$ ), уровень развития отрасли по индексу объемов производства.

На втором этапе проведем кластеризацию наблюдений (районов Белгородской области) для переменных: валовой сбор ( $X_1$ ), площадь ( $X_2$ ), цена реализации ( $X_7$ ), прибыль от реализации 1 ц ( $X_8$ ), площадь пашни ( $X_{12}$ ) и доля посевов подсолнечника в общей площади пашни ( $X_{13}$ ). Построенная на втором этапе вертикальная дендрограмма для районов Белгородской области будет выглядеть следующим образом.

Выполним кластеризацию наблюдений методом К-средних на стандартизованных данных. В результате получим разделение наблюдений на три кластера.

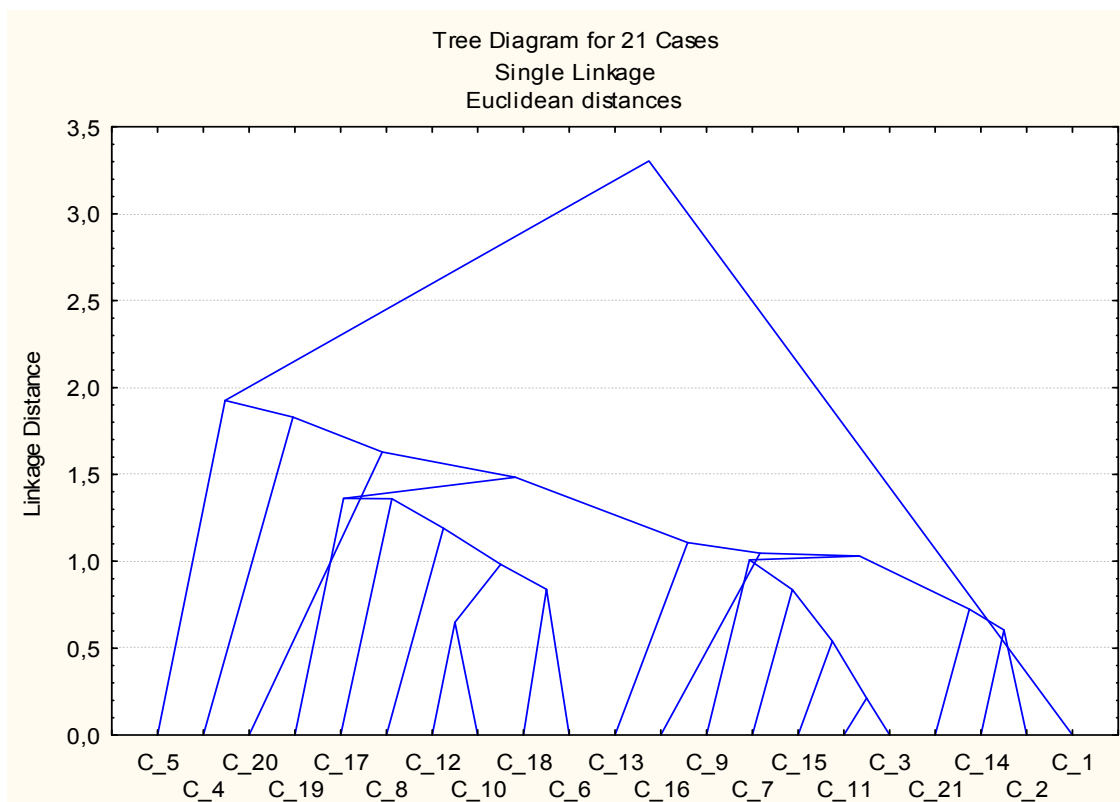


Рис. 2. Вертикальная дендрограмма древовидной классификации для исследуемых наблюдений

В первый кластер вошли 10 наблюдений (объектов): Алексеевский (C<sub>1</sub>), Валуйский (C<sub>4</sub>), Вейделевский (C<sub>5</sub>), Волоконовский (C<sub>6</sub>), Губкинский (C<sub>8</sub>), Корочанский (C<sub>10</sub>), Красногвардейский (C<sub>12</sub>), Ровенькой (C<sub>17</sub>), Чернянский (C<sub>19</sub>), Шебекинский (C<sub>20</sub>) районы.

Во второй кластер вошли 6 наблюдений (объектов): Борисовский (C<sub>3</sub>), Красненский (C<sub>11</sub>), Прохоровский (C<sub>15</sub>), Ракитянский (C<sub>16</sub>) районы.

В третий кластер вошли 5 наблюдений (объектов): Белгородский (C<sub>2</sub>), Грайворонский (C<sub>7</sub>), Ивнянский (C<sub>9</sub>), Краснояружский (C<sub>13</sub>), Новооскольский (C<sub>14</sub>) районы.

В таблице и на рис. 3 приведено окончательное распределение районов области по соответствующим кластерам и выведены средние кластерообразующие значения.

Таблица

**Распределение районов по кластерам и среднее значение кластерообразующих**

№ кластера	Ранг	Районы области	Валовой сбор, ц	Площадь, га	Всего площадь пашни, га	Доля посевов подсолнечника в общей площади пашни, %	Цена реализации 1 ц, руб.	Прибыль от реализации 1 ц, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	Алексеевский	168126	8390	79999	10,5	1390,4	574,7
1	4	Валуйский	139658	8178	63100	13,0	810,5	237,8
1	5	Вейделевский	118133	6762	74820	9,0	1041,6	460,8
1	6	Волоконовский	87043	4196	69943	6,0	857,9	349,7
1	8	Губкинский	74472	4332	79110	5,5	744,1	202,9

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	10	Корочанский	83137	5022	61855	8,1	810,4	110,3
1	12	Красногвардейский	77770	4648	66446	7,0	873,6	138,3
1	17	Ровеньский	101366	6305	71718	8,8	798,4	333,1
1	19	Чернянский	97962	5198	48880	10,6	847,6	253,9
1	20	Шебекинский	150899	7530	91251	8,3	772,7	241,1
		Среднее по кластеру	109857	6056	70712	8,56	924,8	313,85
2	3	Борисовский	47006	2535	37597	6,7	803,9	260,3
2	11	Красненский	40905	2666	37011	7,2	807,5	286,7
2	15	Прохоровский	39816	2769	45078	6,1	795,7	189,2
2	16	Ракитянский	17523	688	50405	1,4	870,9	533,1
2	18	Старооскольский	81661	3880	57760	6,7	808,7	312
2	21	Яковлевский	36472	2011	54562	3,7	824,3	352
		Среднее по кластеру	43897	2425	47069	5,15	812,4	300,53
3	2	Белгородский	38443	2024	65497	3,1	755,9	127,5
3	7	Грайворонский	30444	1790	40927	4,4	760,7	69
3	9	Ивнянский	15569	836	27368	3,1	756,9	240,2
3	13	Краснояржуский	11191	509	23310	2,2	605,4	-33,8
3	14	Новооскольский	25883	1792	61086	2,9	821,2	43,5
		В среднем по кластеру	24306	1390	43638	3,18	757,3	94,6
		В среднем по области	70642	3905	57511	6,8	891,1	293,5



Рис. 3. Распределение районов Белгородской области по уровню производства подсолнечника

Таким образом, наибольший интерес, с точки зрения развития масложирового подкомплекса Белгородской области, представляет первый кластер, куда входит десять административных районов. По данному кластеру средняя площадь посевов подсолнечника в расчете на один район больше в 2,5 раза, чем во втором, и в 4,4 раза – чем в третьем кластере. Доля посевов подсолнечника в общей площади пашни здесь составляет



8,6%, а валовой сбор подсолнечника составляет 74% от всего сбора данной культуры по области. При этом именно в этой группе районов сосредоточены три крупных завода по переработке масличных культур (Чернянский, Алексеевский и Валуйский), на долю которых приходится 98,8% производимого в области подсолнечного масла.

Районы, вошедшие в данный кластер, должны сосредоточить внимание на интенсификации производства масличных культур без расширения посевных площадей под ними путем внедрения инноваций в области производства масличных культур, минимизации издержек при выращивании и доработке маслосемян, повышения качества сырья. При этом рост сырьевого обеспечения должен быть сбалансирован с учетом имеющихся в регионе перерабатывающих мощностей.

#### Литература

1. Дубов А.М. Многомерные статистические методы / А.М. Дубов, В.С. Мхитарян, Л.И. Трошин – М.: Финансы и статистика, 2003. – 352 с.

2. Мхитарян В.С. Эконометрика: учеб.-метод. комплекс / В.С. Мхитарян, М.Ю. Архипова, В.П. Сиротин – М.: Изд. центр ЕАОИ, 2008. – 144 с.

## METHODICAL APPROACHES TO STRATEGIC PLANNING OF OIL-YIELDING CROPS PLACING BY MEANS OF CLUSTER ANALYSIS

**H.H. KRAVCHENKO**  
**T.V. SAVCHENKO**

*Alexeyevka Branch  
of Belgorod State University*

*e-mail:  
Diana080904@Yandex.ru*

The article deals with methodical approaches to strategic planning of oil-yielding crops placing by means of cluster analysis. The author examines Belgorod region area zoning according to sunflower seeds production efficiency level. The article contains agglomerative hierarchical algorithms or cluster analysis. The resulting diagram gives an opportunity to discover and interpret clusters.

Key words: sunflower, oil-yielding crops, sown areas, economic indices of sunflower production, cluster analysis, cluster.



## МЕЖБЮДЖЕТНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПРОЦЕССА РЕГИОНАЛЬНОГО БЮДЖЕТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

**М.В. РЯСКОВА**

*Московский  
государственный  
университет  
им. М.В. Ломоносова*

*e-mail:  
ryaskovamv@mail.ru*

В данной статье проанализированы особенности бюджетного планирования в рамках межбюджетных отношений и выявлено, что вне зависимости от типа экономической системы решение проблемы финансового выравнивания практически полностью является компетенцией органов управления субъекта Федерации, а сами задачи входят составной частью в проблематику бюджетно-налогового планирования на мезоуровне. Показано, что аллокационные последствия любого гранта зависят не только от его типа и величины, но и от конкретных предпочтений жителей региона, в который направляется грант. Установлено, что долевые гранты преимущественно более успешны в отличие недолевых в стимулировании местных расходов на определенные товары или услуги. Однако достаточно часто форма грантов в большей степени зависит от целей центрального правительства, нежели от целей регионов, и при недостаточно адекватной оценке региональной готовности платить за общественные блага децентрализованно принимаемые решения могут не совпасть с ожиданиями центральных органов, выделяющих грант.

Ключевые слова: региональная политика, бюджетный федерализм, межбюджетные отношения, политика выравнивания, региональные трансферты, бюджетное планирование.

В современной России исследовательский интерес к проблемам взаимоотношений «федерация-регион-субъект местного самоуправления» обусловлен целым рядом факторов, связанных как с характеристиками данных институтов, так и с особенностями исторического развития Российской Федерации. На протяжении всего периода становления российской экономики государство в целом являлось сильно централизованным, и пик данной традиции был достигнут в советский период. Согласно требованиям мирового сообщества, для достижения демократического статуса РФ необходимо не только реформировать экономику и общество, но и изменить статус субъектов Федерации. В данной связи особое значение приобретает вопрос о степени региональной и муниципальной автономии – степени самостоятельности органов местного самоуправления и возможности встраивания их действий в общую федеральную систему бюджетного регулирования.

Наблюдаемое сегодня многообразие схем горизонтального и вертикального бюджетного выравнивания, используемых на федеральном уровне, выстроенных, в основном, эмпирическим путем, с одной стороны, свидетельствует о стремлении субъектов Федерации найти наиболее рациональную модель организации межбюджетных отношений на своей территории, с другой стороны – о многоуровневом характере межбюджетных отношений внутри Федерации, требующих адекватной методико-методологической поддержки.

Задача межбюджетного регулирования обусловлена наличием значительного разрыва<sup>1</sup> между уровнями бюджетной обеспеченности в силу различий территорий в социально-экономическом развитии и является важнейшей составляющей регионального налогового планирования. В основе контрастов социально-экономической дифференциации лежат природно-климатические факторы, а также особенности и результаты сложившейся территориально-хозяйственной структуры страны, региона. Такая ситуация характерна не только для России и ее регионов, но и для других стран с федеративным устройством.

<sup>1</sup> Определенное представление о характере различий муниципалитетов в доходности (в том числе, за счет налоговых источников) можно получить, сравнив показатели налоговой плотности, степени собираемости налогов, налогового покрытия, величин среднедушевых бюджетных доходов и расходов, среднедушевой финансовой помощи.

Создание равноправной системы регионов достигается путем вертикального (на уровне федеративного государства и его субъектов) и горизонтального выравнивания регионов (на субфедеральном<sup>2</sup> уровне между региональными и местными бюджетами), которое может происходить:

1) путем выделения несвязанных трансфертов (из специальных фондов), что гарантирует минимальный уровень экономических (минимальную заработную плату) и социальных прав всем жителям федерации;

2) через межрегиональные трансферты (горизонтальные трансферты) для решения проблемы пространственного перелива услуг, т. е. их получения лицами, ничего не вложившими в их финансирование;

3) через компенсацию расходов «надрегионального» субъекта в случаях заинтересованности вертикально более высокого субъекта в услугах более низкого по уровню региона (например, Москва и Московская область) путем либо дополнительных местных финансовых ресурсов, либо финансирования через совместные фонды;

4) путем вертикального выравнивания, когда центральная власть переводит часть своих доходов в наименее благополучные регионы (используя налоговый механизм перераспределения доходов из сильного района в более слабый).

Необходимо также отметить, что создание равноправной системы регионов выполняет две функции: с одной стороны, финансовое выравнивание предотвращает эффект асимметрии в результате внешних шоковых воздействий и односторонний экономический регресс, который может являться результатом разделения полномочий между регионами и их влияния на региональные экономические структуры. С другой стороны, данная система выполняет функцию перераспределения, уменьшая различия в налоговом потенциале, вызванные экономической дифференциацией регионов. Насколько эта система сглаживает различия, зависит не в последнюю очередь от того, содержится ли в конституции требование равных стандартов жизненного уровня на территории федерации.

Очень часто в этой системе присутствует так называемый риск морального характера – выравнивание различий в доходах снижает стимулы к поощрению экономической деятельности в регионах. Как правило, финансово сильные регионы, которые в конечном итоге выделяют средства на выравнивание, как бы оплачивая свой экономический успех, часто дестабилизируют федерацию и создают еще большие децентрализованные тенденции в государстве в силу нежелания делиться своими доходами с менее богатыми регионами. Наоборот, экономически слабые регионы, как правило, не стремятся увеличивать свою доходную базу, что может привести их к потере права на финансовые трансферты в случае увеличения их доходной базы, что еще больше увеличивает межрегиональную дифференциацию. В результате эффективность использования трансфертов как механизмов выравнивания регионов становится равной нулю, так как потребность в финансовой помощи в лучшем случае сохраняется, а не уменьшается, как должно быть в идеале.

Наиболее важным инструментом горизонтального и вертикального выравнивания является выделение межбюджетных грантов. В литературе часто выделяются три основных задачи межбюджетных трансфертов: компенсация внешних эффектов, возникающих в виде перелива выгод от деятельности властей одного административно-территориального образования в другие административно-территориальные образования, выравнивание доходов субнациональных бюджетов между собой, а также исправление недостатков налоговой системы.

Для определения оптимальной формы распределения грантов необходимо предвидеть реакцию местных властей на различные типы грантов, что предполагает анализ влияния альтернативных форм грантов на местные финансовые решения. Для анализа

---

<sup>2</sup> Под субфедеральными межбюджетными отношениями понимаются взаимоотношения между органами власти и управления субъекта Федерации, администрацией районов и городов региона по поводу распределения расходных полномочий, налоговых поступлений и безвозмездных финансовых перечислений в целях создания условий для обеспечения сбалансированности бюджетов органами власти на каждом уровне с учетом законодательно возлагаемых на них задач и функций, а также с учетом имеющегося на соответствующих территориях налогового потенциала.

влияния того или иного вида гранта предположим, что влияние субсидий можно отразить в изменениях наклона и/или положения линии бюджетного ограничения, при этом используем предпосылку о том, что местные власти максимизируют свою функцию полезности, как и индивид в неоклассической теории [1]. Кривая безразличия тогда здесь может рассматриваться как кривая «среднего избирателя» (предпочтения медианного избирателя).

Для региона бюджетный грант играет примерно ту же роль, что социальная помощь для индивида. Блочный грант подобен помощи в форме денежной выплаты, которую получатель тратит на приобретение наиболее привлекательных для него товаров и услуг, он поступает в полное распоряжение территориального бюджета и может быть использован по усмотрению территориальных органов на любые цели, соответствующие функциям данного звена бюджетной системы. Таковы, например, отчисления от налога на добавленную стоимость и других федеральных налогов в бюджеты субъектов Российской Федерации. Реакцию же потребителей на использование того или иного гранта можно трактовать исходя из эластичности спроса, предъявляемого медианным потребителем на товары общественного и частного свойства, и тем самым выявлять эффективность того или иного гранта.

На рис. 1 линия 1-2 показывает альтернативу, с которой сталкиваются представители властей до получения субсидии. Без субсидирования местные власти предпочитают (в точке  $E_0$ ) платить налоги 1-5 (в единицах  $Y$ ) и обеспечивать  $OX^0$  общественно произведенных товаров. Если власти получают фиксированную сумму 3-1, то они способны приобретать больше общественно произведенных товаров. Линия бюджетного ограничения сдвигается вправо, и индивид предпочитает покупать больше  $X$ , если общественно произведенные товары являются нормальными товарами (кривая «доход-потребление» ICC имеет положительный наклон).

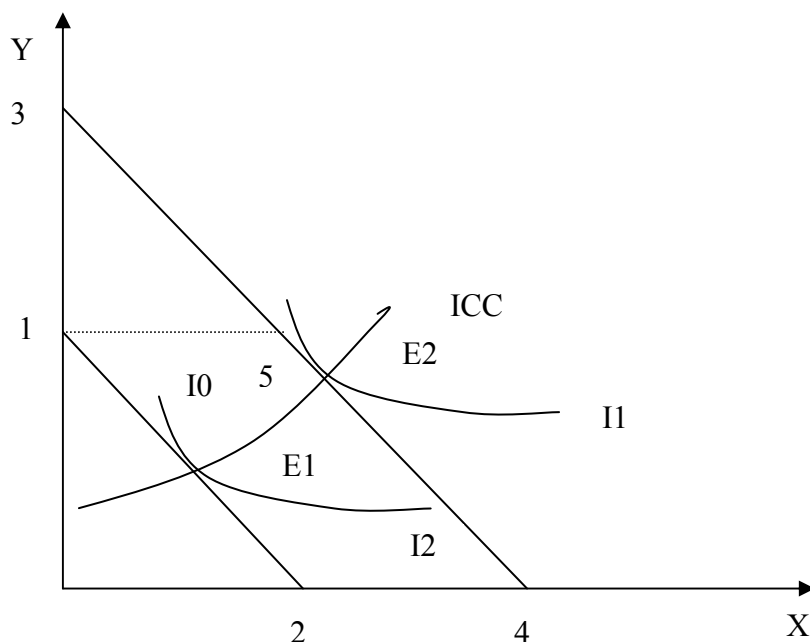


Рис. 1. Альтернативы бюджетных ограничений при получении субсидий

В результате получения местными властями субсидий общее обеспечение товарами будет увеличиваться (новая точка равновесия  $E_1$ ), и благосостояние жителей данного региона также увеличится (сдвиг кривой  $I_0$  до  $I_1$ ). Однако мы наблюдаем, что дотации идут не только на прирост потребления данного товара, часть из них идет и на прирост сопутствующего товара  $Y$  (отрезок 5-7).

*Категориальным* называется грант, направляемый в территориальный бюджет для использования на конкретные цели, которые устанавливаются органом, передаю-

щим средства из бюджета более высокого уровня. Так, часть ассигнований из федерального бюджета выделяется регионам для финансирования их участия в реализации общегосударственных программ. Как правило, категориальный грант предполагает "натурализацию" помощи. Если он долевого, то аналогом ему выступает бесплатное предоставление конкретного товара или услуги, а выделение долевых грантов аналогично лимитированному или нелимитированному субсидированию покупок. При этом федеральный бюджет в полном объеме финансирует создание соответствующих локальных общественных благ, а территориальный бюджет выступает в роли канала, по которому передаются средства.

На рис. 2 мы можем проанализировать влияние действие долевых закрытых субсидий, предусматривающих выполнение получателем определённых условий, на благосостояние граждан данного региона. В данном случае все, что получили местные власти, они обязаны отправить на дополнительный прирост товара X. В нашем случае линия бюджетного ограничения приобретает вид ломаной кривой (1-5-4), при этом условия получения гранта ограничивают стремление местных властей к принятию решения 5. Местные власти будут смещаться из  $E_0$  в  $E_1$ , получив субсидию без каких-либо условий.

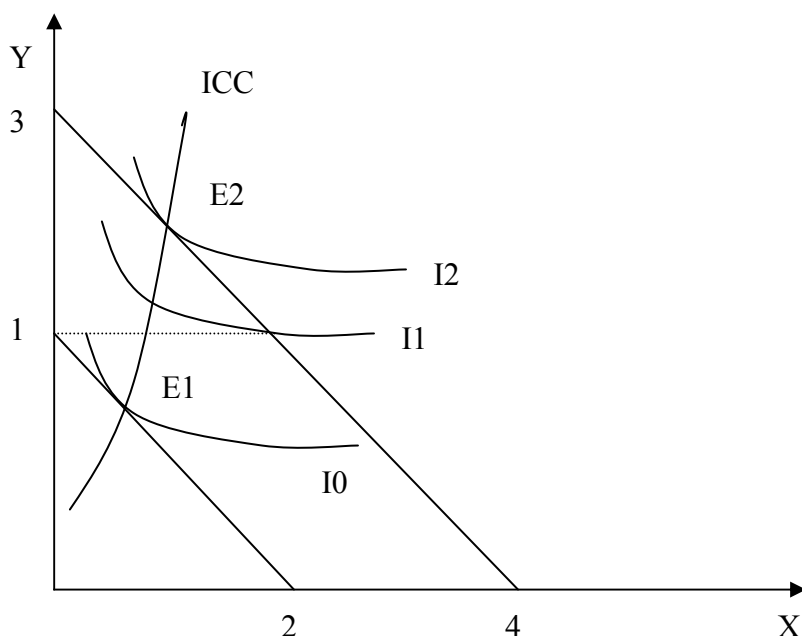


Рис. 2. Альтернативы бюджетной кривой при получении гранта

Очевидно, что в сравнении с «безусловными» субсидиями мы будем находиться на более низком уровне благосостояния (показанном на кривой безразличия  $I_1$ ) в результате того, что мы будем больше расходовать средств на товар X.

Если регион обязан дополнять его ассигнованиями из собственных источников на достижение той цели, для которой грант предназначен, то такой категориальный грант является *долевым*. Регион вправе обратиться за подобным грантом, только когда он готов тратить и собственные средства на цель, поддерживаемую центральным правительством. В этом случае общегосударственный и региональный бюджеты как бы вступают в долю для "приобретения" конкретного общественного блага.

Долевые гранты подразделяются на лимитированные и нелимитированные. Долевой лимитированный грант предполагает, что государство устанавливает предельную сумму ассигнований, на которую вправе рассчитывать регион. Долевой нелимитированный грант неограниченно возрастает с увеличением степени достижения цели, для которой он предназначен, и ростом целевых ассигнований территориального бюджета. При

этом данный грант предполагает, что за каждый рубль, потраченный местными властями, центральное правительство должно выдать определенную сумму региону.

В случае с долевыми закрытыми субсидиями линия бюджетного ограничения становится ломаной, форма которой зависит от степени закрытости дотаций [2]. На графике 3 мы подразумеваем, что условием долевого субсидии является снижение цены на товар X, т. е. центральное правительство будет сравнивать ставку с 2-3 до  $O_2$ . Бюджетная линия сдвинется из 1-2 в 1-3. Предположим, что существует верхний предел дотации 2-5 (в единицах X). В этом случае соответствующая бюджетная линия станет 1-6-5 как максимум того, что центральное правительство может предоставить это (2-5, в единицах X). Дотация теперь будет иметь такой же эффект, как условная нелинейная недолевая дотация 2-5, и индивид выберет перемещение из  $E_0$  в  $E_1$  вдоль кривой доход-потребление. Если предел дотации будет 2-8, то соответствие норме уместно. Линия бюджетного ограничения теперь 1-7-8, и индивид выбирает продвижение вдоль кривой цена-потребление до точки  $E_2$ .

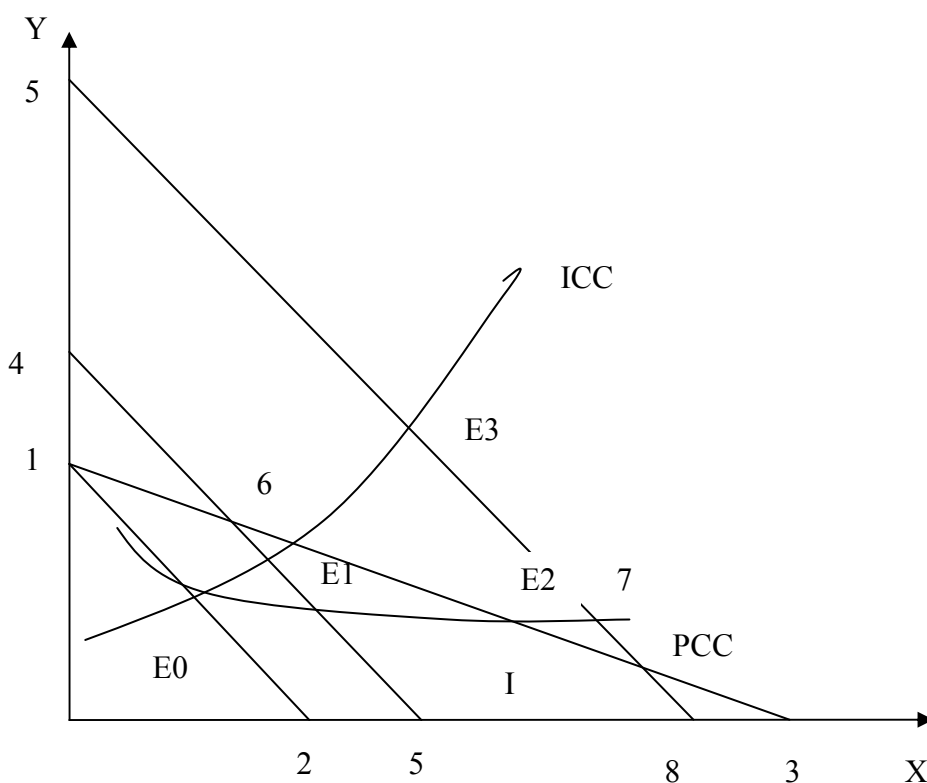


Рис. 3. Линии бюджетного ограничения при закрытой дотации

В случае с нелимитированными грантами можно предположить, что дотации в этом случае будут действовать как ценовые субсидии на товар X, и линия бюджетного ограничения для местных властей будет сдвигаться из положения 1-2 в 1-3 (рис. 3). В результате, оптимальное положение сместится из начального равновесия  $E_0$  в  $E_1$ . Это смещение будет происходить вдоль кривой «цена-потребление» (PCC) до точки, в которой требуется OX товара. Долевая открытая субсидия (ценовая субсидия) всегда будет побуждать власти покупать больше товаров, чем долевая закрытая субсидия, не предусматривающая выполнения получателем определенных условий (единовременно выплачиваемая сумма). На рис. 4 сравниваются две эти субсидии.

Для того, чтобы побудить власти приобретать OX (равновесие с долевыми открытыми субсидиями), центральное правительство должно предоставить «безусловную» субсидию 1-4, которая действует просто как эффект дохода. В этом случае новое равновесие будет перемещаться в положение  $E_2$  (сдвиг вдоль кривой «доход-потребление» ICC). В то же время открытые долевыми субсидии будут снижать цены в результате действия и эф-

факта дохода и эффекта замены. Как результат, произойдет сдвиг вдоль кривой цена-потребление (PCC). Стоит отметить, что на этом графике для того, чтобы быть уверенным, что увеличение потребления товара X происходит в одинаковом размере (т.е. OX), дотация должна быть значительно больше (т. е. равняться 1-6).

Приведенные примеры межправительственных дотаций не являются исчерпывающими, но они в достаточной степени показывают, что аллокационные последствия любого гранта зависят не только от его типа и величины, но и от конкретных предпочтений жителей региона, в который направляется грант, а также тот факт, что долевыми гранты преимущественно более успешны (чем недолевые) в стимулировании местных расходов на определенные товары или услуги. Однако достаточно часто форма грантов в большей степени зависит от целей центрального правительства, нежели от целей регионов<sup>3</sup>, и при недостаточно адекватной оценке региональной готовности платить за общественные блага децентрализованно принимаемые решения могут не совпасть с ожиданиями центральных органов, выделяющих грант.

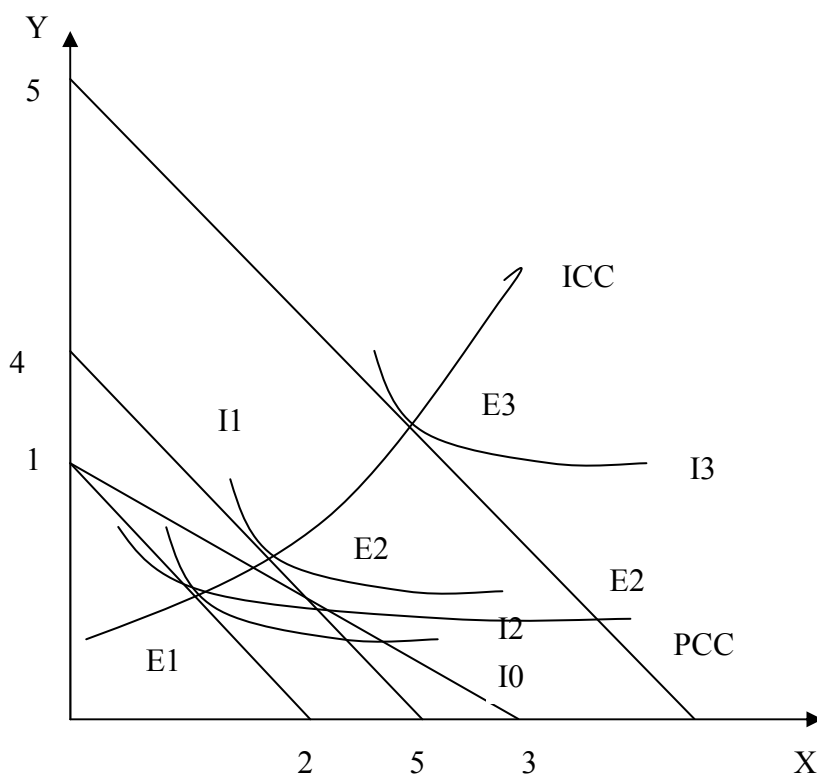


Рис. 4. Бюджетная кривая при доленой субсидии

В силу того, что национальные власти применяют тот или иной вариант межбюджетных трансфертов с учетом именно предполагаемой реакции получателей финансовой помощи, задача горизонтального и вертикального финансового выравнивания относится к одной из самых острых, противоречивых и сложных. При этом, несмотря на многообразие существующих вариантов организации субфедерального институционального устройства (республики, края, области, автономные округа и т.п.), в основе межбюджетного регулирования во всех регионах лежат одни и те же причины: нехватка собственных доходных источников для покрытия расходов муниципалитетов и необходимость в этой связи их пополнения. Существуют различные подходы к реализации задачи горизон-

<sup>3</sup> Если, например, целью центрального правительства является стремление поддержать расходы местных властей на какую-либо услугу, долевыми гранты предпочтительнее единовременных, даже если единовременные дотации увеличат благосостояние местных властей больше, чем долевыми.



тального финансового выравнивания, включая учет степени участия, компетенции и ответственности местных органов управления в этом процессе, технологические приемы реализации этапов бюджетного процесса, установления общенационального режима горизонтальной бюджетной стабилизации.

Так, например, для устранения существующих горизонтальных диспропорций в США с 1988 г. механизм бюджетного самофинансирования был дополнен системой финансирования федеральных целевых программ, осуществляемой в форме целевых трансфертов, которые предоставляются на условиях встречного финансирования. Одно из важнейших направлений финансирования связано с реализацией социальных программ, которые проводятся не только федеральным центром, но и финансируются за счет правительств штатов. При передаче полномочий сообществам и регионам вопросы финансового обеспечения их реализации были решены следующим образом: три четверти доходов субъектов федерации состоят из налоговых поступлений, которые подлежат распределению между сообществами, регионами и центром. На долю субъектов федерации приходится около половины суммы, взимаемой от налога с физических лиц, и немногим более половины поступлений от НДС. Остальная четверть пополняется за счет займов и собственных сборов, таких как регистрационная пошлина, налог на открывшееся наследство и прочие пошлины. Кроме того, в отношении регионов существует несложный компенсационный механизм: регион, в котором взимаемый налог с физических лиц на душу населения ниже среднего по стране, имеет право на индексацию за каждый ниже среднего по стране процент. Основой вертикальной сбалансированности бюджетной системы США является возможность правительства штата выпускать собственные ценные бумаги, проценты на которые могут быть освобождены от федеральных налогов, благодаря чему эти ценные бумаги становятся более привлекательными для инвесторов [3].

В Германии стабилизационная система зиждется на определении для каждой земли размера собираемых налогов, который соответствует критерию выравнивания финансов для данной земли. Налогоспособность земли (определяемая землей и местным подушным налоговым поступлением) приводится в соответствие со средней налогоспособностью по всем землям, вместе взятым. Слабым землям гарантируются 95% средней налогоспособности всех земель. Отчисляемые сильными землями платежи формируются за счет их налоговых поступлений, включая НДС. При этом 75% земельной доли НДС распределяется по отдельным землям на подушной основе, оставшиеся 25% переуступаются (распределяются) тем землям, где поступления от прямых земельных налогов в расчете на душу населения, а также от подоходного налога и налога на доходы корпораций, ниже среднеземельного уровня. Платежи осуществляются теми землями, чья налогоспособность превышает средний уровень (100%). Трансферты из богатых земель дифференцируются в прогрессивной пропорции. Иными словами, трансфертные квоты возрастают по мере роста налогоспособности той или иной земли. Если эта налогоспособность составляет 100-110% к среднему уровню, то устанавливается маргинальная норма в 66,6%. Если налогоспособность превышает 110% к среднему уровню, то маргинальная норма составляет 80%. Кроме этого, в германской модели бюджетного федерализма существует и вертикальное выравнивание финансовых возможностей. Для местных правительств поступления от налогов и иных источников недостаточны, чтобы в полной мере осуществлять ряд программ, поэтому они находятся в зависимости от субсидий остальных земель. Расчет финансовых потребностей местных правительств производится с учетом численности населения: на каждого жителя выделяется больше финансовых средств в городах с большей численностью населения.

В централизованной модели управления Советского Союза экономическая роль государственного бюджета в СССР заключалась в том, что посредством его в плановом порядке осуществлялась централизация значительной части валового дохода в единый общенародный фонд. Источником подавляющей части доходов бюджета служила стоимость продукта для общества.

В дальнейшем возникла многоканальная система платежей в бюджет, и тем самым была повышена экономическая функция каждого вида платежа в стимулировании



роста эффективности производства. Как таковые доходы бюджета государства можно разделить на три группы:

- 1) поступления от государственных предприятий и организаций;
- 2) платежи колхозов и кооперативных организаций;
- 3) средства, поступающие от населения.

Преобладающая часть доходов бюджета поступала из доходов государственных предприятий. С них взимался налог с оборота, а из прибыли – плата за основные производственные и нормируемые оборотные фонды, фиксированные (рентные) платежи, а также свободный остаток прибыли предприятий, т. е. та часть прибыли, которая остается за вычетом фондов стимулирования и доли прибыли, используемая на другие нужды предприятия. Налог с оборота поступал в бюджет в определенных ставках от объема производства и реализации продукции, независимо от качественных показателей деятельности предприятий и их финансового положения, что является одним из существенных отличий налога с оборота от налога на прибыль.

Налоговая система СССР состояла из подоходного налога, взимаемого с кооперативных предприятий и общественных организаций, колхозов, а также населения, налога на холостяков, одиноких и малосемейных граждан, сельскохозяйственный налог и местных налогов, последние устанавливались Верховным Советом СССР. Они поступали в ведение местных Советов народных депутатов и зачислялись в местные бюджеты. К таким налогам относились: налог с владельцев строений, земельный налог, налог с владельцев транспортных средств.

В государственный бюджет также поступала некоторая часть доходов колхозов, кооперативных организаций и сравнительно небольшая часть доходов населения в форме налогов. Налоги, как и в других странах, были одним из методов перераспределения доходов. Исчислялись они в виде твердых ставок или норм, установленных законом. Колхозы и кооперативные организации уплачивали налоги за счет своего чистого дохода, рабочие и служащие – за счет своего дохода по труду, а колхозники – за счет доходов от личного подсобного хозяйства.

Известная часть доходов сосредотачивалась в бюджете за счет денежных сбережений населения. С ростом доходов трудящихся суммы сбережений населения в сберегательных кассах возрастали. Часть сбережений мобилизовались в виде займов, что создавало возможность для использования части временно свободных средств населения для финансирования экономики. Однако временно свободные ресурсы государства в форме прироста вкладов населения в сберегательные кассы имели специфический характер, поскольку они могли быть использованы на развитие народного хозяйства с условием их возврата трудящимся с уплатой процента. По своей природе вклады населения являются кредитными ресурсами, поэтому возможно два способа их использования: они могут быть использованы через бюджет на финансирование народного хозяйства или в качестве источника расширения кредитных вложений. И в первом, и во втором случаях полностью обеспечивается выплата средств вкладчикам по первому требованию.

Все показатели рассчитывались, однако планирование и регулирование осуществлялось на основе «глобальных», а не индивидуальных оценок, и без расчета предельных издержек. Экономический расчет также не обладал силой принуждения. В плановых органах проводилось сопоставление плановых показателей с фактическими, чтобы иметь возможность в длительной перспективе сравнивать фактические процессы с планами.

Таким образом, исходя из вышеперечисленных моделей, вытекает, что вне зависимости от типа экономической системы решение проблемы финансового выравнивания практически полностью является компетенцией органов управления субъекта Федерации, а сами задачи входят составной частью в проблематику бюджетно-налогового планирования на мезоуровне. Федеральный центр определяет лишь общую структуру налогов и задает достаточно узкий круг нормативов отчислений от налогов, оставляемых в местных бюджетах на долевой основе. Однако в многоуровневой бюджетной системе (при наличии двух и более уровней) межбюджетные отношения часто служат инструментом в руках вышестоящего уровня власти для проведения выработанной им социальной



и экономической политики. Участие органов местного самоуправления в них ограничивается подготовкой данных для реализации принятой в регионе методики межбюджетного регулирования и согласованием опорных налогово-бюджетных показателей администрациями районов и городов субъекта Федерации в комитетах, управлениях и департаментах последнего. В дополнение к этому существует противоречие между центральной властью и представителями регионов: представители федерального уровня как высшая власть должны убедить представителей регионального уровня власти предоставить полную информацию о доходах и финансовом потенциале региона. Однако в силу стратегических интересов регионы стремятся представить экономическую ситуацию хуже, чем на самом деле. В случае занижения экономических показателей они смогут вносить меньшие ресурсы в фонд выравнивания, а в случае завышения показателей экономического неблагополучия имеются большие надежды на получение финансовой поддержки, чем при объективном представлении финансовой ситуации. Таким образом, принятие системы финансового выравнивания не в последней степени зависит от доверия регионов как друг к другу, так и к центральной власти. Чем больше вероятность того, что представители какого-либо уровня власти, действуя сообразно стратегическим интересам только своего уровня, не дают объективной информации о своей экономической ситуации, тем меньше готовность со стороны регионов вносить вклад в развитие этой системы.

Для исключения подобного рода «внеэкономических» взаимосвязей формирование региональной бюджетной концепции должно напрямую зависеть от комплексной макроэкономической стратегии государства, структурно представленной экономической, социальной, демографической, экологической и научно-технической составляющими.

В зависимости от модели федерализма управление налогами может осуществляться либо снизу-вверх<sup>4</sup>, либо сверху-вниз<sup>5</sup>, однако назначение, цели функционирования системы регионального налогообложения, режимы налогообложения не могут определяться, исходя из внутренних потребностей и возможностей этой системы, а, напротив, должны формироваться на федеральном уровне, в соответствии с его целевыми ориентирами и общерегиональными задачами. В этом плане управление созданием и функционированием системы регионального налогообложения должно входить составной частью в систему государственного управления с учетом вклада в эти процессы всех уровней государственной властной вертикали.

### Литература

1. Rubinfeld, D. (1987) The Economics of the Local Public Sector, Handbook of Public Economics, II, pp. 571-645.
2. King, Robert G. and Plosser, Charles L. (1985), 'Money, Deficits, and Inflation', 22 Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, 147-196.
3. Stotsky, J.G., Sunley, E.M. (1997): United States. In: Ter-Minassian, T. (ed.), Fiscal Federalism in Theory and Practice, Washington, p. 375.

---

<sup>4</sup> Так, например, в начале 80-х годов в условиях катастрофических бюджетных дефицитов и общего падения эффективности экономики правительство США еще больше усилило акцент на самофинансирование региональных социальных расходов за счет региональных налогов. Реализация этого принципа обеспечивалась равноправием штатов и федеральных властей в бюджетной сфере. В штатах установлены были те же налоги по наименованию, которые собираются в федеральный бюджет – подоходный налог с населения и налог на прибыль корпораций. Однако право установления этих налогов являлось исключительной прерогативой самого штата, данные правила действуют и до сих пор.

<sup>5</sup> Важным аспектом германской системы долевого разделения налогов является горизонтальное распределение поступлений от налогов. Поступления от подоходных налогов распределяются между землями с учетом регионального объема сбора этих налогов, в то время как земельные доли НДС распределяются из расчета на душу населения, хотя до 25% этой доли остается для конкретных стабилизационных целей. Подушный принцип долевого разделения НДС обеспечивает предполагаемые результаты горизонтальной сбалансированности. То же самое верно насчет местной доли личного подоходного налога: распределение между местными правительствами только отчасти зависит от местного объема сбора налога.



## **INTERBUDGETARY REGULATION AS A COMPONENT OF PROCESS OF REGIONAL BUDGETARY PLANNING**

**M.V. RYASKOVA**

*Moscow State of University*

*e-mail:*

*ryaskovamv@mail.ru*

In given article features of budgetary planning within the limits of inter-budgetary relations are analyzed and is revealed that without dependence from type of economic system, the solution of a problem of financial alignment almost completely is the competence of controls of the subject of Federation, and problems enter a component into a problematic of budgetary-tax planning at mezolevel. It is shown that *аллокационные* consequences of any grant depend not only on its type and size, but also from concrete preferences of inhabitants of region to which the grant goes. It is established that share grants are mainly more successful, than not share in stimulation of local expenses on the certain goods or services. However often enough form of grants in a greater degree depends on the purposes of the central government, rather than from the purposes of regions and at insufficiently adequate estimation of regional readiness to pay for the public blessings, is decentralized made decisions can not coincide with expectations of the central bodies allocating the grant.

Key words: regional policy, budget federalism, interregional budget relations, the policy of regional equality, regional transfers, budgetary planning.



## ВОСПРОИЗВОДСТВО МАТЕРИАЛЬНЫХ АКТИВОВ РЕГИОНА: ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ПРИКЛАДНОЙ АСПЕКТЫ

**С.М. КЛЕВЦОВ**  
**Е.В. ХАРЧЕНКО**

*Юго-Западный  
государственный  
университет, г. Курск*

*e-mail: klevtsovam@mail.ru*

В статье рассмотрено понятие воспроизводственного потенциала региона с позиции комплексного подхода (с делением на элементы) и обобщающего подхода (как целостно функционирующего объекта). Представлен сравнительный анализ в теоретическом и прикладном аспектах альтернатив обновления материальных активов региона – кредита, лизинга и покупки. При выборе вариантов обновления материальных активов использованы как классические методы расчетов с использованием аннуитетных платежей, так и альтернативные методы принятия управленческих решений: метод анализа иерархий, метод Черчмена-Акоффа, полигон альтернатив.

Ключевые слова: регион, материальные активы, воспроизводство, основные фонды, кредит, лизинг, производственный потенциал.

В настоящий момент одной из малоисследованных областей экономической науки являются теории и методы анализа потенциала экономических систем с точки зрения материальных факторов. В некоторых исследованиях обобщение потенциала экономической системы, анализ материальных факторов ее развития осуществляется, в основном, применительно к предприятию [1].

С точки зрения А. В. Янгирова, К.Н. Юсупова [2], воспроизводственный потенциал региона следует рассматривать с двух точек зрения: как неделимое целое и с возможным делением на отдельные компоненты. Воспроизводственный потенциал региона можно охарактеризовать, опираясь на следующие показатели: активы – ресурсы, контролируемые регионом и являющиеся результатом прошлых событий и источником будущих экономических выгод; обязательства – существующие в настоящий момент обязательства региона, являющиеся результатом прошлых событий и источником будущих изъятий и уменьшения экономических выгод; доходы – увеличение экономических выгод региона за отчетный период, который выражается в увеличении активов или уменьшении обязательств; расходы – уменьшение экономических выгод за отчетный период.

При анализе обобщающего воспроизводственного потенциала региона можно опираться на понятие «уровень экономического развития региона», в котором заложено понятие «силы» региона, также как и в самом термине «потенциал». Под воспроизводственным потенциалом нами предлагается понимать ресурсы и возможности непрерывного функционирования и развития экономики региона на основе материальных и нематериальных факторов развития.

При втором подходе воспроизводственный потенциал предлагается делить на отдельные элементы и исследовать его компоненты. Структурные элементы воспроизводственного потенциала можно разделить по стадиям воспроизводственного процесса регионального продукта: производство, распределение, обмен, потребление. Каждой фазе будут соответствовать определенные средства, инструменты, возможности и результаты. При таком подходе воспроизводственный потенциал региона формируется на основе взаимосвязанных и взаимозависимых элементов и может изменять количественно и качественно свои характеристики в соответствии с воздействием определенных факторов. Таким образом, не только регион, но и его воспроизводственный потенциал, можно рассматривать как систему, элементы которой взаимообусловлены, взаимозависимы.

При характеристике отдельных стадий воспроизводственного потенциала возможен также обобщающий подход. Например, при общей характеристике потенциала производства в регионе используется характеристика комплексности экономики. Идея ком-

плексности экономики восходит к социалистической идее районной комплексности – одной из важнейших, связанных с территориальной организацией народного хозяйства.

Усиление комплексного подхода в планировании и управлении, с точки зрения автора монографии [3, с. 38], позволяет обеспечить лучшую увязку между отраслями, регионами, а также отдельными предприятиями и объединениями в решении научно-технических, экономических и социальных задач. Это четко проявлялось в 80-е гг. XX века при решении крупных территориальных и межотраслевых проблем.

Комплексный подход обусловлен взаимосвязями законов экономики. И одно из требований комплексного подхода состоит в том, что каждую проблему национального масштаба необходимо рассматривать в связи с другими экономическими и социальными задачами, а также способами их решения в рамках единого комплекса страны. На базе комплексного подхода более рационально применяются программно-целевой метод планирования и экономико-математические методы.

По нашему мнению, в воспроизводственном потенциале региона можно выделить условно положительные и отрицательные элементы. Положительные элементы направлены на ускорение экономического роста в регионе, отрицательные элементы воспроизводственного потенциала тормозят экономический рост. Например, отрицательным элементом воспроизводственного потенциала может быть большой объем устаревших основных фондов. Основные производственные фонды (ОПФ) оказывают непосредственное воздействие на эффективность производства, качество работы и результаты всей финансово-хозяйственной деятельности предприятия. Возможные варианты воспроизводства основных фондов на примере Курской области рассмотрены нами ниже.

Переход к рынку выдвигает новые региональные проблемы технической реконструкции хозяйства. Предстоит значительно усилить производственный потенциал при его качественном преобразовании на путях ускорения научно-технического прогресса, широкой интенсификации экономики, более широкого внедрения лизинговых сделок при дефиците собственных ресурсов.

Обновление производственных фондов региона, а соответственно, и региональных материальных активов – одна из самых актуальных проблем становления рыночных отношений и поддержания достигнутых темпов экономического роста и выхода из сложившегося кризиса.

Основные фонды составляют материально-технический фундамент территориального образования. Объем, структура, технический уровень основных фондов определяют комплексность хозяйственного функционирования региона, темпы его дальнейшего развития. С другой стороны, полезность фондов во многом зависит от степени удовлетворения потребностей в них на данной территории. Региональные особенности и факторы в значительной мере определяют эффективность действующих и вновь вводимых основных фондов. С углублением территориального разделения труда, становлением и развитием территориально-производственных образований в рамках регионального хозяйственного комплекса возникает новое качество средств труда. Возникает территориальный аспект функционирования основных фондов, представляющих взаимосвязанную совокупность их материально-вещественных элементов, размещенных в данном регионе.

В настоящее время производственные фонды во многих отраслях регионов изношены на 60-70%, что может привести к техногенным катастрофам. Увеличиваются аварийность и травматизм, снижается производительность труда, ухудшается качество продукции.

Амортизационные отчисления и нераспределенная прибыль являются важными базовыми инвестиционными источниками. Но только их для воспроизводства основного капитала недостаточно. Из-за недостатка собственных финансовых средств на предприятиях существует проблема целевого использования амортизации в полном объеме для обновления производственных фондов.

Существенную роль играют внешние источники финансирования воспроизводства материальных активов региона в части основных фондов. Наиболее распространенными альтернативами внешнего инвестирования являются кредит и лизинг. Авторы



предлагают проводить выбор именно между лизингом и кредитом при изучении проблем финансирования материальных активов региона.

Сравнительная характеристика данных категорий с теоретической точки зрения представлена в табл. 1 и 2.

Таблица 1

### Особенности кредитных рисков лизинговых сделок

Альтернативы	Лизинг	Банковский кредит
Тип заемщика	средний и малый бизнес без кредитной истории и активов; приоритетные отрасли при поддержке государства	крупнейшие предприятия- экспортеры; широкий круг заемщиков для российских банков
Специфические кредитные риски	типичный заемщик по лизинговым операциям имеет затруднения с получением банковского кредита	свободный доступ к кредитам банков имеют предприятия, связанные с банком, что увеличивает риски по таким кредитам
Обеспечение сделки	каждая кредитная сделка обеспечена объектом сделки	качество обеспечения часто вызывает сомнение

На основе табл. 1 и 2 можно сделать вывод, что лизинг является менее рисковым и более доступным инструментом по сравнению с кредитными операциями. Причины возникновения налоговых рисков – нечеткие формулировки и противоречия, которые содержатся в законодательных актах, регулирующих налоговую сферу. Они возникают при осуществлении сделок международного лизинга, когда собственник имущества (иностранный лизинговая компания) и пользователь имущества (российское предприятие) находятся в разных юридических и налоговых системах.

Таблица 2

### Сравнительная характеристика альтернатив финансирования

Альтернативы	Лизинговые сделки	Кредитные операции
Цель использования средств	только на развитие и модернизацию производственной деятельности (техника)	для осуществления любой предпринимательской деятельности
Механизм оформления сделки	дополнительно заключается договор купли-продажи предмета лизинга (к договорам по кредитной сделке)	оформляются кредитный договор, договор залога (или поручительства) и страховой договор
Перечень требований, предъявляемых к заемщику	пакет документов меньше, чем при кредитной сделке. Лизингополучатель должен предоставить копии учредительных документов, свидетельство о регистрации, финансовые документы, банковскую карточку с образцами подписей, бизнес-план, документы по обеспечению сделки и некоторые документы по запросу лизинговой компании	должен предоставить копии учредительных документов, свидетельство о регистрации, финансовые документы, банковскую карточку с образцами подписей, бизнес-план, документы по обеспечению сделки и некоторые документы по запросу банка
Стоимость	плата зачастую выше процентной ставки банка (определяется договором)	процентная ставка по кредиту

В ходе исследования проанализированы варианты обновления материальных активов региона с практической точки зрения. Рассмотрен бизнес-процесс покупки машиностроительным предприятием ОВАО «Электроагрегат» автоматического лазерного технологического комплекса ТЛ-2.0 (в настоящее время его стоимость составляет 4620000 руб.).

Для расчетов были использованы следующие данные финансирования по проекту.



1. За счет лизинга: стоимость оборудования без НДС (балансовая стоимость) – 3678000 руб.; сумма НДС – 662040 руб.; срок лизинга – 60 месяцев; норма амортизации – 7%; коэффициент ускоренной амортизации – 3; ставка комиссионного вознаграждения, годовых – 12%; дополнительные услуги лизингодателя, всего – 800000 руб.; периодичность уплаты лизинговых платежей – ежеквартально.

2. За счет кредита: сумма кредита – 4340040 руб.; ставка (годовых) – 20%; срок кредита – 60 месяцев; количество выплат в год – 12; всего платежей по кредиту – 60; ежемесячный платеж – 72334 руб.; всего процентов по кредиту – 2.206.187 руб.; сумма кредита и процентов – 6.546.227 руб.

Составлена сводная таблица, показывающая сравнительный анализ кредита и лизинга в финансовом выражении (табл. 3).

Таблица 3

**Сравнительный анализ затрат при получении оборудования**

Финансирование проекта за счет лизинга					
Вариант расчета	Расходы, относящиеся на себестоимость (лизинговые платежи)	Выкуп имущества по остаточной стоимости	НДС, уплаченный, относящийся на расчеты с бюджетом	Всего расходов	Экономия по налогу на прибыль (24%)
Лизинг (по методическим рекомендациям)	2528660	1287300	455158,9	42711189	606878,4
Лизинг (метод с ускоренной амортизацией)	3815960	-	663701,5	4350931	915830,4
Лизинг (метод аннуитетов)	4816428,6	-	866959,1	5683387,7	1155942,9
Финансирование проекта за счет кредита					
Балансовая стоимость оборудования	НДС уплаченный, относящийся на расчет с бюджетом	Расходы, относящиеся на себестоимость (амортизационные отчисления)	Налог на имущество	Затраты на содержание кредита	Всего расходов
3678000	662040	1287300	80916	2206187	7914443

Лизинг при сравнении с покупкой оборудования за счет кредита является более выгодной формой сделки, поскольку:

1) общая сумма договора лизинга меньше затрат по кредиту и содержанию оборудования на 4479342,4 руб. при расчете по методическим рекомендациям, и на 3390328,2 при расчете по методу аннуитетов. Если провести относительное сравнение, то меньше на 45,8% в первом случае и на 28,2% во втором;

2) лизингополучатель включает лизинговые платежи в себестоимость продукции в размере от 4816428,6 до 3815960 руб., уменьшая тем самым налогооблагаемую прибыль, тогда как при покупке за счет кредита на себестоимость списываются только амортизационные отчисления в размере 1287300 руб. В первом случае – на 73,3% больше, во втором – на 66,3% больше, чем списания по кредиту. Затраты на содержание кредита в размере 2206187 руб. списываются за счет прибыли предприятия;

3) возможность применения в случае лизинга ускоренной амортизации с коэффициентом 3 позволяет списать за счет амортизации до 100% от первоначальной стоимости имущества, что даст возможность предприятию через 42 (3,5 года) месяца получить на баланс имущество с нулевой остаточной стоимостью. При кредите оборудование будет списано только через 14,5 лет;

4) арендные платежи производятся после установки, наладки и пуска в эксплуатацию, и, таким образом, фирма имеет возможность осуществлять платежи из средств, поступающих от реализации продукции, выработанной на арендуемом оборудовании;



5) при учете оборудования на балансе лизингодателя предприятие получит экономии по налогу на имущество в размере 80916 руб.

Произведенные расчеты подтверждают существенные преимущества лизинговой сделки с элементами основного капитала и позволяют менеджерскому звену предприятий принимать рациональные управленческие решения. Лизинг – выгодная альтернатива капитальным вложениям для большинства предприятий в условиях российской экономики [1].

Проведено также сравнение альтернатив инвестирования (кредит, лизинг, покупка) на основе применения таких методов принятия управленческих решений (в том числе и на региональном уровне), как МАИ, таблица оценок, полигон альтернатив. Остановимся кратко на особенностях использования каждого из приведенных инструментов.

Вполне эффективным методом выбора на основе нескольких критериев является метод анализа иерархий (МАИ), разработанный Т. Саати. Это метод оказывается полезным при принятии решений на основе как формализованных, так и неформализованных факторов. МАИ предполагает декомпозицию проблемы на более простые составляющие части, которые оцениваются в виде суждений лиц, принимающих решения.

В качестве альтернатив представлены следующие варианты: покупка (В); лизинг (С); кредит (Д).

Необходимо определить наиболее рациональный способ инвестирования в условиях дефицита финансовых ресурсов.

Выбраны следующие критерии для выбора альтернатив:

- 1) уровень общих стоимостных издержек (А1);
- 2) распределение финансового бремени во времени (А2);
- 3) простота (доступность) осуществления сделки (А3);
- 4) возможность списания на себестоимость (А4);
- 5) скорость амортизации (А5).

В итоге проведенного исследования получена результирующая таблица, отражающая результаты аналитических расчетов (табл. 4).

Таблица 4

#### Вектор приоритетов по альтернативам

	А1	А2	А3	А4	А5	Приоритет по МАИ
Вектор значимости	0,24	0,23	0,07	0,35	0,11	
В	0,69	0,12	0,64	0,14	0,2	0,3
С	0,2	0,64	0,24	0,72	0,6	0,54
Д	0,11	0,24	0,12	0,14	0,2	0,2

Полигон альтернатив представляет собой наглядную диаграмму, построенную в полярных координатах, выполненную по тем же критериям. Выбранные критерии неоднозначны, поэтому для оценки их сравнительной предпочтительности применим метод Черчмена-Акоффа (табл. 5).

Таблица 5

#### Ранжирование критериев по степени важности

Критерии	Ранг	Оценка	После нормирования
Уровень издержек	2	0,7	0,23
Распределение финансового бремени во времени	3	0,65	0,21
Доступность	5	0,3	0,1
Списание на себестоимость	1	1	0,33
Скорость амортизации	4	0,4	0,13
Σ		3,05	1

Критерии упорядочены по убыванию их важности: О1 – наиболее важный, О5 – наименее важный. Наиболее важному критерию присвоено значение 1, остальным – оценки v2...v5. Оценка наиболее важного критерия сравнивается с суммой оценок остальных критериев (сравнение продолжается, пока не сопоставятся v3 и v4+v5) (табл. 6).





Таблица 6

**Сравнение оценок по мере Черчмена-Акоффа**

Сравнение оценок	Согласованность
$1 < 0,7 + 0,65 + 0,4 + 0,3$	согласовано
$1 < 0,7 + 0,65 + 0,4$	согласовано
$1 < 0,7 + 0,65$	согласовано
$0,7 < 0,65 + 0,4 + 0,3$	согласовано
$0,7 < 0,65 + 0,4$	согласовано
$0,65 < 0,4 + 0,3$	согласовано

Условия соблюдались во всех неравенствах, необходимости в корректировке оценок не возникло. Полученные результаты нормированы.

Существует три варианта воспроизводства ОФ. Сравнительная характеристика по данному методу представлена в табл. 7.

Таблица 7

**Сравнительный анализ альтернатив**

Критерий	Альтернативы		
	покупка	лизинг	кредит
1. Стоимость	3 млн. руб.	5 млн. руб.	7 млн. руб.
2. Распределение средств во времени	единовременно	5 лет (платежи после запуска)	5 лет
3. Доступность	доступно при отсутствии дефицита финансовых средств	средний уровень сложности	труднодоступно (заклад, поручители)
4. Списание на себестоимость	амортизация	все платежи	амортизация
5. Скорость амортизации	1-2	3	1-2

Для количественной оценки безразмерных величин и перевода размерных в безразмерные используем шкалу Харрингтона (1...5) (табл. 8-9).

Таблица 8

**Соответствие размерных и безразмерных величин по шкале характеристик**

Безразмерная шкала характеристик	Критерии				
	стоимость	во времени	доступность	списание	амортизация
1	7 (кредит)	единовременно (покупка)	очень сложно (кредит)	нет списания	-
2	6	3 года	сложно	меньшая часть (покупка, кредит)	1 (покупка, кредит)
3	5 (лизинг)	3 года после запуска	средняя степень сложности (лизинг)	половина	1,5
4	4	5 лет (кредит)	легко	большая часть	2
5	3 (покупка)	5 лет после запуска (лизинг)	очень легко (покупка)	все платежи (лизинг)	3 (лизинг)

В табл. 9 представлена сравнительная характеристика альтернатив воспроизводства материальных активов региона на основе количественного определения безразмерных величин.

Таблица 9

**Оценка альтернатив по сумме безразмерных величин  
при неравноценных критериях**

Критерий	Весовой ко- эффициент	Альтернатива					
	$B_k$	покупка		лизинг		кредит	
		P	$P \cdot B_k$	P	$P \cdot B_k$	P	$P \cdot B_k$
1	0,23	5	1,15	3	0,69	1	0,23
2	0,21	1	0,21	5	1,05	4	0,84
3	0,1	5	0,1	3	0,33	1	0,1
4	0,33	2	0,33	5	1,65	2	0,66
5	0,13	1	0,13	5	0,65	1	0,13
			2,65		4,37		1,96

Максимальная сумма соответствует второй альтернативе, т. е. при выборе альтернативы методом таблицы оценок оптимальным является лизинг.

Значение критериев соизмерены, оси промасштабированы, поэтому для расширения альтернатив можно рассчитать площадь многоугольника.

Угол между осями равен  $360^\circ/5=72^\circ$ . Следовательно, площадь многоугольника определяется по формулам (1-2)

$$S_{\text{общ}} = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5, \quad (1)$$

$$S_n = \frac{1}{2} \cdot A \cdot B \cdot \sin 72^\circ. \quad (2)$$

Наилучшие значения оценок расположены дальше от центра (рис. 1). Оптимальным будем считать вариант, которому соответствует многоугольник наибольшей площади (табл. 10).

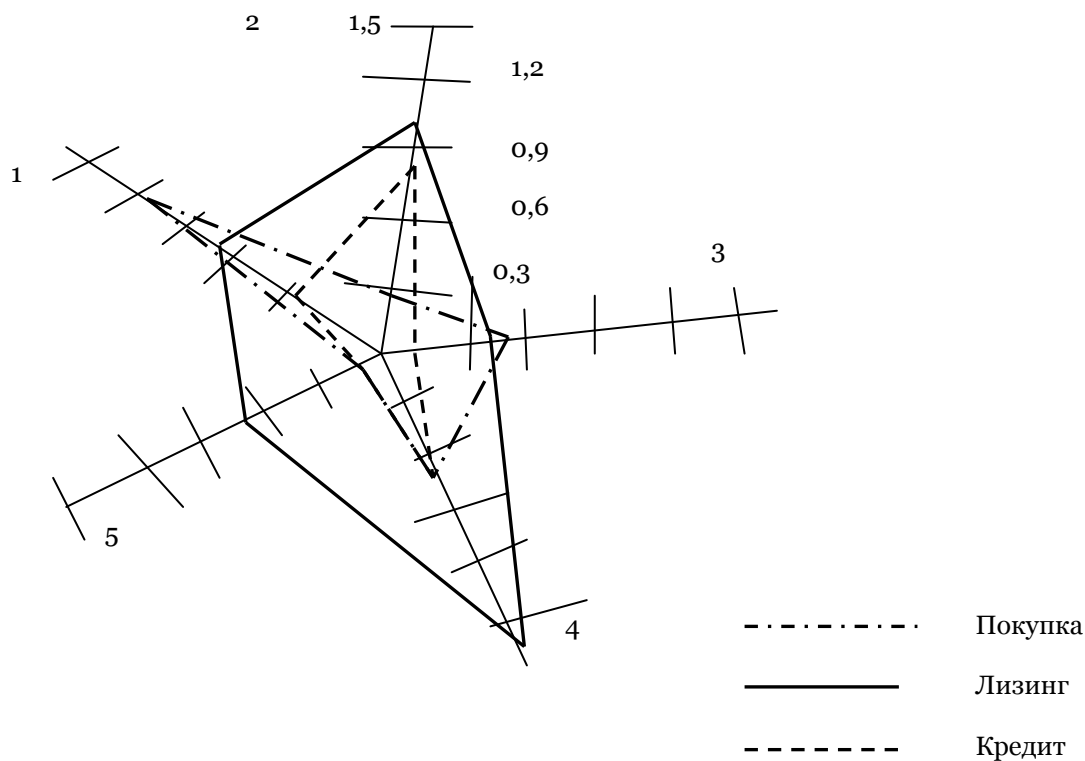


Рис. 1. Полигон альтернатив



Таблица 10

**Расчет площадей многоугольников по выбранным альтернативам**

Покупка			Лизинг			Кредит		
A	B	S <sub>n</sub>	A	B	S <sub>n</sub>	A	B	S <sub>n</sub>
1.15	0.21	0.23	0.69	1.05	0.69	0.23	0.84	0.18
0.21	0.5	0.1	1.05	0.33	0.33	0.84	0.1	0.08
0.5	0.66	0.31	0.33	1.65	0.52	0.1	0.66	0.06
0.66	0.13	0.08	1.65	0.65	1	0.66	0.13	0.08
0.13	1.15	0.14	0.65	0.69	0.43	0.13	0.23	0.03
S <sub>общ</sub> =0,86			S <sub>общ</sub> =2,97			S <sub>общ</sub> =0,43		

Таким образом, в результате проведенного анализа доказана эффективность лизинга как варианта инвестирования воспроизводства материальных активов региона по сравнению с другими вариантами финансирования не только на основе одного критерия «выгода», но и в целом при анализе лизинга как элемента экономических отношений.

**Литература**

1. Сосненко, Л.С. Системный подход к экономическому потенциалу / Л.С. Сосненко // Финансы и кредит. – 2002. – № 21 (111). – С.47-54.
2. Янгиров, А.В. Проблемы измерения воспроизводственного потенциала региона / А.В. Янгиров, К.Н Юсупов // Проблемы экономики и управления. – 2005. – № 1. – С.148-155.
3. Бачурин, А.В. Интенсификация и эффективность / А.В. Бачурин. – М.: Экономика, 1985. – 264 с.

**REPRODUCTION OF MATERIAL ACTIVES OF REGION:  
THEORETICAL AND APPLIED ASPECT**

**S.M. KLEVTSOV  
E.V. HARCHENKO**

Southwest State University

e-mail: [klevtsovam@mail.ru](mailto:klevtsovam@mail.ru)

In article the concept reproduction potential of region is considered. The comparative analysis in theoretical and applied aspect of alternatives of updating of material actives of region is submitted.

Key words: region, material actives, reproduction, a fixed capital.



# ИНВЕСТИЦИИ И ИННОВАЦИИ

УДК 338.24.01:005

## ИНСТРУМЕНТАРИЙ ИЗМЕРЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА

**О. А. ЛОМОВЦЕВА**  
**С. В. КОЧЕТКОВ**

*Белгородский  
государственный  
университет*

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

*e-mail: SV\_Kochetkov@mail.ru*

Статья посвящена проблеме измерения инновационности экономического роста и использования в этих целях понятия эффективности инновационного потенциала единицы хозяйствования. Подчеркивается, что применение разработанной системы показателей эффективности инновационного потенциала промышленного предприятия определяет уровень внедрения инновации и устанавливает пределы наращивания инновационного потенциала. Сделан акцент на то, что обладание последним свидетельствует о становлении и развитии экономики инноваций в нашей стране.

Ключевые слова: инновационная теория, экономика инноваций, инновационность, инновационный потенциал единицы экономики, показатели эффективности инновационного потенциала предприятия промышленности.

Модернизация российского общества, его постиндустриальный характер переориентировали вектор развития в сторону новой экономической системы организации производства и потребления, которая обуславливается функционированием установленной последовательности «исследование – производство – эксплуатация – практическая реализация». Это, по мнению авторов, представляет собой структурную схему экономики инноваций.

Президент России Д.А. Медведев заявил: «Двадцать лет бурных преобразований так и не избавили нашу страну от унижительной сырьевой зависимости. Наша теперешняя экономика переняла у советской самый тяжелый порок – она в значительной степени игнорирует потребности человека. Отечественный бизнес за малым исключением не изобретает, не создает нужные людям вещи и технологии. Торгуется тем, что сделано не им, – сырьем либо импортными товарами. Готовые же изделия, произведенные в России, в основной массе пока отличаются крайне невысокой конкурентоспособностью» [1]. Это, как полагают авторы, свидетельствует о необходимости реформирования инструментария измерения экономического роста, применяемого в отечественной науке и практике.

В данном контексте экономика инноваций представляет и обосновывает главную характеристику ее единицы (единичного элемента экономики) – инновационность, сущ-

ность которой в том, что социально-экономическая система (предприятие, территория, страна) обладает инновационным потенциалом. Следовательно, экономика инноваций предполагает оценку эффективности использования инновационного потенциала единицами хозяйствования.

Инновационный потенциал – совокупная способность единичных элементов экономики достигать поставленных инновационных целей с использованием имеющихся в наличии ресурсов. В его структуре целесообразно выделить:

– кадровый потенциал, который определяет базовые параметры, разрабатывает стратегию и выявляет условия применения инновационного потенциала;

– производственный потенциал. На этом уровне устанавливается инновационная зависимость производственной системы и определяется предельная изменчивость инновационного потенциала;

– инвестиционный потенциал. В этом случае определяются параметры наращивания и пространственные границы инновационного потенциала единичных элементов хозяйствования.

Структура инновационного потенциала определяет способы управления.

1. Разработка методики формирования инновационного потенциала.
2. Построение механизма функционирования инновационного потенциала производственной системы.
3. Обоснование стратегии реализации инновационного потенциала.
4. Формирование системы регулирования инновационного потенциала.
5. Установление экономического инструментария развития инновационного потенциала.

Изложенное доказывает, что рост экономики инноваций – это наращивание (количественное и качественное) инновационного потенциала, обусловленное эффективностью его применения, что требует структурных изменений в управлении предприятиями промышленности.

Развитие инновационного потенциала единицы хозяйствования представляет собой переход из одного (начальное) состояния в качественно новое (конечное), т.е. происходит изменение структуры инновационного потенциала, при котором увеличивается его предельное значение или масштаб. При надлежащем регулировании инновационного потенциала промышленного предприятия следует говорить о наращивании инновационного потенциала единицы хозяйствования. Следовательно, стратегия развития инновационного потенциала единицы хозяйствования может и должна быть обусловлена системой показателей эффективности его применения, которая основывается на следующих критериях:

– результативности, т.е. готовности и способности разрабатывать в результате осуществления инновационной деятельности инноваций, способствующих достижению поставленных инновационных целей;

– экономичности, т.е. готовности и способности производить необходимые инновации при «приемлемом» уровне затрат;

– времени, т.е. готовности и способности реализовывать необходимые результаты за определенный промежуток времени.

Эффективность инновационного потенциала промышленного предприятия определяется единством трех обозначенных выше компонент и может быть охарактеризована как на отдельных стадиях инновационной деятельности, реализуемой в рамках предприятия, так и в целом.

В этой связи проверка соответствия генерированных и приобретенных инноваций требованиям промышленного предприятия происходит в результате определения эффективности применения инновационного потенциала. Здесь речь идет о том, чтобы определить, насколько каждая конкретная инновация, предполагаемая к внедрению или освоению, способствует достижению инновационных целей, стоящих перед промышлен-



ным предприятием. Очевидно, что должна существовать методика, позволяющая произвести данный отбор. Трудности разработки такой методики связаны с тем, что предполагается учет множества разнонаправленных факторов как во внутренней, так и во внешней среде предприятия, и оценка проектов только с точки зрения их экономической эффективности может привести к недооценке воздействия этих факторов, которая неизбежно отразится на экономической эффективности инновационного проекта. Вместе с тем, экономический эффект, получаемый от реализации инновационного проекта, должен служить критерием для их отбора.

Чрезвычайно важное значение для определения эффективности применения инновационного потенциала имеет сравнение данных, полученных на предприятии в результате измерения инновационного потенциала, не только с прошедшим периодом времени, но и с аналогичными показателями во внешней среде промышленного предприятия. Именно сравнение полученных результатов по предприятию с аналогичными показателями позволяет судить с позиций общественно необходимого уровня эффективности применения инновационного потенциала.

В качестве базы сравнения могут быть использованы:

- аналогичные показатели предприятий-конкурентов;
- аналогичные данные о лидирующих предприятиях в той же отрасли отечественной (в отдельных случаях, зарубежной) промышленности;
- аналогичные данные о лидирующих предприятиях в той же отрасли, осуществляющих свою деятельность на международных рынках;
- аналогичные данные в среднем по отрасли.

Расчет показателей эффективности применения инновационного потенциала необходимо осуществлять на основе фактических результатов деятельности промышленного предприятия через определенные промежутки времени. В свою очередь, периодичность проведения данных расчетов позволит своевременно выявлять резервы, разрабатывать направления их использования на основе конкретизации инновационных целей и, в конечном итоге, построить в рамках промышленного предприятия стратегию развития инновационного потенциала.

При этом развитие инновационного потенциала предприятия должно рассматриваться как сложный ряд нескольких видов деятельности, т.е. новая идея усваивается посредством последовательного прохождения взаимосвязанных этапов исследования, разработки и принятия управленческих решений. Заключительным этапом этого процесса является принятие на рынке продукта, который может иметь вид вещи, способа или процесса. Для построения соответствующей методической базы развития инновационного потенциала предприятия необходимо, прежде всего, установить совокупность условий, обуславливающих эффективность инновационного потенциала. Для этого будем использовать научные и практические разработки зарубежных ученых и первые положительные успехи в этой области российских экономистов.

В данном случае одним из основополагающих условий определения эффективности использования инновационного потенциала единицы хозяйствования, обеспечивающим достижение инновационных целей и конкурентных позиций на рынке, выступает выбор той или иной инновации, который, как нам представляется, должен учитывать:

- классификацию инноваций по различным принципам, признакам, группам и т.п. (в общем виде базисные и улучшающие инновации или базовые и прорывные инновации);
- уровень внедрения той или иной инновации, в том числе целесообразность использования готовой инновации или имеющей некоторые стадии недоработки, т.е. внедрение (освоение) незаконченной инновации;
- измерение инновационного потенциала единицы хозяйствования, в том числе с учетом рискованной составляющей и при совместной реализации нескольких инновационных проектов.

Важно подчеркнуть, что, прежде всего, необходимо уметь отличать инновации от несущественных видоизменений в продукции и технологических процессах (например, эстетические изменения – цвета, формы и т.п.); незначительных технических или внешних изменений в продукции, оставляющих неизменными конструктивное исполнение и не оказывающих достаточно заметного влияния на параметры, свойства, стоимость инновации, а также входящих в нее материалов и компонентов; от расширения номенклатуры продукции, за счет освоения производства не выпускавшейся прежде на данном предприятии, но уже известной на рынке, продукции с целью удовлетворения текущего спроса и увеличения доходов предприятия.

Также следует отметить, что стимулирование применения той или иной инновации в производстве связано с проблемой правильного ее выбора. Сложность отбора для внедрения в производство того или иного предлагаемого инновационной деятельностью решения заключается, прежде всего, в разнообразии возможного воздействия каждого из этих решений на производство. Разнообразие определяется тем, что различные внедряемые в производство технические и технологические инновации даже при условии, что они приносят одинаковый производственный эффект, обладают различной экономической эффективностью, так как по-разному влияют на изменения в производственном аппарате и используемых материалах, на организацию производства.

В связи с этим актуальность проблемы выбора инновации заключается в том, что правильный первоначальный выбор предопределяет весь ход последующей инновационной деятельности и делает развитие производства необратимым.

Различные виды инноваций находятся в тесной взаимосвязи и предъявляют специфические требования к их практической реализации и измерению инновационного потенциала предприятия. Так, например, интегрирующие и базисные инновации, влияя на содержание кадрового потенциала, одновременно создают условия для эффективной реализации технических и технологических инноваций, т.е. использования производственного потенциала, а последние, в свою очередь, оказывают влияние на определение пространственных границ инновационного поведения производства в экономической среде и оптимизацию структуры инвестиционных ресурсов предприятия при реализации инновационных проектов, т.е. использование инвестиционного потенциала.

Исходя из этого, правильный выбор инноваций позволит:

- осуществлять «привязку» к типу инноваций того или иного поведения их реализации и практической инновационной деятельности, разрабатывать эффективную рыночную стратегию, направленную на использование и реализацию инноваций;
- формировать экономические механизмы и организационные формы управления инновационным потенциалом единицы хозяйствования в зависимости от типа инновации;
- определять методы и формы реализации и продвижения инновационного продукта и инновационных технологий в зависимости от различных типов инноваций;
- оптимизировать организационные формы инновационной деятельности, экономические отношения в инновационной сфере и применение инновационного потенциала.

Для определения эффективности инновационного потенциала единицы хозяйствования необходимо решить такую проблему, как внедрение инноваций в производство, т.е. выяснить, что именно считать внедрением. Принято считать, что внедрение (освоение) инноваций в производство является завершающей стадией инновационной деятельности в цикле «исследование – производство – эксплуатация» [2]. Исходя из этого подхода, рассматривались и решались проблемы внедрения инноваций в народном хозяйстве, формировалась система измерения инновационного потенциала, разрабатывались механизмы его развития.

В настоящее время в экономической литературе нет единства в определении понятия «внедрение» инноваций и его приложений к стадиям указанного цикла. Исследование данного подхода позволяет установить, что он порождает не только терминологию



ческие разногласия, но и расхождения в оценке уровня, количества, объемов, стимулирования, сроков и широты внедрения инноваций, в способах стоимостного измерения затрат на инновационную деятельность и, как следствие, в определении эффективности инновационного потенциала предприятия.

В связи с этим, как считают авторы, необходима постадийная оценка завершенности и внедрения инноваций на последующих стадиях их разработки, производства и практической реализации.

Следовательно, определение эффективности инновационного потенциала следует рассматривать как целенаправленную систему мер по разработке, производству, внедрению (освоению), распространению, коммерциализации инноваций. Это очевидно определяет наличие различных уровней внедрения инноваций в производство:

- формируемый инновационный потенциал;
- функционирующий инновационный потенциал;
- реализуемый инновационный потенциал.

В этой связи внедрением инноваций в народном хозяйстве следует считать процесс, охватывающий комплекс организационно-технических мероприятий, принятых технико-экономических решений, направленных на использование инноваций в производстве, а также создание условий для практической реализации инноваций с целью замены действующей техники, технологии, систем управления, доведения инновационного продукта до потребителя и т.п.

В этих условиях проблема поддержания высокой эффективности функционирования инновационного рынка в долгосрочном плане, связанная с необходимостью обеспечения прогрессивных технологических сдвигов в экономике, решается путем комбинирования рыночного и централизованного регулирования как хозяйственной деятельности, так и создания и распространения инноваций.

Другим приоритетным условием определения эффективности инновационного потенциала единицы хозяйствования выступает то обстоятельство, что все большее внимание уделяется вопросам не только эффективности применения инновационного потенциала, но и возможностям его наращивания для реализации инновационных целей развития промышленного предприятия.

В этом случае при подборе инструментария развития инновационного потенциала необходимо учитывать:

- какие конкретно возможности предприятия можно определить категорией «инновационный потенциал», и измерение каких возможностей позволяет наиболее адекватно определить мощности предприятия и учитывать их при построении планов и прогнозов. Речь идет о выборе между измерением реального, достигнутого уровня, максимально возможного уровня при идеальных условиях и различных перспективных уровней в реализации конкретных инновационных целей;
- какие факторы и условия определяют конкретный уровень инновационного потенциала.

Таким образом, при определении эффективности инновационного потенциала единицы хозяйствования необходимо рассматривать его совокупные способности определять, формировать и удовлетворять потребности рынка в инновационных товарах и услугах.

Обобщение имеющегося отечественного и зарубежного опыта определения эффективности инновационного потенциала промышленного предприятия показало, что существующие подходы в полном объеме характеризуют эффективность его применения лишь на отдельных уровнях: сформированного, функционирующего и реализуемого инновационных потенциалов.

Определение эффективности инновационного потенциала в целом по предприятию носит поверхностный характер и требует корректировки и уточнения. Вместе с тем, современные условия хозяйствования предъявляют новые требования к определению



эффективности инновационного потенциала, основой которых выступает рассмотрение его как системы, которая состоит из взаимосвязанных элементов: кадрового, производственного и инвестиционного.

Из этого следует, что система показателей эффективности инновационного потенциала промышленного предприятия должна включать следующие показатели:

- эффективность функционирования производственной системы предприятия (1, 2),
- эффективность использования инновационных технологий (3, 4),
- эффективность произведенной инновационной продукции (5, 6),
- эффективность разработки инновационных технологий (7, 8, 9).

В качестве показателей эффективности функционирования производственной системы предприятия выступают:

- коэффициент внутренней эффективности производственной системы предприятия; рассчитывается отношением стоимости самостоятельно разработанных предприятием инновационных технологий к общей стоимости технологий:

$$K_{VUE} = \frac{\sum_{i=1}^N IT_{Si}}{\sum_{i=1}^N IT_{Oi}}, \quad (1)$$

где  $K_{VUE}$  – коэффициент внутренней эффективности производственной системы предприятия,

$IT_s$  – стоимость самостоятельно разработанных предприятием инновационных технологий,

$IT_o$  – общая стоимость используемых на предприятии технологий,

$i=1, \dots, N$  – количество инновационных технологий;

- коэффициент внешней эффективности производственной системы предприятия определяется как отношение стоимости используемых предприятием со стороны инновационных технологий к общей стоимости технологий:

$$K_{VEE} = \frac{\sum_{i=1}^N IT_{STi}}{\sum_{i=1}^N IT_{Oi}}, \quad (2)$$

где  $K_{VEE}$  – коэффициент внешней эффективности производственной системы предприятия;

$IT_{ST}$  – стоимость используемых предприятием со стороны инновационных технологий.

Эффективность использования инновационных технологий определяется с помощью показателей:

- коэффициента эффективности собственных инновационных технологий – отношения стоимости инновационной продукции, произведенной с помощью собственных инновационных технологий, к общей стоимости производимой предприятием продукции:

$$K_{ESIT} = \frac{\sum_{i=1}^N IP_{Si}}{\sum_{i=1}^N OP_i}, \quad (3)$$

где  $K_{ESTT}$  – коэффициент эффективности собственных инновационных технологий;

$IP_{Si}$  – стоимость инновационной продукции, произведенной с помощью собственных инновационных технологий,

$OP_i$  – стоимость производимой предприятием продукции,

$i=1, \dots, N$  – количество инновационной продукции;

– коэффициента эффективности сторонних инновационных технологий, который рассчитывается как отношение стоимости продукции, произведенной с помощью сторонних инновационных технологий, к общей стоимости производимой предприятием продукции:

$$K_{ESTT} = \frac{\sum_{i=1}^N IP_{STi}}{\sum_{i=1}^N OP_i}, \quad (4)$$

где  $K_{ESTT}$  – коэффициент эффективности сторонних инновационных технологий;

$IP_{STi}$  – стоимость инновационной продукции, произведенной с помощью сторонних инновационных технологий.

В свою очередь, эффективность произведенной инновационной продукции рассчитывается при помощи показателей:

– коэффициента полной эффективности инновационной продукции – отношения стоимости произведенных предприятием единичных инноваций к общей стоимости инноваций:

$$K_{PE} = \frac{\sum_{j=1}^J I_{Ej}}{\sum_{i=1}^N I_{Oi}}, \quad (5)$$

где  $K_{PE}$  – коэффициент полной эффективности инновационной продукции,

$I_E$  – стоимость произведенных предприятием единичных инноваций;

$j=1, \dots, J$  – количество единичных инноваций,

$I_O$  – общая стоимость инноваций,

$i=1, \dots, N$  – общее количество инноваций;

– коэффициента сопряженной эффективности инновационной продукции; определяется отношением стоимости произведенных предприятием сопряженных инноваций к общей стоимости инноваций:

$$K_{SE} = \frac{\sum_{y=1}^Y I_{Sy}}{\sum_{i=1}^N I_{Oi}}, \quad (6)$$

где  $K_{SE}$  – коэффициент сопряженной эффективности инновационной продукции,

$I_S$  – стоимость произведенных предприятием сопряженных инноваций,

$y=1, \dots, Y$  – количество сопряженных инноваций.

И, наконец, эффективность разработки инновационных технологий может быть определена коэффициентом эффективности собственных используемых инновационных технологий, который рассчитывается как отношение стоимости собственных используемых инновационных технологий к стоимости: а) разрабатываемых технологий; б) неиспользуемых технологий; в) незавершенных технологий:

$$a) K_{ESIT} = \frac{\sum_{i=1}^N IT_{SITi}}{\sum_{r=1}^R IT_{SRITr}}, \quad (7)$$

где  $K_{ESIT}$  – коэффициент эффективности собственных используемых инновационных технологий,

$IT_{SIT}$  – стоимость собственных используемых инновационных технологий,

$i=1, \dots, N$  – количество собственных используемых инновационных технологий,

$IT_{SRITr}$  – стоимость разрабатываемых инновационных технологий,

$r=1, \dots, R$  – количество разрабатываемых инновационных технологий;

$$б) K_{ESIT} = \frac{\sum_{i=1}^N IT_{SITi}}{\sum_{m=1}^M IT_{SMITm}}, \quad (8)$$

где  $IT_{SMIT}$  – стоимость неиспользуемых инновационных технологий,

$m=1, \dots, M$  – количество неиспользуемых инновационных технологий,

$$в) K_{ESIT} = \frac{\sum_{i=1}^N IT_{SITi}}{\sum_{z=1}^Z IT_{SZITz}}, \quad (9)$$

где  $IT_{SZIT}$  – стоимость незавершенных инновационных технологий,

$z=1, \dots, Z$  – количество незавершенных инновационных технологий.

Расчет системы показателей эффективности инновационного потенциала промышленного предприятия позволяет определить целесообразность разработки и реализации той или иной инновации в определенный момент времени и является опосредующим этапом стратегии развития инновационного потенциала единицы хозяйствования.

При этом необходимо установить, в каких случаях было осуществлено эффективное применение инновационного потенциала. Для этого обратимся к его определению, из которого следует, что:

$$IC = IP + IR, \quad (10)$$

где  $IC$  – инновационный потенциал,

$IP$  – инновационная возможность,

$IR$  – инновационный резерв.

Это не что иное, как измерение инновационности роста экономики, которую представим следующим образом (см. рис. 1).

Увеличение масштаба применения инновационного потенциала в обязательном порядке должно сопровождаться повышением его стоимости (на величину наращивания), что свидетельствует, по глубокому убеждению авторов, об эффективности инновационного потенциала единичного элемента экономики.

В других случаях следует говорить о необходимости отказаться от применения инновационного потенциала. Несоблюдение этого сопровождается крахом в дальнейшей практической деятельности предприятия.

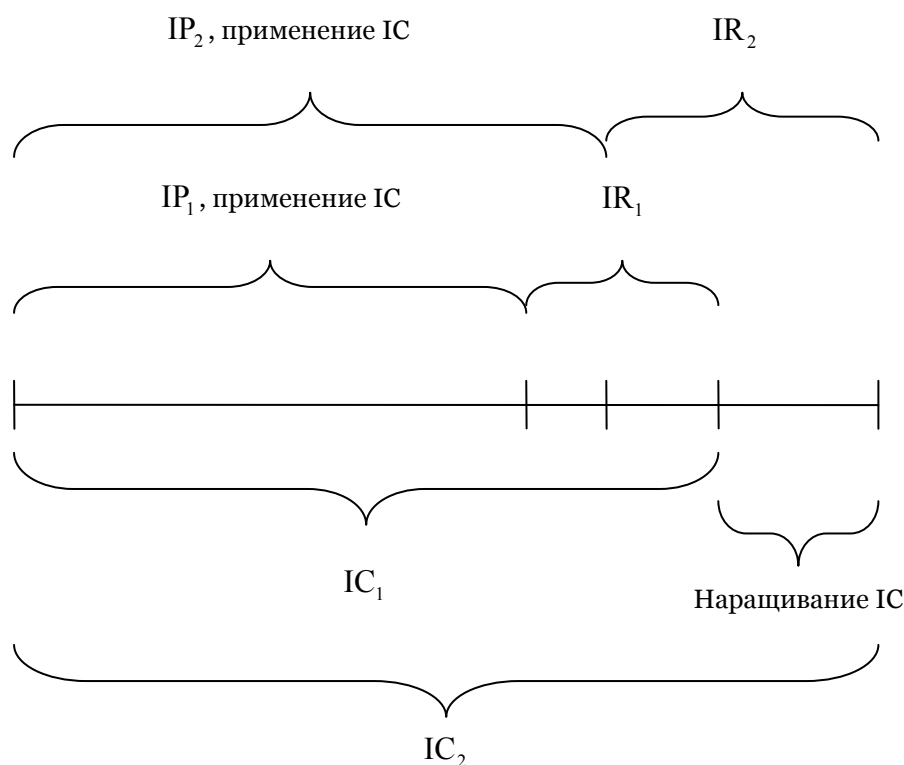


Рис. 1. Измерение инновационности единицы экономики или  
эффективность применения инновационного потенциала  
единицы хозяйствования

Изложенные меры и инициативы позволяют сделать вывод о том, что эффективность инновационного потенциала единицы экономики является показателем измерения инновационности экономического роста. Она определяет уровень внедрения инновации и устанавливает пределы наращивания инновационного потенциала, ее следует включать в качестве неотъемлемого элемента механизма становления экономики инноваций в нашей стране.

#### Литература

1. Медведев, Д.А. Россия, вперед! / Д.А. Медведев [Электронный ресурс] . – 2009. – Режим доступа : <http://www.президент.рф>.
2. Хучек, М. Инновации на предприятиях и их внедрение / М. Хучек. – М. : Луч, 1992. – 310 с.

## SET OF INSTRUMENTS OF MEASURING OF ECONOMIC EFFICIENCY OF THE INNOVATIVE CAPACITY

**O. A. LOMOVITSEVA<sup>1)</sup>**  
**S. V. KOCHETKOV<sup>2)</sup>**

*Belgorod State University*

<sup>1)</sup> e-mail:  
[Lomovceva@bsu.edu.ru](mailto:Lomovceva@bsu.edu.ru)

<sup>2)</sup> e-mail:  
[SV\\_Kochetkov@mail.ru](mailto:SV_Kochetkov@mail.ru)

The article is devoted to with the measurement innovativeness of growth economic and making use of the concept of the effectiveness of the innovative capacity of unit industries. It is emphasized that the application of the developed system of efficiency indicators of the innovative capacity of industrial enterprises determines the scale of the introduction of innovation and sets scope to increase of innovative capacity. Emphasis on the fact that the possession of the latest indicates of the formatting and development of economy of innovation in our country.

Key words: innovative theory, economy of innovation, innovativeness, innovative capacity units of the economy, efficiency indicators of innovative capacity of the enterprise industry.

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В ОБЛАСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ<sup>1</sup>

**В.В. ЛОМАКИН**  
**В.М. НИКИТИН**  
**В.В. МИШУНИН**

*Белгородский  
государственный  
университет*

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

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

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

В статье рассмотрены основные этапы инновационного процесса развития региональной наноиндустрии. Обсуждены существующие подходы к организации и проведению патентно-лицензионных исследований. Предложена и рассмотрена модель процедуры проектирования и разработки информационной инфраструктуры нанотехнологий. Исследованы оригинальные модели основных процессов проектирования и реализации информационной системы в качестве важного этапа решения задачи разработки технологического обеспечения информационной инфраструктуры нанотехнологий.

Ключевые слова: региональная наноиндустрия, нематериальные активы, инвестиционные проекты, научные знания, новации, инновационные процессы, нанотехнологии, патентно-лицензионные исследования, информационное обеспечение, программные модули, базы данных.

Усиление инновационной активности и развитие подхода к нововведениям, который интегрирует новации с техникой и рынком, приводит к возрастанию в экономике роли нематериальных активов (патенты, изобретения, бренды, технологии, программные продукты), а также к включению интеллектуальной собственности в оборот и созданию на ее основе реально функционирующих и эффективных производств.

Сфера нанотехнологий – важное направление инновационной деятельности на современном этапе. Для эффективного осуществления проектов в области нанотехнологий необходимо широкое применение информационных средств обеспечения как самих проектов, так и процедур проведения научной и патентно-лицензионной деятельности. Все это вызывает необходимость изучения роли и места информационного обеспечения интеллектуальной составляющей получения новых научно-технических решений в инновационном процессе. Исследование характера современного инновационного процесса и роли информационного обеспечения в создании инноваций позволило определить основные объекты инновационной деятельности и их взаимосвязь с информационно-интеллектуальной поддержкой (рис. 1).

Рассмотрим основные этапы инновационного процесса развития региональной наноиндустрии. Фундаментальные исследования проводятся с целью получения новых научных знаний, выявления существенных сторон и закономерностей, описывающих исследуемый объект. Здесь становится возможным определить сферы применения новых знаний и поставить общую задачу создания нового класса технических объектов.

На следующем этапе выполняются прикладные исследования (ПИ), направленные на определение путей практического использования полученных ранее новых знаний. Важное место здесь отводится опытно-конструкторским работам, которые понимаются как применение результатов ПИ для создания (или модернизации, усовершенствования) образцов новой техники, материала, технологии [1]. При этом разрабатывается техническое решение, представляющее собой конструктивное оформление технического объекта, опираясь на полученные ранее новые знания. Конечной целью ОКР является получение образцов новых технических изделий, которые после проведенных испытаний с гарантированными показателями качества могут быть переданы потребителю для следующего производства или использования по назначению.

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы, государственный контракт №14.740.11.0591 от 05.10.2010.



Рис. 1. Структурная схема инновационного процесса

Завершающей стадией сферы науки и начальной стадией сферы производства является освоение промышленного производства инновационной продукции, а также техническая и технологическая подготовка производства. Главной задачей данного этапа является изготовление, отработка опытных образцов новых технических объектов и связанных с их производством технологий.

После стадии освоения начинается процесс промышленного производства (ПП). Целью и содержанием этапа является поставка на рынок новой продукции. При этом ПП связано с коммерциализацией инноваций, которая возможна только после проведения процедуры патентования и осуществляется на основании заключения лицензионного договора с патентообладателем.

Интеллектуальная собственность имеет главное значение для определения конкретных итогов инновационного процесса и, с одной стороны, является юридическим оформлением достигнутых результатов, а с другой – научно-технической базой для дальнейшего продолжения исследований и осуществления практической деятельности. Интеллектуальная собственность тесно связана со всем инновационным процессом, без нее инновационный процесс невозможен в силу того, что новые решения – основа инноваций.

Развитие инновационной деятельности в сфере нанотехнологии является важной стратегической задачей государства, а формирование информационной инфраструктуры

нанотехнологии предусмотрено государственной политикой в области развития инфраструктуры национальной нанотехнологической сети на федеральном и региональном уровнях. Конечными результатами инновационного процесса в области нанотехнологии являются новые, более совершенные и эффективные технические объекты и технологии (устройства и способы).

Под современными процессами получения интеллектуальных продуктов и дальнейшим их оформлением в виде собственности подразумевается широкое использование информационных систем и технологий. При этом основное место отводится принятию решений по формулированию новизны, формулы изобретения, выбору прототипа. Особенно важно развивать информационную поддержку в сфере нанотехнологии. Патентные классификации в целом сохраняют свою структуру, поэтому тематика нанотехнологий оказывается рассеянной практически по всем разделам, что приводит к потере времени и качества при проведении патентного поиска. Исследователи испытывают затруднения в оценке перспективных направлений работ в выбранной отрасли нанотехнологий, т. к. крайне трудно оценить, в какой сфере традиционной классификации патентно-лицензионной деятельности имеются аналогичные решения.

Организационные проблемы проведения патентования в области нанотехнологии также связаны с отсутствием кадров, подготовленных в области нанотехнологии, что не может не сказаться на сроках рассмотрения заявок и выдаче патентов в этой области. В связи с многоотраслевым характером нанотехнологии оказалось невозможным сосредоточить экспертов в одном подразделении, как это было сделано в свое время в отношении биотехнологии и бизнес-методов. Следовательно, существует опасность, что неопытный эксперт, упустив нужный прототип или неправильно оценив предшествующий уровень, может необоснованно выдать патент. Выдача ошибочных или слабых патентов может привести к дорогостоящим судебным издержкам, сдерживать инвестиции в эту отрасль и создавать проблемы для промышленности, осваивающей выпуск соответствующей продукции [2].

Все это приводит к выводу о необходимости создания и поддержки информационной инфраструктуры нанотехнологии, что, в свою очередь, подразумевает использование соответствующих средств поддержки процедур проектирования и разработки.

Рассмотрим процедуру проведения патентно-лицензионной деятельности, описанную в Гражданском Кодексе РФ [3] и формализованную нами в форме граф-схемы алгоритма (рис. 2).

Формальное представление этапов проведения патентно-лицензионной деятельности делает обозримым объем и взаимосвязь отдельных этапов и работ, а также позволяет оценить возможность и определить последовательность информатизации процедур информационной поддержки. Поэтому представляется обоснованным решение задачи информатизации данной предметной области на основе разработки специализированных информационно-поисковых ресурсов, направленных на формирование, структуризацию и удобное представление информации о разработках в области нанотехнологий [4].

Моделирование процессов позволяет повысить эффективность процедур проектирования и разработки информационной системы за счет удаления лишних этапов, снижения экономических затрат и времени на разработку. Важным результатом моделирования процессов являются четкие планы и графики работ. Целью проводимых исследований является формализация, уточнение этапов, повышение эффективности процесса проектирования и разработки технологического обеспечения информационной инфраструктуры нанотехнологий.

На основании государственного контракта в БелГУ разрабатывается информационная система (ИС) по патентно-лицензионной деятельности в сфере нанотехнологий. Данная система решает задачу эффективной информационной поддержки процедуры проведения патентного поиска в сфере наноматериалов и нанотехнологий, способствует интеграции информационных ресурсов по тематике патентно-лицензионной деятельности, размещаемых в сети Интернет, федеральных информационных системах и информационных ресурсах по данному направлению.

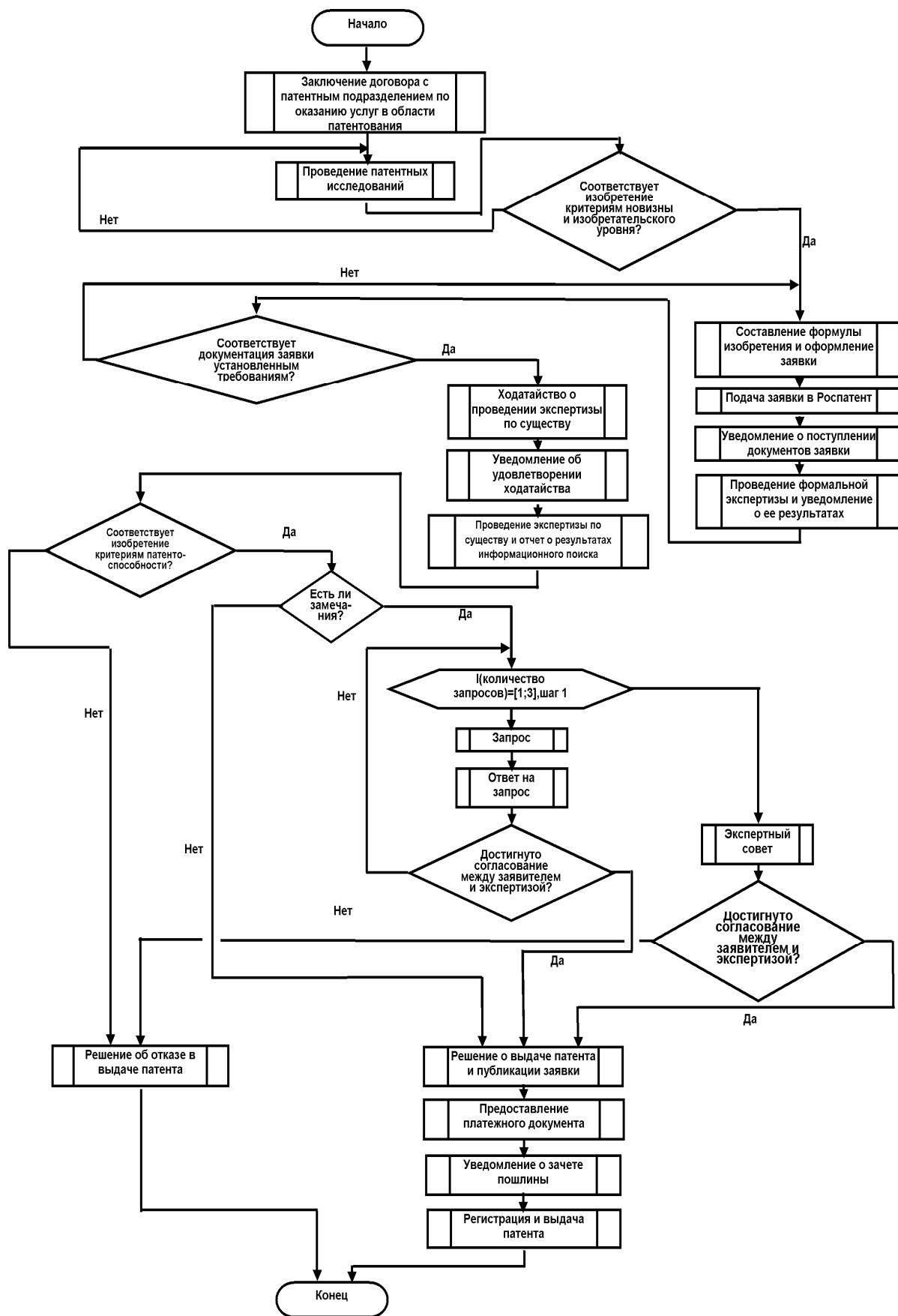


Рис. 2. Граф-схема алгоритма процедуры патентования изобретения



Предполагаемыми активными пользователями ИС станут предприятия и организации Белгородской области, занимающиеся разработками в сфере нанотехнологий.

На основании каскадной модели жизненного цикла по методологии IDEFo [5] была построена модель процедуры проектирования и разработки информационной инфраструктуры нанотехнологий (рис. 3). Она включает в себя ряд последовательных, взаимосвязанных этапов.



Рис. 3. Процедура построения информационной инфраструктуры нанотехнологий

Начальным этапом процедуры является определение стратегии разработки информационной инфраструктуры нанотехнологий. Определение стратегии предполагает исследование предметной области разработки. Итогом этапа определения стратегии становится документ, отражающий реальный объем проекта, где сформулированы цели и задачи проекта, график выполнения работ, стоимость осуществления проекта.

На следующем этапе осуществляется анализ разработок в области информационного представления сведений по патентно-лицензионной деятельности в сфере наноматериалов и нанотехнологий. Этап анализа предполагает подробное исследование процессов, функций, выполняемых системой, и информации, необходимой для их выполнения. Выполнение данного этапа осуществляется экспертами в области патентной деятельности совместно с проектировщиками ИС. Результатом выполнения данного этапа является готовая информационная модель.

На этапе проектирования формируется модель данных (рис. 4). Проектировщики получают входные данные, найденные в результате тщательного анализа предметной области. Конечным продуктом этапа проектирования являются схема базы данных или схема хранилища данных (ER-модель) и набор спецификаций модулей системы (модель функций).



Рис. 4. Процедура проектирования информационной системы в сфере нанотехнологий

Проектирование включает в себя решение ряда основных задач:

- проектирование модели БД по патентно-лицензионной деятельности в сфере наноматериалов и нанотехнологий Белгородской области;
- проектирование процедуры обновления данных, процессов обработки информации, интерфейсов;
- определение архитектуры и платформы будущей ИС;
- оценка сроков реализации и внедрения ИС;
- определение требований к процессу тестирования и безопасности ИС, разграничение доступа к данным.

Этап реализации программно-информационных ресурсов в области наноматериалов и нанотехнологий осуществляется программистами и аналитиками на основании модели данных. Результатом данного этапа являются программные модули и структуры данных.

На этапе инициализации и внедрения информационной инфраструктуры нанотехнологий в систему загружаются исходные данные по тематике патентно-лицензионной деятельности в сфере наноматериалов и нанотехнологий. Для решения данной задачи разработаны интерфейс пользователя и универсальные структуры данных

на основе формата XML с целью осуществления импорта имеющейся электронной информации. В результате первоначального формирования данных и устранения основных ошибок разработки получаем ИС, готовую к эксплуатации. Важной составляющей данного этапа является комплексное тестирование информационной системы по патентно-лицензионной деятельности в сфере наноматериалов и нанотехнологий.

Ввод в эксплуатацию подразумевает уточнение выработанных ранее процедур загрузки и обновления информации с указанием периодичности обновлений, ответственных лиц и/или организаций.

Предполагается включение в базу данных по патентно-лицензионной деятельности следующей информации:

- организации региона, выполняющие научно-исследовательские, проектно-конструкторские и технологические работы в области наноматериалов и нанотехнологий;
- научно-исследовательские, проектно-конструкторские и технологические работы, выполняемые организациями региона в сфере наноматериалов и нанотехнологий как имеющие охраноспособные результаты, так и не имеющие их.
- патентные права, полученные организациями по результатам выполненных научно-исследовательских, проектно-конструкторских и технологических работ в сфере наноматериалов и нанотехнологий.

Разработанные модели основных процессов проектирования и реализации ИС являются важным этапом решения задачи разработки технологического обеспечения информационной инфраструктуры нанотехнологий.

Руководствуясь данными моделями, можно повысить эффективность процессов проектирования и разработки информационной инфраструктуры нанотехнологий:

- существенно снизить затраты и время на разработку путем исключения из процесса лишних и неоправданных этапов и элементов;
- четко регламентировать выполнение работ;
- иметь обозримый график работ;
- осуществлять поэтапный контроль процесса разработки.

Полученные структурные и технические решения могут быть перенесены на проекты аналогичной тематики, например, проекты по формированию информационной инфраструктуры поддержки управленческих решений для новых инвестиционных проектов.

### Литература

1. Фатхутдинов, Р.А. Инновационный менеджмент: учебник. – 4-е изд. / Р.А. Фатхутдинов. – СПб.: Питер, 2003. – 400 с.
2. Негуляев, Г.А. Нанотехнологии: проблемы патентования и экспертизы / Г.А. Негуляев, Г.С. Ненахов // М.: Патенты и лицензии. – 2007. – Ч.1. – №11. – С.21-26.
3. Гражданский кодекс Российской Федерации. Федеральный конституционный закон от 18 декабря 2006 года № 230-ФЗ // Гражданский кодекс Российской Федерации. – М.: Эксмо, 2008. – Ч. 1,2,3,4. – 672 с.
4. Ломакин, В. В. Моделирование процесса информатизации патентно-лицензионной деятельности в области нанотехнологий. Компьютерные науки и технологии [Текст] / В.В. Ломакин // Сб. тр. первой Междунар. науч.-техн. конф. – Белгород: ГиК, 2009. – С.202-206.
5. Ефимов, Г. Жизненный цикл информационных систем [Электронный ресурс] // «Сетевой» :- Электрон. текстовые дан. – 2005. Режим доступа: <http://www.setevoi.ru/cgi-bin/text.pl/magazines/2005/2/44>, свободный.



## **INFORMATION SUPPORT OF MANAGEMENT DECISIONS IN INNOVATIVE PROJECTS FOR NANOTECHNOLOGY**

**V.V. LOMAKIN**  
**V.M. NIKITIN**  
**V.V. MISHUNIN**

*<sup>1)</sup> Belgorod State University*

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

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

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

The article describes the main stages of the innovation process of the regional nanotechnology development. The present time approaches to patent and licensing activities discussed. The procedure model for design and development of information infrastructure of nanotechnology proposed and considered. The original models of the basic processes of information system designing and implementing researched as an important stage of solving the problem of technological support of nanotechnology information infrastructure.

Key words: regional nanoindustry, intangible assets, investment projects, scientific knowledge, novations, innovation processes, nanotechnology, patent-licensing activities, information support, programming modules, data base.

---

# ОТРАСЛЕВЫЕ РЫНКИ И РЫНОЧНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

---

УДК 620.9:334.7:005

## ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ В МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ (НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ЖКХ)

**Г.С. ФЕРАРУ***Белгородский  
государственный  
университет**e-mail: feraru22@mail.ru*

В статье представлены методические рекомендации, касающиеся организации работ по энергосбережению в муниципальных организациях (на примере предприятий ЖКХ) и включающие обзор программы по оптимизации управления энергосбережением, а также характеристику особенностей проведения энергоаудита, составления энергетического паспорта и расчета энергетического баланса как действенных инструментов системы энергетического менеджмента.

Ключевые слова: энергосбережение, энергетический менеджмент, энергоаудит, энергетический паспорт, энергетический баланс, муниципальные организации, предприятия ЖКХ.

---

Проблема повышения эффективности использования энергетических ресурсов в бюджетных организациях и снижение платежей за потребленные ресурсы является в настоящее время весьма актуальной. Недостаток электрических мощностей и природного газа в периоды сильных похолоданий, глобальная борьба с выбросами парниковых газов диктуют необходимость кардинального изменения отношения к энергосбережению.

Энергоресурсосбережение является одной из самых актуальных задач XXI века. От результатов решения этой проблемы зависит место нашего общества в ряду развитых в экономическом отношении стран и уровень жизни граждан [1]. В настоящее время энергосбережение в России отнесено к стратегическим задачам государства, являясь одновременно и основным методом обеспечения энергетической безопасности, и единственным реальным способом сохранения высоких доходов от экспорта углеводородного сырья. Однако избыточность топливно-энергетических ресурсов в нашей стране совершенно не должна предусматривать энергорасточительность, т. к. только энергоэффективное хозяйствование при открытой рыночной экономике является важнейшим фактором конкурентоспособности российских товаров и услуг [3].

Как показал опыт, проблема энергосбережения для бюджетных организаций не является чисто технической, так как внедрение новых технологий и техники, если оно не дает прибыли внедряющей организации и материального поощрения исполнителям работ, не будет эффективным [6]. Поэтому возникает проблема разработки целостного ме-



ханизма управления энергосберегающими работами, включающего как действенные инструменты управления, так и обеспечивающие мероприятия.

На наш взгляд, программа повышения эффективности управления энергосбережением, опираясь на четко поставленные цель и задачи, должна включать мероприятия, регламентированные по основным функциям управления, что в совокупности придаст системность всему процессу управления и позволит обеспечить достижение запланированных показателей (табл. 1).

Таблица 1

### Программа повышения эффективности управления энергосбережением

Цель	Задачи	Мероприятия			
		планирования	организации	мотивации	контроля
Оптимизация процесса управления энергосбережением	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Диагностировать систему энергообеспечения предприятия.</li> <li>2. Проанализировать направления энергосбережения.</li> <li>3. Разработать программу по энергосбережению.</li> <li>4. Определить экономический эффект от ее реализации.</li> <li>5. Определить источники финансирования.</li> <li>6. Контролировать выполнение программы.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- сбор исходных данных по использованию энергии;</li> <li>- определение перспектив использования энергии;</li> <li>- определение мероприятий и сроков их реализации;</li> <li>- составление сметы расходов;</li> <li>- определение возможных источников финансирования</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- назначение ответственного руководителя;</li> <li>- проведение энергоаудита;</li> <li>- составление энергопаспорта;</li> <li>- определение мероприятий по энергосбережению;</li> <li>- разработка мероприятий по подразделениям;</li> <li>- определение состава исполнителей</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обеспечение материального и морального вознаграждения работников</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ведение системного мониторинга и контроля по предприятию и подразделениям</li> </ul>

Цели энергосбережения совпадают с другими целями муниципальных образований, такими как улучшение экологической ситуации, повышение экономичности систем энергообеспечения и др.

Снижение потребления энергоресурсов позволяет обеспечивать подключение новых потребителей при минимальных капитальных затратах на развитие инфраструктуры и снимает проблемы выделения земельных участков под новое строительство объектов генерации, отчуждение санитарно-защитных зон и т. д., что в целом положительно сказывается на градостроительном развитии.

Существуют три способа снижения потребления энергии: исключение нерационального использования энергоресурсов; устранение потерь энергоресурсов; повышение эффективности использования энергоресурсов [7].

Мы считаем, что для выбора направлений и оценки возможностей в сфере энергосбережения целесообразно провести энергоаудит как отдельных участков, так и всего предприятия в целом.

Энергетическое обследование (энергоаудит) проводится в целях определения путей быстрого и эффективного снижения издержек на энергоресурсы, сокращения и исключения непроизводительных расходов (потерь), оптимизации или замены технологии производства. Энергоаудит может стать базой, трамплином для качественного рывка в конкурентной борьбе на рынке товаров и услуг [4].

Условно энергоаудит можно разделить на четыре основных этапа (рис. 1).



Рис. 1. Основные этапы энергетического обследования предприятия

На первом этапе необходимо ознакомиться с предприятием, собрать и проанализировать необходимую информацию, составить программы обследования, произвести уточнение объемов и сроков проведения работы. На втором этапе проводится обследование предприятия, разрабатывается подробный баланс по всем энергоресурсам, выявляются основные потребители и «очаги» нерациональных потерь энергоресурсов, проводятся необходимые испытания и инструментальные замеры. На третьем этапе целесообразно разработать энергосберегающие проекты и мероприятия, определить технический, экономический и другие эффекты от их внедрения, сформировать программы энергосбережения предприятия. На четвертом этапе необходимо оформить отчет по энергетическому обследованию и разработать энергетический паспорт предприятия.

В условиях жесткого финансирования объектов коммунального хозяйства требуется сокращение затрат на эксплуатацию инженерных систем. Энергосберегающие мероприятия, направленные на установку современного оборудования и замену технологического оборудования на новое, более эффективное, позволяют автоматизировать процессы и сократить рабочую силу [5]. Среди эффективных энергосберегающих мероприятий следует выделить: внедрение автоматической системы диспетчерского управления и управления насосными станциями, установку высокоэффективных насосов, имеющих при равной производительности и напоре меньшие мощности электродвигателей, установку преобразователей частоты (ПЧ) для оптимизации регулируемых параметров посредством изменения частоты вращения электродвигателей на водопроводных насосных станциях, установку софтстартеров (устройств мягкого пуска) и стабилизаторов давления (табл. 2).

Для того чтобы на конкретном объекте, и тем более на предприятии, развивать комплексную систему эффективного энергопотребления, необходимо создание, в первую очередь, соответствующей системы контроля, в основу которой должен быть положен документ, регистрирующий энергоэффективность объекта. На сегодняшний день уже имеется опыт по подготовке подобных документов за счет разработки и ведения паспортов.

Энергетический паспорт составляется на основе результатов энергетического обследования организации и отражает показатели энергоэффективности в процессе хозяйственной деятельности организации [2]. Однако, как показало исследование, в РФ отсут-



ствует нормативно утвержденная методика разработки энергетического паспорта промышленных предприятий.

Таблица 2

### Энергосберегающие мероприятия технического характера

Направления энергосбережения	Ожидаемые эффекты от внедрения
внедрение автоматической системы диспетчерского управления и управления насосными станциями	предупреждение аварий, контроль за параметрами системы
установка высокоэффективных насосов	экономия электроэнергии до 15-20%
установка частотно-регулируемых приводов, преобразователей частоты, софтстартеров (устройств плавного пуска)	общая экономия до 50%
установка стабилизаторов давления	снижение общей аварийности трубопроводов и оборудования на 70-80%

Анализ существующих научных подходов в отношении формирования энергетического паспорта, а также учет общих рекомендаций, представленных в ГОСТ Р 51379—99 «Энергосбережение. Энергетический паспорт промышленного потребителя топливно-энергетических ресурсов. Основные положения. Типовые формы», позволили нам разработать методические рекомендации организационно-экономического характера по его созданию.

Мы считаем, что в процессе формирования энергетического паспорта следует учитывать ряд следующих особенностей.

1. Энергетический паспорт потребителя топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) разрабатывают на основе энергетического обследования, проводимого с целью оценки эффективности использования ТЭР, разработки и реализации энергосберегающих мероприятий.

2. Разработку и ведение паспорта обеспечивает потребитель ТЭР. Методические рекомендации по заполнению и ведению энергетического паспорта разрабатывают энергоаудиторы и согласовывают с федеральными органами исполнительной власти, уполномоченными для государственного надзора за эффективным использованием ТЭР.

3. Энергетические обследования эффективности использования ТЭР могут проводить: потребители ТЭР (собственные внутренние обследования); энергоаудиторские организации, работающие по контракту; органы, осуществляющие надзор и контроль над эффективностью использования ТЭР. Правила проведения энергетических обследований потребителей ТЭР устанавливает федеральный орган исполнительной власти, уполномоченный для государственного надзора над эффективностью использованием ТЭР.

4. Объектами энергетического обследования являются:

– производственное оборудование, машины, установки, агрегаты, потребляющие ТЭР, преобразующие энергию из одного вида в другой для производства продукции, выполнения работ (услуг);

– технологические процессы, связанные с преобразованием и потреблением топлива, энергии и энергоносителей;

– процессы, связанные с расходом ТЭР на вспомогательные нужды (освещение, отопление, вентиляцию).

5. Обновление информации в энергетическом паспорте следует проводить в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами в области контроля над эффективностью использования ТЭР.

6. Ответственность за достоверность данных энергетического паспорта должны нести лица, проводившие энергетическое обследование, и административное руководство потребителя ТЭР.

7. Энергетический паспорт потребителя ТЭР должен храниться на предприятии, в территориальном органе государственного энергетического надзора и в организации, проводившей энергоаудит.



8. Гриф энергетического паспорта определяет руководство потребителя ТЭР в установленном порядке.

Структура энергетического паспорта предприятия должна включать несколько блоков информации (рис. 2):

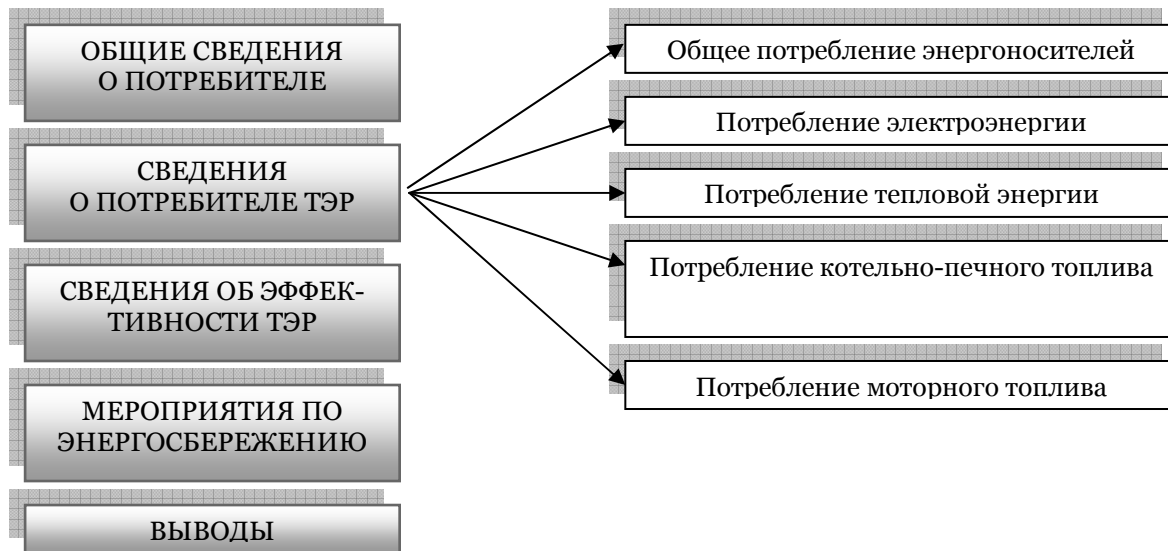


Рис. 2. Структура энергетического паспорта предприятия

Выводы будут содержать:

- перечень зафиксированных при обследовании потребителя фактов непроизводительных расходов ТЭР с указанием их величины в стоимостном и натуральном выражении;
- предлагаемые направления повышения эффективности использования ТЭР с оценкой экономии последних в стоимостном и натуральном выражении с указанием затрат, сроков внедрения и окупаемости;
- количественную оценку снижения уровня непроизводительных расходов ТЭР за счет внедрения энергосберегающих мероприятий (без-, низко-, средне- и высокозатратных).

Как следствие, структура энергетического паспорта промышленного потребителя ТЭР будет включать ряд типовых форм (рис. 3).



Рис. 3. Формы энергетического паспорта предприятия



1. Титульный лист энергетического паспорта потребителя ТЭР.
2. Общие сведения о потребителе ТЭР, содержащие информацию о наименовании, реквизитах предприятия, объеме производства основной и вспомогательной продукции, численности персонала и др.
3. Сведения об общем потреблении энергоносителей, содержащие информацию о годовом потреблении и коммерческом учете потребления всех видов энергоносителей, используемых потребителем ТЭР.
4. Сведения о потреблении электроэнергии, содержащие информацию о трансформаторных подстанциях, электроприемниках по направлениям использования с краткой энергетической характеристикой энергоемкого оборудования, содержащих информацию о собственном производстве электрической и тепловой энергии (собственной теплоэлектростанции), а также годовой баланс потребления электроэнергии.
5. Сведения о потреблении (производстве) тепловой энергии, содержащие информацию о составе и работе котельных (котельных агрегатах, входящих в состав собственной ТЭС), технологическом оборудовании, использующем тепловую энергию, а также годовой баланс потребления теплоэнергии.
6. Сведения о потреблении котельно-печного и моторного топлива, об использовании вторичных энергоресурсов, альтернативных топлив, возобновляемых источников энергии, содержащих информацию о характеристиках топливоиспользуемых агрегатов, об использовании моторных топлив транспортными средствами и др., а также балансы потребления котельно-печного и моторного топлива.
7. Сведения о показателях эффективности использования ТЭР, содержащие информацию об удельных расходах ТЭР.
8. Сведения об энергосберегающих мероприятиях по каждому виду ТЭР.

В зависимости от принадлежности потребителя к той или иной отрасли, особенностей и специфики производственного оборудования и технологических процессов, типовые формы энергетического паспорта по рекомендациям Федерального органа исполнительной власти, осуществляющего государственный надзор за эффективным использованием ТЭР, могут быть дополнены и утверждены в составе соответствующего нормативного документа.

Данные об энергопотреблении служат основой построения энергетического баланса предприятия. Энергетический баланс предприятия состоит из двух сводных групп анализа – внешнего и внутреннего [8].

Внешний энергобаланс отражает объемы покупки и реализации на сторону энергоресурсов, разница между которыми позволяет определить чистое энергопотребление предприятия. На основе внешнего энергобаланса можно рассчитать обобщенный удельный показатель энергопотребления на единицу производимой продукции.

Внутренний энергетический баланс основывается на оценке энергетических потоков по отдельным технологическим участкам и подразделениям предприятия. Он должен содержать объемы потребления энергетических ресурсов, выработки вторичных и собственных энергетических ресурсов.

Внутренний энергетический баланс служит основанием для расчета частных удельных показателей энергопотребления по отдельным технологическим участкам и подразделениям. На основе данного подхода осуществляется сравнительная оценка энергоэффективности участков и подразделений.

В целом, ведение энергетического баланса предприятия служит основой для определения соотношения между объемами потребляемых и утилизируемых энергоресурсов, объективного решения задачи оптимизации энергопотребления, постоянной оценки внедряемых мероприятий по энергосбережению, для прогнозирования объемов запрашиваемых энергоресурсов, задания и контроля граничных условий энергопотребления.

Таким образом, организация работ по энергосбережению должна быть направлена на снижение энергоемкости и себестоимости поставляемых услуг. Экономия энергии путем использования современных эффективных технических и технологических решений позволяет уменьшить энергозатраты. Однако без энергетического менеджмента,

предусматривающего организацию управления издержками при производстве продукции и услуг, основанную на учете затрат по местам их возникновения, говорить о современном энергосбережении нельзя. Энергетический менеджмент на предприятии основывается на системном анализе энергопотребления по частным и обобщенным показателям. Первичными документами анализа энергопотребления являются энергетические паспорта технологических участков, цехов и предприятия в целом, которые составляются на основе данных энергетических обследований.

Реализация предложенных организационно-экономических подходов к энергосбережению позволит руководству организаций укрепить свои позиции по управлению предприятием, улучшить технико-экономические показатели, снизить издержки производства, увеличивая прибыль, что в совокупности обеспечит устойчивое развитие компаний.

### Литература

1. Федеральный закон «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» (от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ).
2. ГОСТ Р 51379-99 Энергосбережение. Энергетический паспорт промышленного потребителя топливно-энергетических ресурсов. Основные положения. Типовые формы.
3. Бушуев В.В., Троицкий А.А. Энергоэффективность и экономика России // Энергия: техника, экономика, экология. – 2004. – № 5.
4. Вакулко А.Г., Михайлов С.А., Гашо Е.Г. Методические материалы к проведению энергетического аудита // Энергосбережение. – 2001. – № 6.
5. Злобин А.А., Курятов В.Н., Романов Г.А. Потенциал энергосбережения и его реализация // Энергонадзор и энергоэффективность. – 2003. – № 3.
6. Клименко А.В., Гашо Е.Г. Проблемы повышения эффективности коммунальной энергетики на примере объектов ЖКХ ЦАО г. Москвы // Теплоэнергетика. – 2004. – № 6.
7. Ливчак В.И. Стратегия энергосбережения в жилищно-коммунальном хозяйстве и социальной сфере // АВОК, 2001. № 6.
8. Семенов В. Г. Управление теплоснабжением // Новости теплоснабжения. – 2003. – № 2.

## ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC APPROACHES TO ENERGY CONSERVATION IN MUNICIPAL ORGANIZATIONS (ILLUSTRATED BY THE EXAMPLE OF HOUSING AND COMMUNAL SERVICES AGENCIES)

**G.S. FERARU**

*Belgorod State University*

*e-mail: :feraru22@mail.ru*

Summary: the paper presents methodological recommendations concerning the organization of energy conservation work in municipal organizations (illustrated by the example of housing and communal services agencies) and including a review of the program to optimize the management of energy conservation, as well as the characterization of peculiarities of energy auditing, the preparation of an energy certificate and the calculation of an energy balance as effective instruments of the energy management system.

Key words: energy conservation, energy management, energy audit, energy certificate, energy balance, municipal organizations, housing and communal services agencies.



## РЫНОК ТРУДА И ЭКОНОМИКА ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 339.16

### ОЦЕНКА ФАКТОРОВ ПОВЕДЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА РЫНКЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ В МАРКЕТИНГОВОМ ПЛАНИРОВАНИИ ВУЗА

**С.Н. ПРЯДКО***Белгородский  
государственный  
университет**e-mail: Pryadko\_s@dsu.edu.ru*

В статье обоснована позиция автора о том, что исследование поведения потребителей является основой для разработки маркетинговой программы вуза. На основании комплекса маркетинговых исследований составлен развернутый портрет потребителя образовательных услуг и с помощью кластерного анализа выделены типы покупательского поведения, одинаково реагирующие на методы маркетингового воздействия. Показано, что особенности поведения потребителей должны учитываться при формировании маркетинговой стратегии и маркетинговой политики вуза.

Ключевые слова: рынок образовательных услуг, образовательные услуги, поведение потребителей, факторы поведения потребителей, профессиональное самоопределение, концепция маркетинга, основные жизненные ценности, типы покупательского поведения, маркетинговая программа вуза.

В новой информационной эпохе рынок образовательных услуг становится одной из наиболее динамично развивающихся сфер экономики. Современное образовательное учреждение – это уже полноценный субъект рыночных отношений, находящийся в условиях ужесточения конкуренции, развития демографического кризиса, снижения платежеспособности населения. Все это заставляет искать новые методы и технологии в управлении вузом. Многочисленные отечественные исследования и обширный опыт иностранных образовательных учреждений достаточно убедительно доказывают, что наиболее эффективным в данном случае является развитие маркетингового планирования в управлении вузом, поскольку центральное место в концепции маркетинга занимает потребитель, его потребности, желания, мотивы поведения.

Потребителями образовательных услуг вуза могут быть следующие целевые группы: абитуриенты, слушатели, студенты, магистранты, аспиранты, докторанты, а некоторые исследователи включают в их число и работодателей, и даже государство. С маркетинговой же точки зрения, наибольший интерес представляют потенциальные потребители-абитуриенты, причем независимо от возраста и специфики выбираемой ими образовательной услуги, непосредственные потребители образовательных услуг, находящиеся в процессе активного потребления услуги и бывшие потребители, находящиеся на ста-

дии реализации результатов образовательных услуг. С коммерческой точки зрения, более всего важны потенциальные потребители, так как именно они осуществляют выбор конкретной профессии, специальности, вуза. На основании этих данных и может быть сформирована маркетинговая программа вуза.

С целью изучения поведения потребителей на рынке образовательных услуг Белгородской области нами в течение последних трех лет проводился опрос в трех городах Белгородской области: Белгороде, Старом Осколе и Губкине. Анкетированием было охвачено 500 респондентов в возрасте от 16 до 29 лет включительно, т. к. данная категория является основным массивом профессионального самоопределения.

Первоначально была получена информация, позволившая охарактеризовать жизненную ситуацию потребителей образовательных услуг. Так, анкетирование показало, что в момент принятия решения о профессиональном самоопределении все хорошо в жизни из всех респондентов только у 29,8%, есть сложности у 63% респондентов, ситуацию как плохую оценили 5,4% и затруднились ответить 1,8%.

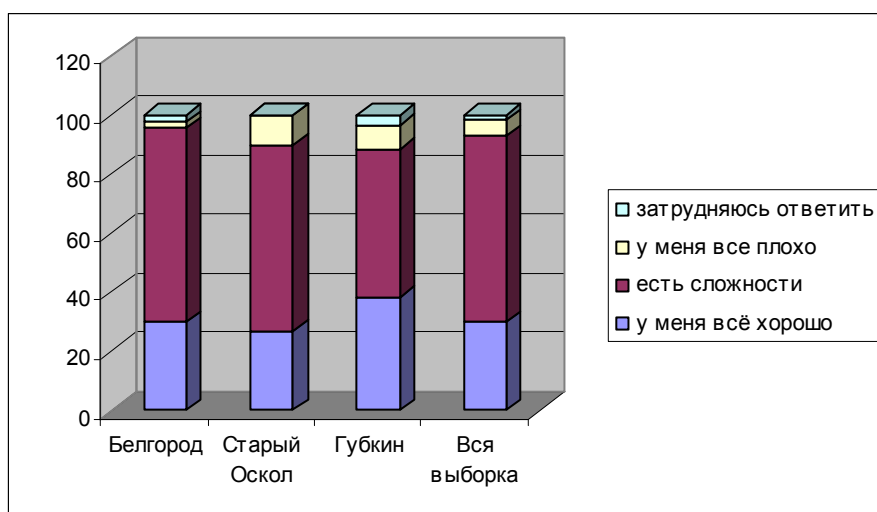


Рис. 1. Самооценка жизненной ситуации потребителями образовательных услуг

Наибольшую обеспокоенность у потребителей образовательных услуг вызывают следующие проблемы: материальные (28,6%), высокая степень неопределенности будущего (20,6%), проблемы с трудоустройством (15,4%) и другие.

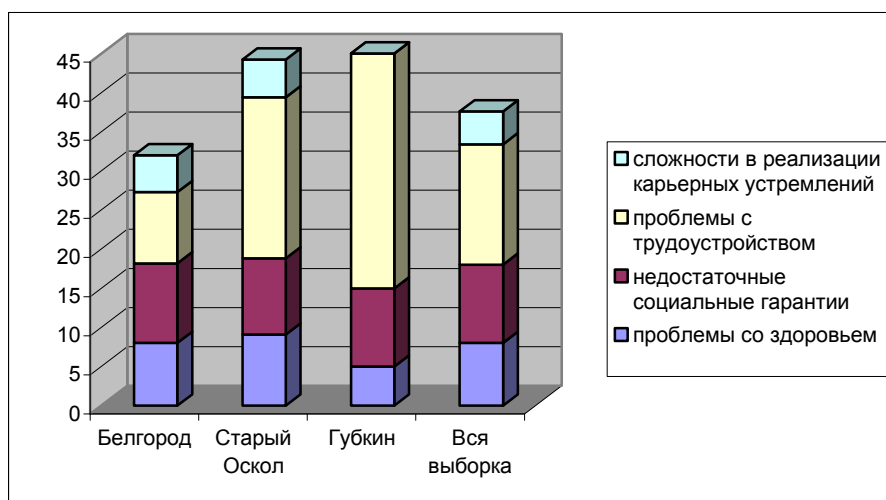


Рис.2. Совокупность жизненных проблем потребителей образовательных услуг

Учитывая то, что большинство образовательных услуг платные, материальные проблемы, хотя и вполне объяснимы, являются негативным фактором при принятии решения о выборе учебного заведения, формы обучения, специальности. В большей степени недовольны материальным положением (51%) потребители образовательных услуг в Белгороде, чуть менее в Старом Осколе и Губкине (46%).

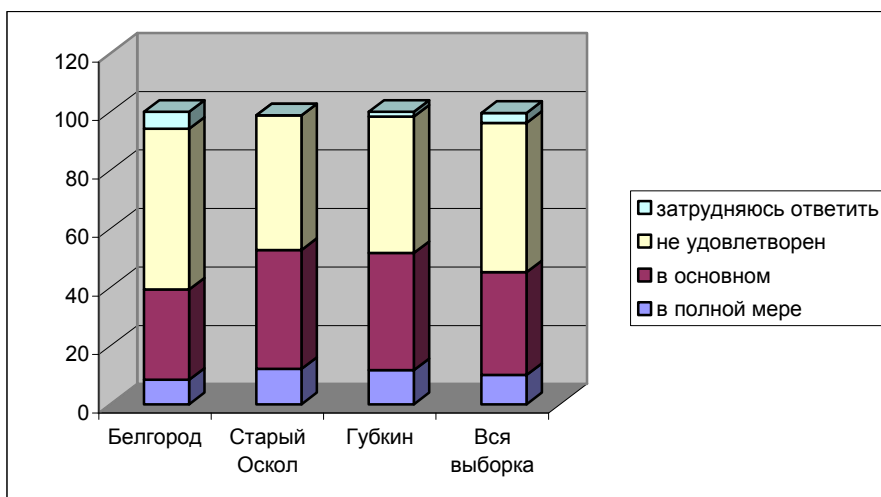


Рис. 3. Степень удовлетворения материальным положением и, соответственно, платежеспособности потребителей образовательных услуг

Необходимо отметить, что основная масса (наиболее активная часть потребителей образовательных услуг) является и социально активной частью населения, его беспокоят глобальные изменения, происходящие в стране. Наибольшую обеспокоенность вызывает экономическая ситуация в стране, экология, терроризм.

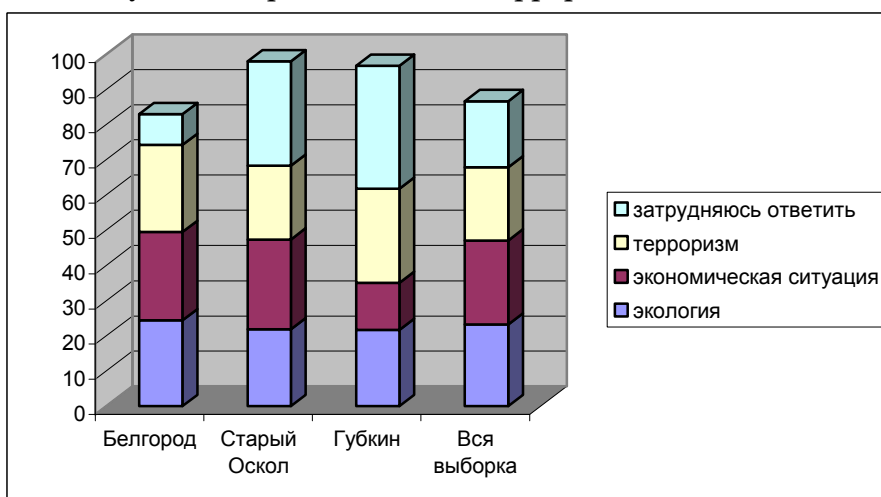


Рис. 4. Степень влияния глобальных проблем на процесс принятия решений потребителей образовательных услуг

Так как большинство респондентов осознают совокупность социально-экономических проблем в своей жизни, подавляющее большинство хотели бы изменить свою жизнь. Так, на вопрос «Хотели бы Вы изменить свою жизнь?» были получены следующие ответы (рис. 5). Безусловно, получение качественного образования является одной из основных возможностей не просто для изменения, но и улучшения жизни. На данном этапе исследования можно предположить, что степень осознания потребности в использовании образовательной услуги колоссально велика (71,1% выборки). Большин-

ство жизненных планов (получение высокооплачиваемой работы, карьерный рост, и даже, возможно, будущий брак) так или иначе предполагают получение высшего образования. С позиции концепции маркетинга, данные респонденты эквивалентны величине активного спроса на образовательные услуги на рынке Белгородской области.

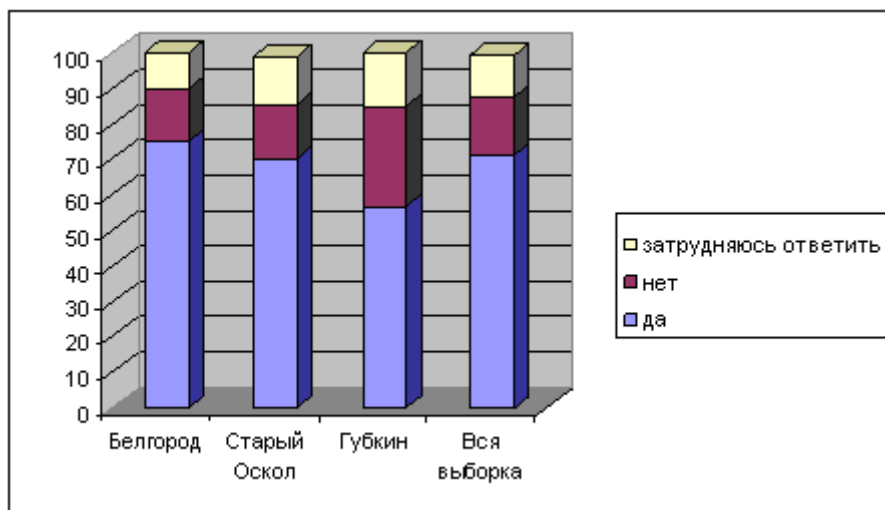


Рис. 5. Готовность потребителей к принятию решения

Хотелось бы отметить те факты, что выбор образовательной услуги, профессии являются настолько важными в жизни молодых людей, что во многом определяют не только профессиональное самоопределение, но и всю дальнейшую жизнь (выбор партнера по браку или сам факт брака, место жительства, социальный статус и др.). Другими словами, данное решение является стратегически важным в жизни, и, безусловно, процесс принятия данного решения должен в значительной степени отличаться от решений, связанных с рутинным потребительским выбором. Поэтому в отличие от осознания потребности в необходимости получения образования, к которой естественно подталкивают реалии современной жизни, второй этап принятия решения о выборе образовательной услуги (поиск и сбор информации, оценка рисков и альтернатив) должен быть связан с планированием этого важного изменения в жизни.

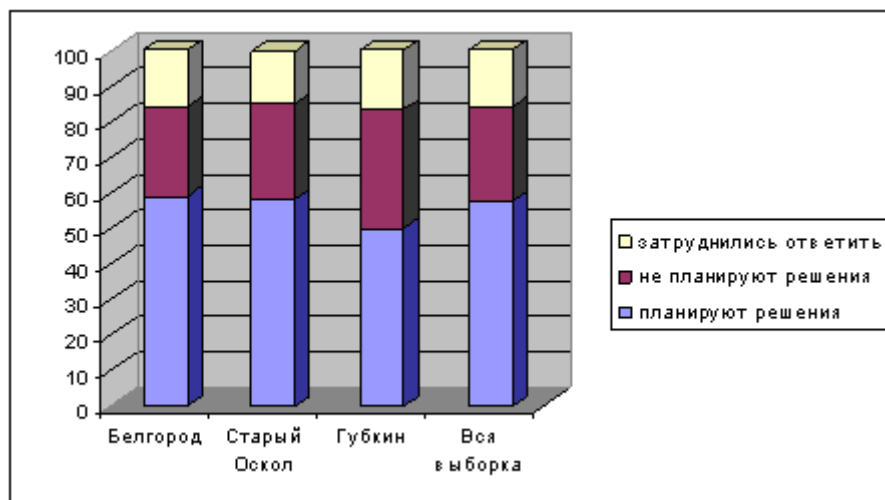


Рис. 6. Процесс подготовки принятия решения о выборе образовательной услуги

Опрос, действительно, показал, что большинство потребителей планируют стратегические изменения в жизни. Но, в то же время, в своем большинстве потребители не используют долгосрочных планов, т. е. не выстраивают жизненную стратегию, а принимают решения на один-два года жизни. На вопрос «На какой срок распространяются Ваши планы?» были получены следующие ответы (рис. 7).

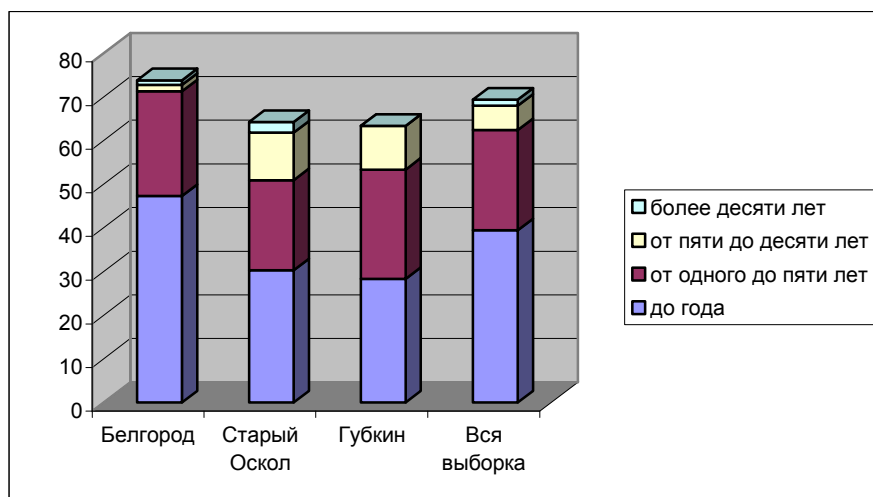


Рис. 7. Горизонт планирования жизненной стратегии респондентов

Большой интерес, с маркетинговой точки зрения, представляет тот факт, что 30,6% потребителей затруднились с ответом. С позиции маркетинговой концепции, данные респонденты соответствуют объему потенциального спроса на образовательные услуги, и данный спрос необходимо «разбудить» с помощью различных маркетинговых инструментов, таких как цена на образовательные услуги, реклама, ассортимент данных услуг и другое.

Перечень наиболее актуальных потребностей у реальных и потенциальных потребителей образовательных услуг Белгородской области распределился следующим образом: сделать карьеру – 33,2%, получить образование – 26%, состояться как личность – 21,4%, удачно выйти замуж или жениться – 16,8%.

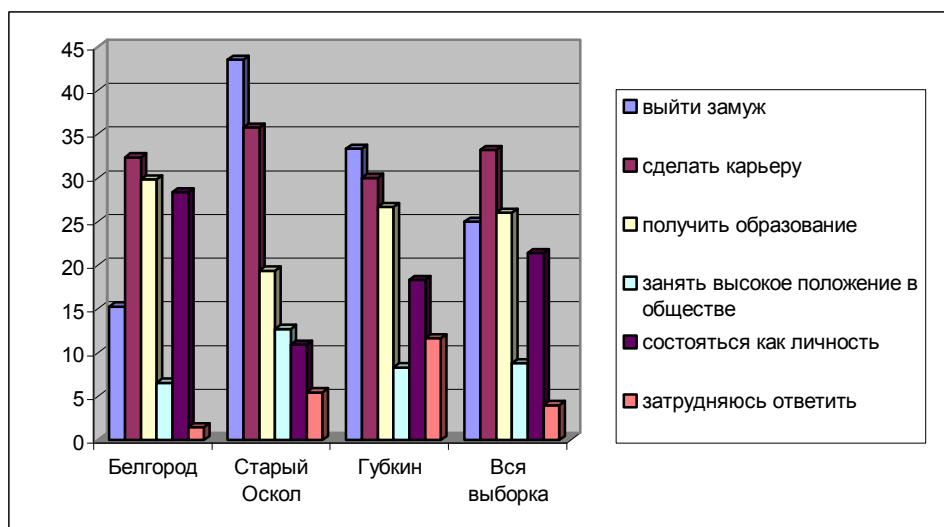


Рис. 8. Основные жизненные потребности потребителей образовательных услуг



Можно сказать, что основным «конкурентом» образовательных услуг (особенно для девушек) на рынке Белгородской области является удачный брак респондентов. Остальные же потребности (и состояться как личность, и занять высокое положение в обществе) так или иначе связаны с необходимостью получения, пожалуй, даже не одного высшего образования.

Учитывая высокую степень неопределенности, сопутствующей современной рыночной ситуации, а также тот факт, что рискованность – это один из факторов потребительского поведения на рынке образовательных услуг, по мнению автора, особый интерес в портрете потребителя представляет отношение к риску. Так, подавляющее число респондентов согласны с утверждением, что современное общество характеризуется высокой степенью риска (66,8%). В большей степени на принимаемые решения оказывают влияние повседневные профессиональные риски (30,6%), связанные со страхом не найти или потерять работу, быть пониженным в должности, столкнуться с половой дискриминацией или сексуальными домогательствами на работе. Многие респонденты рискуют и в повседневной семейной жизни потерять здоровье (33,4%), столкнуться с непониманием родителей или своего партнера. Вызывают беспокойство потребителей и глобальные риски (22,6%), особенно экономические, политические. Осознавая в достаточной степени величину риска при принятии решений, все-таки 49% потребителей испытывают беспокойство, особенно если речь идет о серьезных жизненных вопросах, таких, например, как получение образования, а 19% частенько в ситуации риска испытывают панику. Только 17,8% респондентов собраны и решительны в момент принятия решений в ситуации риска. Тем не менее, готовы рисковать 29% респондентов в любой жизненной ситуации, и 42,4% готовы рискнуть в зависимости от ситуации.

Таким образом, проведенный опрос позволил сформировать развернутый портрет потребителя образовательных услуг на рынке Белгородской области. Потребители образовательной услуги – молодые люди 16-30 лет, жизнь которых характеризуется комплексом взаимосвязанных проблем: материальных, личных, семейных, профессиональных. Уровень дохода на одного члена семьи находится в границах от 7 до 15 тыс. рублей. Они осознают потребность в изменении своей жизни и стремятся ее изменить, в том числе и за счет получения качественного образования. Многие девушки связывают эти изменения с удачным браком. Многие хотели бы сделать и карьеру (молодые люди).

Основными ценностями, по мнению потребителей, являются (по мере снижения значимости): семья, деньги, стабильность в обществе, свобода выбора. Наиболее важными личными качествами респонденты считают: профессионализм, трудолюбие, предприимчивость, ответственность, индивидуальность, общую культуру. Большинство из них необходимы для карьерного роста, к которому так стремятся молодые люди. Вместе с тем, большинство потребителей образовательных услуг не планируют заранее даже такие важные, стратегические решения в жизни, как выбор будущей профессии. Планы зачастую не распространяются далее одного-трех лет.

Мотивацией при выборе учебного заведения являются (по мере снижения значимости): престиж учебного заведения, профессиональный состав преподавателей, качество и ассортимент предоставляемых образовательных услуг, атмосфера в процессе получения образовательной услуги, цена. Основное влияние на выбор учебного заведения, формы обучения, специальности на потребителей оказывают родители, родственники и друзья. На помощь государства респонденты практически не рассчитывают. Помощь же при выборе образовательной услуги необходима, так как решения принимаются в условиях неопределенности и риска, и молодые люди осознают это. Большинство потребителей испытывают беспокойство и даже панику в условиях риска (особенно девушки), что еще больше затрудняет выбор.

На основании проведенных исследований было выделено три типа потребительского поведения на рынке образовательных услуг региона.

*Эмоциональное поведение.* Основой принятия решений являются эмоции и переживания. Потребности формируются ситуационно, на их формирование оказывает влияние большое количество случайных факторов, начиная с личных переживаний и закан-

чивая случайным стечением обстоятельств. Такое поведение хуже всего прогнозируется, но, с другой стороны, легче всего поддается маркетинговому воздействию.

*Рациональное поведение.* Основа принятия решения – логический расчет, сопоставление возможных неудач и выгод. Потребности формируются осознанно, учитывается большое количество факторов, начиная с места расположения вуза и заканчивая возможностью последующего трудоустройства. Такое поведение прогнозируется достаточно легко, но незначительно может быть скорректировано с помощью маркетинговых инструментов воздействия на потребителей.

*Традиционное поведение.* Основа принятия решения – традиции, в том числе семейные, привычки потребителя, стереотипы поведения. Потребности в выборе образовательной услуги формируются постепенно, по мере необходимости. Основными факторами потребительского выбора являются престиж учебного заведения, атмосфера в процессе обучения и цена.

Все три типа потребительского поведения в той или иной степени поддаются маркетинговому воздействию со стороны учебного заведения, а значит, они должны учитываться при принятии управленческих решений на всех уровнях управления вузом. Данные исследования могут помочь сформировать наиболее действенную маркетинговую программу вуза, в том числе по основным маркетинговым политикам: ценовой, продвижения, ассортимента услуг.

Маркетинговая программа вуза – это разработанный на основе комплекса маркетинговых исследований стратегический план-рекомендация относительно коммерческой деятельности вуза на определенный период времени, призванный обеспечить оптимальный результат ее будущего развития с учетом запросов потребителей образовательных услуг и согласно выдвинутым целям и стратегии. Процесс разработки маркетинговой программы вуза с учетом особенностей поведения потребителей образовательных услуг может выглядеть следующим образом (рис. 9).

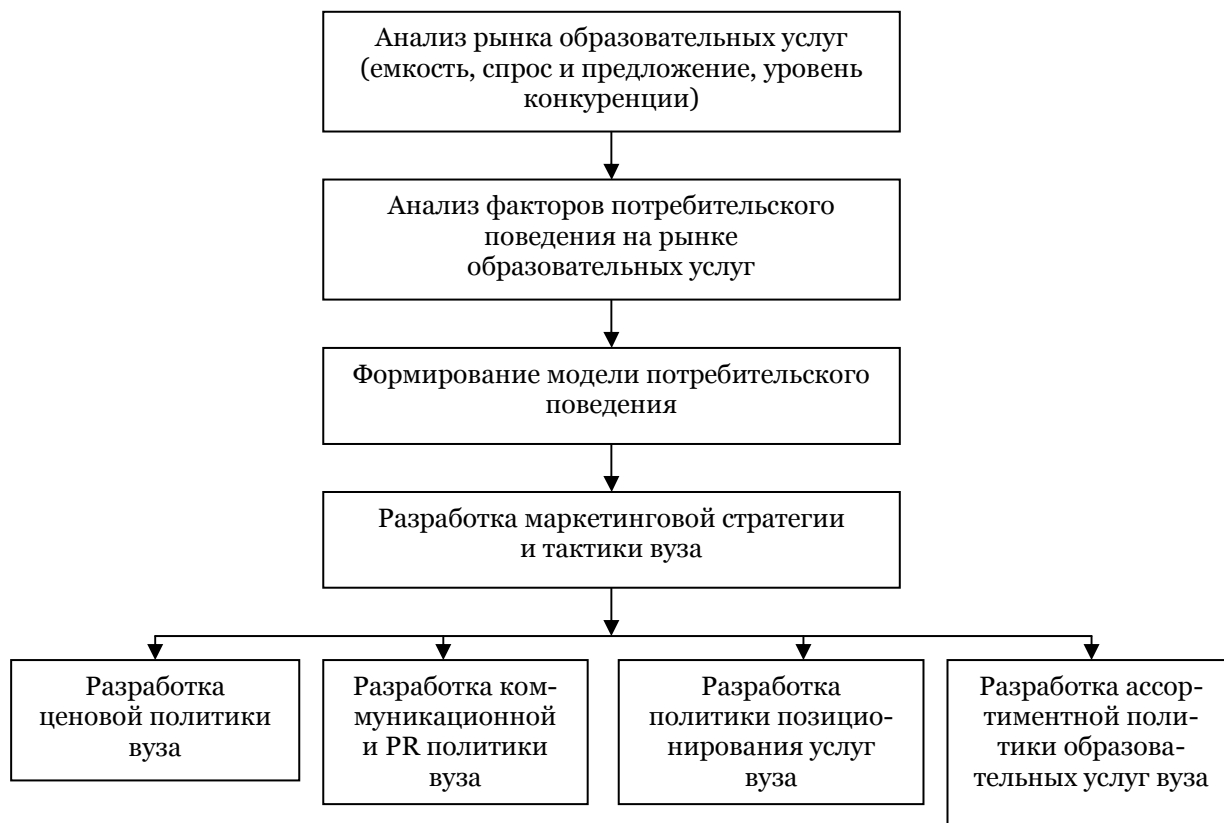


Рис. 9. Процесс формирования маркетинговой программы вуза с учетом особенностей потребительского поведения на рынке образовательных услуг

При планировании маркетинговой программы важно также учитывать и то, что ситуация на рынке образовательных услуг достаточно динамична. Для принятия обоснованных маркетинговых и других управленческих решений руководители вуза должны обладать не только данными, характеризующими текущую рыночную ситуацию, но и понимать динамику основных процессов на рынке образовательных услуг, учитывать рыночный прогноз. Поведение потребителей, как и факторы, влияющие на это поведение, также могут меняться. Поэтому модель потребительского поведения должна периодически корректироваться. На основании анализа рыночной ситуации и с учетом особенностей поведения потребителей разрабатывается маркетинговая стратегия вуза, которая должна стать ориентиром для основных маркетинговых политик. Выбранные маркетинговые политики вуза должны быть взаимосвязаны между собой. Так, например, определенный уровень цен на образовательные услуги должен быть правильно позиционирован на определенную группу потребителей на рынке. Для этого должна быть сформирована обоснованная коммуникационная политика вуза. Для каждой группы потребителей с учетом типов их поведения должен осуществляться выбор средства распространения рекламы и время выхода рекламного объявления. По-разному должны звучать мотивы рекламного обращения. Для «традиционных» потребителей образовательных услуг лейтмотивом должна стать репутация и продолжительность существования вуза на рынке, для «рациональных» потребителей важна цена, а для «эмоциональных» потребителей важна вообще эмоциональная окраска самого обращения.

Таким образом, систематические исследования поведения потребителей на рынке образовательных услуг и использование их результатов в маркетинговом планировании позволят руководителям вуза решить ряд коммерческих задач, нереализуемых в других подразделениях: разработать эффективную целенаправленную маркетинговую стратегию, сформировать основные маркетинговые политики и снизить неопределенность при принятии других управленческих решений.

## **ESTIMATION OF CONSUMERS BEHAVIOUR FACTORS IN THE EDUCATIONAL SERVICES MARKET IN MARKETING PLANNING OF HIGH SCHOOL**

**S.N. PRIADKO**

*Belgorod State University*

*e-mail: Pryadko\_s@dsu.edu.ru*

In the article the author's position is that the research of consumers' behavior is a basis for working out the marketing program for high school is proved. The developed consumer's portrait of the educational services is made on the basis of a complex of marketing researches and the types of consumer behavior equally reacting to the methods of marketing influence are allocated with the help of cluster analysis. It is shown how the consumers' behavior influences the features of the marketing program of high school.

Key words: market of educational services, educational services, consumers' behavior, factors of consumers' behavior, professional self-determination, marketing concept, basic vital values, types of consumer behavior, marketing program of high school.



## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 621.396.01

### ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ СИГНАЛОВ ПО ДИСКРЕТНЫМ ОТСЧЕТАМ НА ОСНОВЕ ЧАСТОТНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ

**Е.Г. ЖИЛЯКОВ**  
**А.А. ЧЕРНОМОРЕЦ**  
**Н.С. ПАБОЛКОВА**

*Белгородский  
государственный  
университет*

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

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

Разработан метод вычисления по дискретным значениям сигналов оценок производных их компонент, которые обусловлены частями энергий, попадающими в заданные частотные интервалы. Метод обобщается на случай вычисления на фоне флуктуационных шумов оценок производных сигналов, подавляющие доли энергий которых сосредоточены в частотных интервалах ограниченных размеров.

Ключевые слова: сигнал, дискретные значения, оценка производной, доли энергии, частотные интервалы, флуктуационный шум.

Проблема вычисления значений производных сигналов  $u(t)$ ,  $t \in [0, T]$  на основании зарегистрированных дискретных (по времени) отсчетов  $u_k = u(t_k)$ ,  $k = 0, \dots, N$ ;  $t_0 = 0$ ;  $t_N = T$  возникает при решении различных задач управления и принятия решений. Сложность получения оценок обусловлена некорректностью задачи, так как производная определяется скоростью изменений функции, которая может быть очень большой, например, вследствие воздействия флуктуационных погрешностей регистрации данных. В силу этого классические [1, 2] методы вычислений приближенных значений производных оказываются малоприменимыми, так как они изначально ориентированы на класс гладких функций.

Это свойство (чувствительности к резким изменениям сигнала) производных породило достаточно большое количество методов их оценивания, в той или иной мере осуществляющие регуляризацию, позволяющую получать оценки, устойчивые к воздействиям погрешностей регистрации данных. В основе указанных подходов так или иначе используются вычислительные соотношения, определяющие оценки производных нелокально, то есть через много отсчетов, а не только через отсчеты из ближайшей окрестности к заданному значению аргумента. В основе вывода конкретных вычислительных соотношений используются различные принципы, отражающие требования устойчивости получаемых оценок.

В работах [3, 4] показано, что в качестве класса аппроксимирующих производные функции целесообразно использовать функции с финитными областями определения



трансформант Фурье. При этом отбор конкретной аппроксимации (оценки производной) осуществляется на основе вариационного принципа минимизации евклидовой нормы:

$$\|f\|^2 = \int_{-\infty}^{\infty} f^2(t)dt = \int_{\omega \in \Omega} |F(\omega)|^2 d\omega / 2\pi = \min, \tag{1}$$

при выполнении интерполяционных условий

$$\hat{u}(t_k) = u_0 + \int_0^{t_k} f(t)dt = u_k, k = 1, \dots, N. \tag{2}$$

Здесь символ  $f$  означает оценку производной, областью определения которой служит вся числовая ось, представляемая через трансформанту Фурье:

$$f(t) = \int_{\omega \in \Omega} \frac{F(\omega) \exp(j\omega t) d\omega}{2\pi} \tag{3}$$

с финитной областью определения  $\Omega = [-\Omega_2, -\Omega_1) \cup [\Omega_1, \Omega_2)$ .

Там же показано, что достаточным условием выполнения интерполяционных равенств (2) является неравенство  $T * (\Omega_2 - \Omega_1) \geq 2\pi$ , которое является своеобразным выражением принципа неопределенности, связывающим длительность анализируемого сигнала с шириной области определения (полосы частот) трансформанты Фурье, получаемой оценки производной.

Возникает проблема обоснования выбора этой полосы частот. Ясно, что он должен основываться на анализе информации, которая имеется в отсчетах исходной функции.

Рассмотрим для простоты случай эквидистантной дискретизации, которая имеет наибольшее распространение в задачах обработки сигналов. При этом выполняются условия  $t_k = k * \Delta t, k = 0, \dots, N$ , так что имеет место равенство

$$T = N * \Delta t.$$

Согласно теории дискретизации Найквиста [5] трансформанта Фурье дискретных отсчетов

$$U_d(\omega) = \sum_{k=0}^N u_k \exp(-jk\Delta t \omega)$$

является периодической с периодом  $\frac{2\pi}{\Delta t}$  функцией частоты, причем справедливо равенство Найквиста

$$\sum_{r=1}^R P_r = \sum_{k=0}^N u_k^2,$$

где  $P_r$  – часть энергии,

$$P_r = \int_{v \in V_r} \frac{|U_d(v/\Delta t)|^2 dv}{2\pi}, \tag{4}$$

попадающая в соответствующий частотный интервал

$$V_r = [-V_{2r}, -V_{1r}) \cup [V_{1r}, V_{2r}), V_{2R} = \pi.$$

В дальнейшем полагаем, что частотные интервалы также имеют одинаковую ширину, равную

$$\Delta V_r = [V_{2r} - V_{1r}) = \frac{\pi}{R}.$$

Ясно, что всегда можно отобрать минимальное количество  $R_m < R$  частотных интервалов, удовлетворяющих условию



$$\sum_{k \in K_s} P_r \geq m * \sum_{k=0}^N u_k^2, \quad (5)$$

то есть содержащих заданную долю энергии  $m < 1$ .

При этом объединение соответствующих частотных интервалов  $V_S = \bigcup_{r \in R_m} V_r$  и определяет в общем случае составной частотный интервал

$$\Omega_S = \bigcup_{r \in R_m} \Omega_r, \quad (6)$$

который должен фигурировать в представлении (3). Здесь важно учесть соотношение между соответствующими переменными (границами интервалов)  $V_{ir} = \Delta t * \Omega_{ir}, i = 1, 2; v = \Delta t * \omega$ .

Для вычисления интегралов вида (4) следует использовать соотношения [6]

$$P_r = \vec{u}^T A_r \vec{u}, \vec{u} = (u_0, \dots, u_N)^T.$$

Здесь символ  $T$  означает операцию транспонирования векторов, а матрица имеет элементы

$$a_{ik}^r = \frac{\sin(V_{2r}(i-k)) - \sin(V_{1r}(i-k))}{\pi(i-k)}, i, k = 0, \dots, N.$$

В данной статье показывается, что описанная процедура определения частотных интервалов, в которых сосредоточена заданная доля энергии, открывает новые возможности для построения устойчивых вычислений оценок производных. Это направление представляется естественным именовать субполосным, имея в виду вычисление оценок для компоненты сигнала, обусловленных его энергией в заданной частотной полосе.

В самом деле, исходный непрерывный отрезок неизвестного кроме выборочных значений сигнала можно представить в виде

$$u(t) = x_S(t) + y(t); t \in [0, T], \quad (7)$$

где

$$x_S(t) = \int_{\omega \in \Omega_S} \frac{U_T(\omega) \exp(j\omega t) d\omega}{2\pi}. \quad (8)$$

Здесь подынтегральная функция является трансформантой Фурье:

$$U_T(\omega) = \int_0^T u(t) \exp(-j\omega t) dt. \quad (9)$$

Ясно, что искомая производная также представима в виде суммы

$$\frac{du(t)}{dt} = \frac{dx_S(t)}{dt} + \frac{dy(t)}{dt}; t \in (0, T).$$

Если в определении (5) доля энергии  $m$  будет достаточно близкой к единице, то для регуляризации можно ограничиться оцениванием только производных первого из слагаемых в правой части последнего соотношения, полагая вторую компоненту обусловленной флуктуационными шумами. Таким образом, принцип регуляризации имеет вид

$$du(t)/dt \cong \frac{dx_S(t)}{dt}, t \in (0, T).$$

Из определения (8), имея в виду представления (9) и (6), в котором объединяются непересекающиеся частотные интервалы, нетрудно получить следующее выражение для искомой компоненты:



$$x_S(t) = \int_0^T A_S(t - \tau)u(\tau)d\tau, \tag{10}$$

где

$$A_S(t) = \sum_{r \in R_m} A_r(t);$$

$$A_r(t) = \int_{\omega \in \Omega_r} \frac{\exp(j\omega t)d\omega}{2\pi}.$$

После интегрирования получаем окончательное выражение

$$A_r(t) = \frac{\sin(\Omega_{2r}t) - \sin(\Omega_{1r}t)}{\pi}. \tag{11}$$

Ясно, что подстановка выражения (11) в представление (4) позволяет получить следующее соотношение для производной

$$\frac{dx_S(t)}{dt} = \int_0^T B_S(t - \tau) * u(\tau)d\tau. \tag{12}$$

Здесь

$$B_S(t) = \frac{dA_S(t)}{dt} = \sum_{r \in R_m} \frac{t * (\Omega_{2r} \cos(\Omega_{2r}t) - \Omega_{1r} \cos(\Omega_{1r}t)) - \sin(\Omega_{2r}t) + \sin(\Omega_{1r}t)}{\pi^2}.$$

Очевидно, что при наличии только отсчётов сигнала интеграл в (12) следует заметить интегральной суммой, положив

$$\frac{dx_S(t)}{dt} \approx \sum_{k=0}^N d_k * B(t - k\Delta t) * u_k,$$

где коэффициенты  $d_k, k=0, \dots, N$  определяются видом избранной квадратурной формулы.

Таким образом, правая часть последнего соотношения позволяет вычислить оценку производной сигнала, отражающего его свойства в некотором частотном интервале.

Легко понять, что представление (10) позволяет получить вычислительные формулы и для оценок производных высших порядков.

### Литература

1. Бахвалов, Н.С. Численные методы / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. – М.: Бинном, 2004.
2. Колесников, Е.Г. Введение в численный анализ / Е.Г. Колесников. – М.: Из-во РУДН, 2002.
3. Жилияков, Е.Г. Вариационный метод оценивания производных эмпирических функций / Е.Г. Жилияков, Ю.А. Фокин // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 2002. – Т.42. – № 8.
4. Жилияков, Е.Г. Вариационный метод дифференцирования и интерполяции дискретных сигналов / Е.Г. Жилияков, С.М. Чудинов, Т.Н. Созонова // Вопросы радиоэлектроники. Сер. РЛТ, – 2006. – Вып.1.
5. Рабинер, Л. Теория и применение цифровой обработки сигналов / Л. Рабинер, Б. Голд. – М.: Мир, 1978.
6. Жилияков, Е.Г. Вариационные методы анализа сигналов на основе частотных представлений / Е.Г. Жилияков, С.П. Белов, А.А. Черноморец // Вопросы радиоэлектроники. Сер. ЭВТ. – 2010. – Вып. 1. – С. 10-25.



## **DIFFERENTIATION OF SIGNALS ON DISCRETE READOUT ON THE BASIS OF FREQUENCY REPRESENTATIONS**

**E.G. ZHILYAKOV**  
**A.A. CHERNOMORETS**  
**N.S. PABOLKOVA**

*Belgorod State University*

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

*e-mail:*

*chernomorets@bsu.edu.ru*

We propose a method for computing derivatives of components of signals localized in certain frequency intervals based on discrete samples of the signal. It is generalized for computations of derivatives of signals that contain fluctuating noise when energy of the signal is concentrated in limited frequency intervals.

Key words: signal, discrete samples, estimation of derivative, energy, frequency intervals, fluctuation noise.



## ОБОБЩЕННЫЙ ТРАНСФОРМАЦИОННЫЙ МЕТОД И КОНЕЧНЫЕ ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЕ АВТОМАТЫ

**Я.Г. ВЕЛИКАЯ**

*Белгородский  
государственный  
университет*

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

Предложена модификация трансформационного метода, позволяющая решить проблему эквивалентности для конечных детерминированных автоматов.

Ключевые слова: трансформационный метод, проблема эквивалентности, конечный детерминированный автомат.

Модель вычислений в широком смысле может трактоваться как множество конструктивных объектов с приписанной ему универсальной процедурой, посредством которой каждому объекту сопоставляется порожаемое им множество.

Классическими моделями вычислений являются алгебраические выражения, формулы логики, конечные автоматы, абстрактные вычислительные машины, схемы программ, просто программы и другие.

Для моделей вычислений одной из фундаментальных проблем является проблема эквивалентности.

Эквивалентными в модели считаются объекты, порождающие одинаковые множества.

Отметим, что до настоящего времени не предложен алгоритм, решающий эту проблему для многоленточных автоматов, однако известно, что эта проблема разрешима [1].

Для решения проблемы эквивалентности многоленточных автоматов предложен трансформационный метод [2]. Было доказано, что данный метод решает проблему эквивалентности для некоторых подклассов многоленточных автоматов, в частности, для многоленточных автоматов с непересекающимися циклами [3].

С помощью трансформационного метода не удалось построить алгоритм, решающий проблему эквивалентности для конечных детерминированных автоматов [4].

В данной статье приводится модификация трансформационного метода и предлагается алгоритм, основанный на этой модификации, решающий проблему эквивалентности для конечных детерминированных автоматов.

Сформулируем основные понятия и опишем модификацию трансформационного метода. Предложим алгоритм и докажем, что он решает проблему эквивалентности для конечных автоматов.

Для простоты изложения материала будем рассматривать детерминированные конечные автоматы над алфавитом  $Q = \{0, 1\}$  и называть их *диаграммами*.

По определению, диаграмма – это конечный ориентированный граф с размеченными дугами. Его структура удовлетворяет следующим требованиям:

- в нем имеются две выделенные вершины, называемые входом и выходом диаграммы; из выхода нет исходящих дуг, а из всех остальных вершин исходит по две дуги;
- все дуги помечены символами алфавита  $Q$ , причем дуги, выходящие из одной вершины, помечены различными символами.

При изображении диаграмм условимся дуги, которые должны быть помечены символом 1, снабжать жирной точкой в начале дуги; метки дуг с символом 0 не отображать. Вход автомата будем обозначать черным кружком, а выход – перечеркнутым кружком. Пример диаграммы приведен на рис. 1.

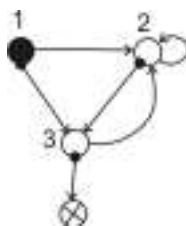


Рис. 1

Введем понятие эквивалентности диаграмм. Любой конечный ориентированный путь  $L$  в диаграмме может быть описан историей  $L=(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n)$ , где  $\varepsilon_i$  – это метка  $i$ -й дуги пути  $L$ . Путь, начинающийся и заканчивающийся в одной и той же вершине, назовем *циклом*. Определим *маршрут* [5] как путь, начинающийся во входе диаграммы. *Маршрутом через диаграмму* назовем маршрут, заканчивающийся в выходе диаграммы. Маршрут называется *простым*, если он не содержит циклов.

Диаграммы  $D_1$  и  $D_2$  назовем *эквивалентными*, если для любого маршрута  $L_1$  через одну из диаграмм найдется маршрут  $L_2$  через другую диаграмму, такие, что истории путей  $L_1$  и  $L_2$  совпадают.

Определим характеристику автомата  $D$ , называемую *покрытием* [6]. Это древовидный фрагмент, обозначим его  $F(D)$ , все вершины и дуги которого являются образами вершин и дуг автомата  $D$  с их метками. Корнем является образ входа автомата  $D$ . Обозначим через  $V$  список всех вершин автомата  $D$ , лежащих на ее маршрутах через автомат, за исключением ее выхода. Внося в  $F(D)$  какую-либо вершину из списка, будем вычеркивать ее образ из  $V$ .

На первом шаге в  $F(D)$  вносится корень – образ входа  $v_0$  автомата  $D$ , и вершина  $v_0$  удаляется из списка  $V$ . Пусть на некотором шаге в  $F(D)$  внесена вершина  $u$ , являющаяся образом вершины  $v$  автомата  $D$  и вершина  $v$  вычеркнута из  $V$ , причём вершина  $u$  – не выход, и из неё ещё не выходят дуги. Обозначим  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  – дуги, исходящие из вершины  $v$ . Пусть  $\alpha_i, i=1,2$  оканчивается в вершине  $v_i$ . Если  $v_i$  содержится в  $V$ , создаем образ вершины  $v_i$  и направляем в нее дугу  $\alpha_i$ ; удаляем  $v_i$  из списка  $V$ . Если  $v_i$  не содержится в списке  $V$ , но содержалась ранее и не является выходом, то создаем образ вершины  $v_i$ ; объявляем его выходом фрагмента  $F(D)$  и в нее направляем дугу  $\alpha_i$  с ее меткой. Если  $v_i$  не содержится в списке  $V$  и не содержалась там, то строящийся фрагмент  $F(D)$  не меняется. Наконец, если  $v_i$  является выходом  $D$ , то создаем образ  $v_i$ , он также будет выходом для  $F(D)$ , и дугу  $\alpha_i$  с ее меткой направляем в этот выход.

*Списком эквивалентных вершин* покрытия  $F(D)$  назовем список  $S=\{(s_1, s_1'), \dots, (s_n, s_n')\}$ , где  $(s_i, s_i'), i=1, \dots, n$  – пара, состоящая из вершин, являющихся образом одной и той же вершины из списка  $V$ ,

Отметим, что покрытие диаграммы в общем случае строится неоднозначно. На рис. 2 изображены покрытия диаграммы, приведенной на рис. 1.

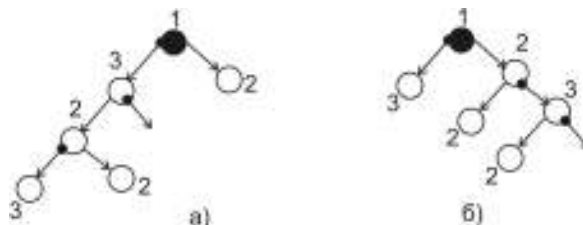


Рис. 2

Диаграмму назовем *однозначной*, если она обладает единственным покрытием. Опишем некоторые свойства однозначных диаграмм.

Маршруты диаграммы, ведущие в одну вершину, назовем *параллельными*, если последние дуги этих маршрутов не совпадают и один из маршрутов не является продолжением другого. Вершину диаграммы назовем *правильной*, если в неё не ведут параллельные маршруты. Вход и выход диаграммы условимся считать правильными.

В работе [7] описан алгоритм, назовем его алгоритмом  $\gamma$ , который преобразует любую диаграмму в эквивалентную ей однозначную диаграмму.

Приведем схему алгоритма  $\gamma$  построения однозначной диаграммы:

- 1) помечается вход диаграммы;
- 2) выбирается помеченная вершина и просматриваются все выходящие из нее дуги:
  - а) если дуга ведет в непомеченную вершину, то пометить дугу и инцидентную ей вершину;
  - б) если дуга ведет в помеченную вершину, то:
    - если дуга не нарушит правильность вершины, тогда пометить дугу и инцидентную ей вершину,
    - если дуга нарушает правильность вершины, тогда направить ее в уже существующие копии вершины, если дуга не нарушит её правильность, иначе создать копию вершины и дугу направить в нее. Из копии вывести те же дуги, что и из исходной вершины;
- 3) повторять пункт 2 до тех пор, пока есть помеченные вершины, выходящие дуги которых не помечены.

Однозначная диаграмма, построенная по диаграмме, изображенной на рис.1, приведена на рис. 3.

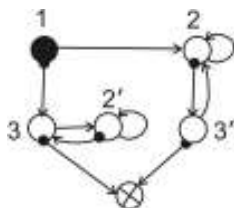


Рис. 3

Справедливы утверждения.

**Утверждение 1** [7]. Если  $D$  – однозначная диаграмма и  $(s_i, s'_i)$ ,  $i=1, \dots, n$ , – пара из списка  $S$  эквивалентных вершин покрытия  $F(D)$ , тогда вершина  $s_i$  на пути в  $F(D)$  предшествует вершине  $s'_i$ .

Обозначим через  $D'$  диаграмму, полученную из диаграммы  $D$  по алгоритму  $\gamma$ .

**Утверждение 2.** Диаграммы  $D$  и  $D'$  таковы, что:

- 1) множества простых путей в диаграммах совпадают;
- 2) для любого простого цикла одной диаграммы в другой существует простой цикл с той же историей.

Доказательство пункта 1) имеется в работе [7]. Проведем доказательство пункта 2).

Рассмотрим в  $D$  некоторую вершину  $a$ , и пусть существует простой цикл  $L$ , образованный последовательностью дуг  $(a,b), (b,c), \dots, (d,a)$ . Тогда алгоритм  $\gamma$  для каждой дуги  $(a,b)$  цикла  $L$  построит в диаграмме  $D'$  дугу  $(a',b')$ , где  $a'$  – это образ вершины  $a$ ;  $b'$  – это образ вершины  $b$ . Причем, согласно алгоритму  $\gamma$ , если на пути из входа уже построен образ некоторой вершины или его копия, то другие копии вершины на этом пути больше не строятся, а следовательно, в  $D'$  будет построен простой цикл  $L'$ , образованный последовательностью дуг  $(a',b'), (b',c'), \dots, (d',a')$ . Понятно, что истории путей  $L$  и  $L'$  совпадают.

Докажем обратное. Пусть существует простой цикл  $L'$ , начинающийся в некоторой вершине  $a'$  в диаграмме  $D'$  и образованный последовательностью дуг  $(a',b'), (b',c'), \dots, (d',a')$ . Тогда в диаграмме  $D$  существует путь  $L$ , образованный последовательностью дуг  $(a,b), (b,c), \dots, (d,a)$ . Последнее объясняется тем, что дуга  $(a',b')$  могла быть

построена только в случае существования дуги  $(a,b)$  в диаграмме  $D$ , причем с той же меткой. Истории путей  $L$  и  $L'$  совпадают.

Опишем шаги процесса сравнения на эквивалентность диаграмм  $D_1, D_2$ , основанного на трансформационном методе [3].

Шаг 1. Построим покрытие  $F(D_1)$  диаграммы  $D_1$  и определим список  $S = \{(s_1, s_1'), \dots, (s_n, s_n')\}$ .

Шаг 2. Трансформируем диаграмму  $D_2$ , используя эквивалентные преобразования [8], в диаграмму  $D_3$ , начинающуюся куполом, изоморфным  $F(D_1)$ . Купол диаграммы – это дерево, состоящее из некоторых вершин и инцидентных им дуг диаграммы, корнем которого является вход диаграммы.

Если такое преобразование невозможно, то процесс заканчивает свою работу с заключением о том, что диаграммы  $D_1$  и  $D_2$  не являются эквивалентными. В противном случае строится список пар вершин  $R = \{(r_1, r_1'), \dots, (r_n, r_n')\}$ , каждый элемент которого является изоморфным образом вершин списка  $S$ .

Шаг 3. Выполним шаги 1-3 для каждой пары диаграмм, входы которых заданы вершинами списка  $R$ :  $(D_3(r_1), D_3(r_1')), \dots, (D_3(r_n), D_3(r_n'))$ .

Описанный процесс прослеживается на *дереве потомков*  $T(D_1, D_2)$ . Дерево потомков строится параллельно с вышеописанными шагами. Меткой корня дерева служит пара сравниваемых диаграмм  $(D_1, D_2)$ , а метками вершин – пары сравниваемых подграфов. Непосредственными потомками корня дерева  $T(D_1, D_2)$  будут вершины, помеченные парами  $(D_3(r_1), D_3(r_1')), \dots, (D_3(r_n), D_3(r_n'))$ . У пар диаграмм  $(D_3(r_1), D_3(r_1')), \dots, (D_3(r_n), D_3(r_n'))$  будут свои потомки и т.д.

Предложим следующую модификацию трансформационного метода:

- для каждой пары диаграмм дерева потомков в процессе сравнения диаграмм на эквивалентность необходимо выполнить дополнительный шаг, а именно первую из диаграмм предварительно преобразовать в однозначную диаграмму.

Обозначим через  $\mu$  алгоритм сравнения на эквивалентность двух диаграмм, использующий модификацию трансформационного метода. Такой алгоритм легко получить из описанного процесса, алгоритмизируя неоднозначность выбора сравниваемых на эквивалентность диаграмм дерева потомков.

**Теорема.** Алгоритм  $\mu$  является алгоритмом разрешения проблемы эквивалентности диаграмм.

Легко видеть, что доказательство теоремы следует из справедливости следующих двух лемм.

**Лемма 1.** Если диаграммы  $D_1$  и  $D_2$  – эквивалентны, то в дереве потомков  $T(D_1, D_2)$  непременно имеется  $\alpha$ -сечение.

Сечение дерева  $T(D_1, D_2)$  называется  $\alpha$ -сечением, если все вершины сечения помечены парами изоморфных диаграмм.

**Лемма 2.**  $\alpha$ -сечение в дереве потомков  $T(D_1, D_2)$  строится за конечное число шагов, которое задается только количеством вершин в диаграммах  $D_1$  и  $D_2$ .

**Доказательство леммы 1.** Пусть алгоритм  $\mu$ , примененный к паре  $(D_1, D_2)$ , выявил пары поддиаграмм, требующие проверки на эквивалентность  $(D_3(r_i), D_3(r_i'))$ ,  $i=1, \dots, n$ , где  $D_3$  – диаграмма, эквивалентная  $D_2$  и начинающаяся куполом, изоморфным  $F(D_1')$ , где  $F(D_1')$  – покрытие диаграммы  $D_1'$ , причем  $D_1'$  – однозначная диаграмма, эквивалентная  $D_1$ .

Из эквивалентности диаграмм  $D_1$  и  $D_2$  следует, что любые пары  $(D_3(r_i), D_3(r_i'))$ ,  $i=1, \dots, n$  состоят из эквивалентных диаграмм. Согласно утверждению 1, вершина  $r_i$  предшествует вершине  $r_i'$ . Т.к.  $r_i$  и  $r_i'$  являются входами эквивалентных диаграмм, то существует вершина  $r_i''$ , которой предшествует вершина  $r_i'$  такая, что диаграмма  $D_3(r_i')$  эквивалентна диаграмме  $D_3(r_i'')$ . История пути между вершинами  $r_i$  и  $r_i'$ , обозначим его  $L'$ , совпадает с историей пути между вершинами  $r_i'$  и  $r_i''$ . Поскольку число вершин диаграммы  $D_3$ , входы которых задают эквивалентные диаграммы, конечно, то существует вершина

$r_1^*$ , такая что  $D_3(r_i)$  и  $D_3(r_1^*)$  эквивалентны, причем  $r_1^*$  является началом и концом цикла, обозначим его  $L$ . Истории путей  $L$  и  $L'$  таковы, что одна из них непременно кратна другой. Это означает, что при проверке на эквивалентность пары диаграмм  $(D_3(r_i), D_3(r_i'))$  алгоритм  $\mu$  обязательно найдет потомка  $(D_3(r_1^*), D_3(r_1^{**}))$ , метка которого содержит пару изоморфных поддиаграмм. Аналогичные рассуждения можно проделать для любой пары поддиаграмм, являющихся меткой любой вершины дерева потомков  $T(D_1, D_2)$ . Количество таких пар конечно, поскольку они определяют циклы в диаграмме. Следовательно, при проверке потомка пары  $(D_1, D_2)$  алгоритм  $\mu$  найдет на каждой ветви дерева потомков пару изоморфных поддиаграмм, т.е. построит в дереве потомков  $T(D_1, D_2)$   $\alpha$ -сечение.

Для доказательства леммы 2 предварительно докажем утверждение 3.

Пусть  $D_1$  и  $D_2$  – пара сравниваемых на эквивалентность диаграмм. Диаграмма  $D_1$  приводится к однозначной диаграмме  $D_1'$  с покрытием  $F(D_1')$  и списком  $S = \{(s_1, s_1'), \dots, (s_n, s_n')\}$ . Обозначим через  $V$  множество поддиаграмм диаграммы  $D_2$ . Диаграмма  $D_2$  преобразуется в  $D_3$  с куполом, изоморфным  $F(D_1')$ . Вершины купола, изоморфные вершинам из списка  $S$ , обозначим списком  $R = \{(r_1, r_1'), \dots, (r_n, r_n')\}$ .

**Утверждение 3.** Если  $(D_1, D_2)$  – пара диаграмм, сравниваемых на эквивалентность, с количеством вершин  $n_1$  и  $n_2$  соответственно, тогда любой потомок  $(D'', D')$  вершины, помеченной парой  $(D_3(r_i), D_3(r_i'))$ ,  $i=1, \dots, n$ , удовлетворяет условиям:

- $D''$  начинается куполом, на листьях которого расположены диаграммы из множества  $V$ , а высота купола не превышает  $n_2$ ;
- $D'$  принадлежит множеству  $V$ .

**Доказательство.** При сравнении пары  $D_3(r_i), D_3(r_i')$  на эквивалентность диаграмма  $D_3(r_i)$  будет преобразована к однозначной. Обозначим её  $D_3'(r_i)$ . Согласно утверждению 2 диаграмма  $D_3'(r_i)$  содержит циклы с той же историей, что и  $D_3(r_i)$ . Легко видеть, что в диаграмме  $D_3$  содержатся циклы с той же историей, что и в  $D_2$ . Поскольку длина пути, являющегося циклом диаграммы  $D_2$ , ограничена числом  $n_2$ , то и длина циклов, принадлежащих диаграмме  $D_3$ , а значит и поддиаграмме  $D_3(r_i)$ , ограничена этим же числом. Следовательно, длина циклов диаграммы  $D_3'(r_i)$  ограничена числом  $n_2$ . Из утверждения 1 следует, что для покрытия  $F(D_3'(r_i))$  диаграммы  $D_3'(r_i)$  в списке  $M = \{(m_1, m_1'), \dots, (m_t, m_t')\}$  пар эквивалентных вершин, первая вершина пары предшествует второй, причем путь между эквивалентными вершинами  $m_i, m_i'$ , где  $i=1, \dots, t$ , не превышает  $n_2$ . Диаграмма  $D_3(r_i')$ , принадлежащая множеству  $V$ , будет преобразована в диаграмму  $D_4(r_i')$ , начинающуюся куполом, изоморфным покрытию  $F(D_3'(r_i))$ , с некоторым списком пар эквивалентных вершин  $K = \{(k_1, k_1'), \dots, (k_t, k_t')\}$ . Диаграмма  $D_4(k_i')$ ,  $i=1, \dots, t$  принадлежит множеству  $V$ , и для любой пары из списка  $K$  длина пути между вершинами  $(k_i, k_i')$ ,  $i=1, \dots, t$  ограничена числом  $n_2$ . Аналогичное рассуждение можно провести для потомков пары  $(D_4(k_i), D_4(k_i'))$ , где  $i=1, \dots, t$  и всех последующих.

**Доказательство леммы 2.** Согласно лемме 1, в дереве потомков  $T(D_1, D_2)$  будет построено  $\alpha$ -сечение. Из утверждения 3 следует, что число потомков вершины, помеченной парой  $(D_3(r_i), D_3(r_i'))$ ,  $i=1, \dots, n$  – конечно и зависит от количества вершин диаграммы  $D_2$ . Это означает, что  $\alpha$ -сечение в дереве потомков  $T(D_1, D_2)$  строится конечным числом шагов.

Рассмотрим пример, приведенный в работе [4], для которого применение трансформационного метода не позволило в дереве потомков получить  $\alpha$ -сечение. Покажем, что предложенный нами алгоритм, основанный на обобщенном трансформационном методе, позволяет для этой пары диаграмм получить в дереве потомков  $\alpha$ -сечение. Пара диаграмм, взятая из [4], приведена на рис. 4.

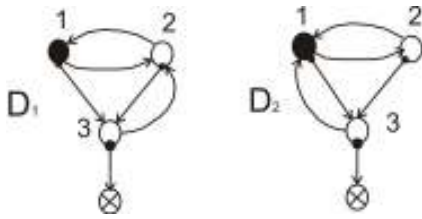


Рис. 4

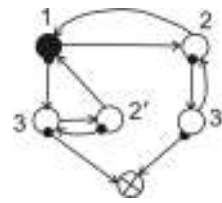


Рис. 5

Для диаграммы  $D_1$  построим эквивалентную ей диаграмму  $D_1'$  с однозначным покрытием (рис. 5).

Покрытие  $F(D_1')$  со списком пар эквивалентных вершин  $A = \{(a_1, a_1'), (a_1, a_1''), (a_2, a_2'), (a_3, a_3')\}$  – изображено на рис. 6.

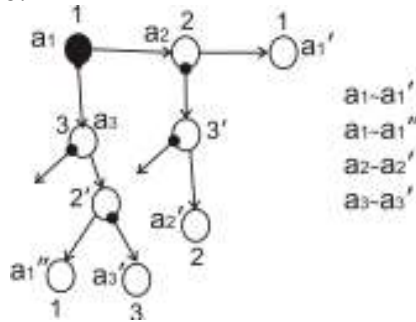


Рис. 6

Эквивалентными преобразованиями алгоритм пытается преобразовать диаграмму  $D_2$  в диаграмму  $D_3$ , которая начинается куполом, изоморфным  $F(D_1')$ .

Если построение купола не удастся, то алгоритм останавливается с заключением о том, что исходные диаграммы  $D_1$  и  $D_2$ , не эквивалентны. В данном примере алгоритм смог построить диаграмму  $D_3$ , начинающуюся куполом, изоморфным  $D_1'(F)$  (рис. 7). На рис. 8 приведен купол диаграммы  $D_3$ , изоморфный  $D_1'(F)$ . На куполе диаграммы  $D_3$  отмечены пары вершин, которые являются образами эквивалентных вершин древовидного покрытия из списка  $A$ , принадлежащие списку  $B: B = \{(b_1, b_1'), (b_1, b_1''), (b_2, b_2'), (b_3, b_3')\}$ .

В списке  $B$  хранятся пары вершин, «претендующих» на эквивалентность. Причем видно (рис. 8), что пары вершин  $(b_1, b_1')$  и  $(b_3, b_3')$  содержат эквивалентные вершины, т.к. этими вершинами обозначено одно и то же состояние диаграммы  $D_3$ .

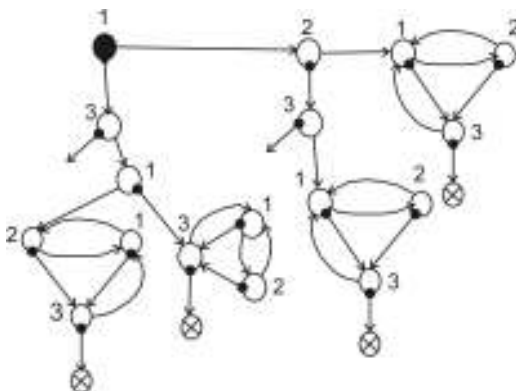


Рис. 7

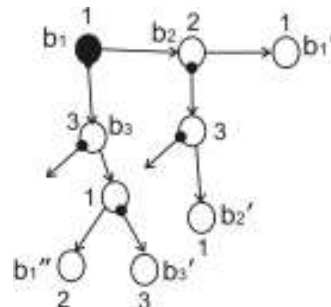


Рис. 8

Далее алгоритм применяется к поддиаграммам, входы которых задаются парами вершин из списка  $B$ , эквивалентность которых необходимо доказать:  $(b_1, b_1'')$  и  $(b_2, b_2')$ .

Рассмотрим применение алгоритма к первой паре поддиаграмм.

Применим алгоритм к поддиаграммам  $((D_3(b_1), D_3(b_1'')))$  (рис. 9).

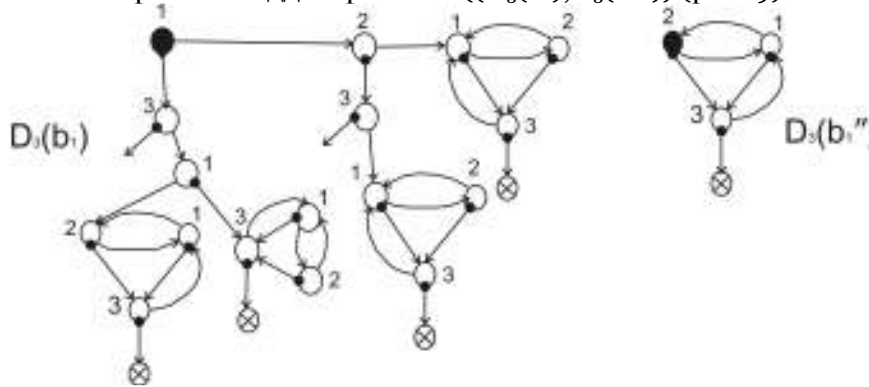


Рис. 9

Алгоритм приводит первую из диаграмм, диаграмму  $D_3(b_1)$ , к эквивалентной ей диаграмме, обладающей однозначным покрытием, обозначим ее  $D_3'(b_1)$  (рис. 10).

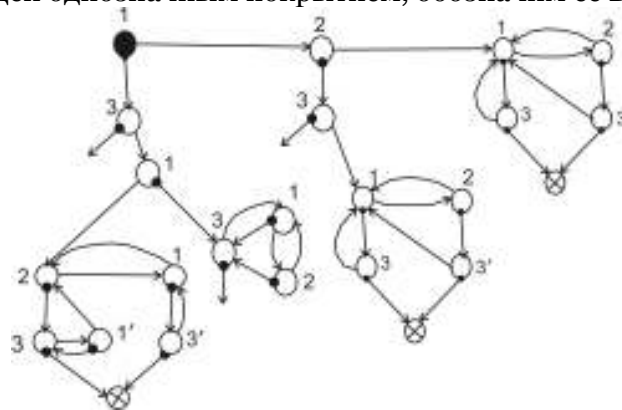


Рис. 10

Далее алгоритм построит покрытие диаграммы  $D_3'(b_1)$ , причем для поддиаграммы с входом в вершине  $b_1'$  покрытие не будет построено, поскольку вершины, изоморфные паре  $(b_1, b_1')$ , должны быть эквивалентны. Так же не будет построено покрытие для поддиаграммы с входом в вершине  $b_3'$ , поскольку вершины, изоморфные паре  $(b_3, b_3')$ , должны быть эквивалентны.

На рис. 11 изображено древовидное покрытие диаграммы  $D_3'(b_1)$  и построен список эквивалентных вершин  $C = \{(c_1, c_1'), (c_2, c_2'), (c_2, c_2''), (c_3, c_3'), (c_4, c_4'), (c_5, c_5'), (c_6, c_6'), (c_6, c_6''), (c_6, c_6''')\}$ .

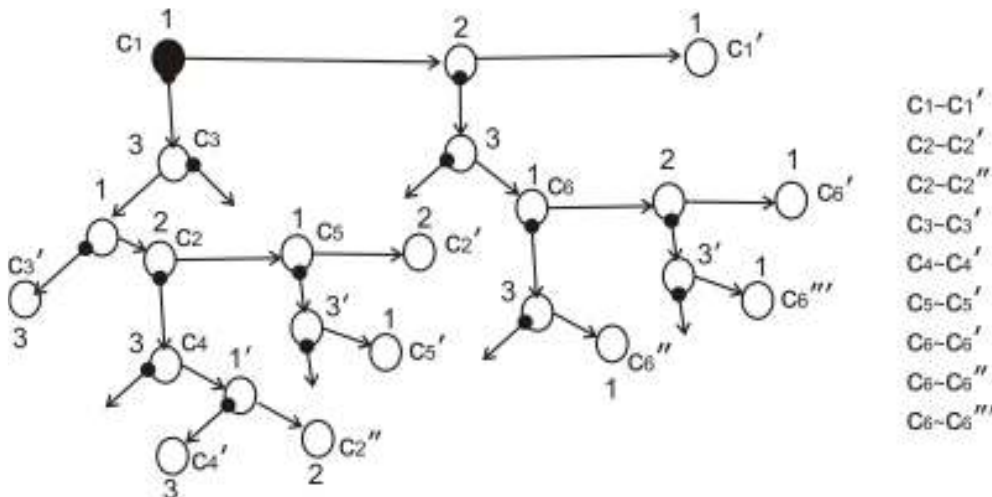


Рис. 11

Далее алгоритм пытается преобразовать диаграмму  $D_3(b_1')$  в  $D_4$  с куполом, изоморфным  $F(D_3'(b_1))$ . Если построение купола не удастся, то алгоритм останавливается с заключением о том, что исходные диаграммы  $D_1$  и  $D_2$  не эквивалентны. В данном случае алгоритм построил вышеописанную диаграмму  $D_4$ . Купол диаграммы  $D_4$  приведен на рис. 12. Списком пар вершин, являющихся изоморфными образами вершин из списка  $C$ , будет список  $M = \{(m_1, m_1'), (m_2, m_2'), (m_2, m_2''), (m_3, m_3'), (m_4, m_4'), (m_5, m_5'), (m_6, m_6'), (m_6, m_6''), (m_6, m_6''')\}$ .

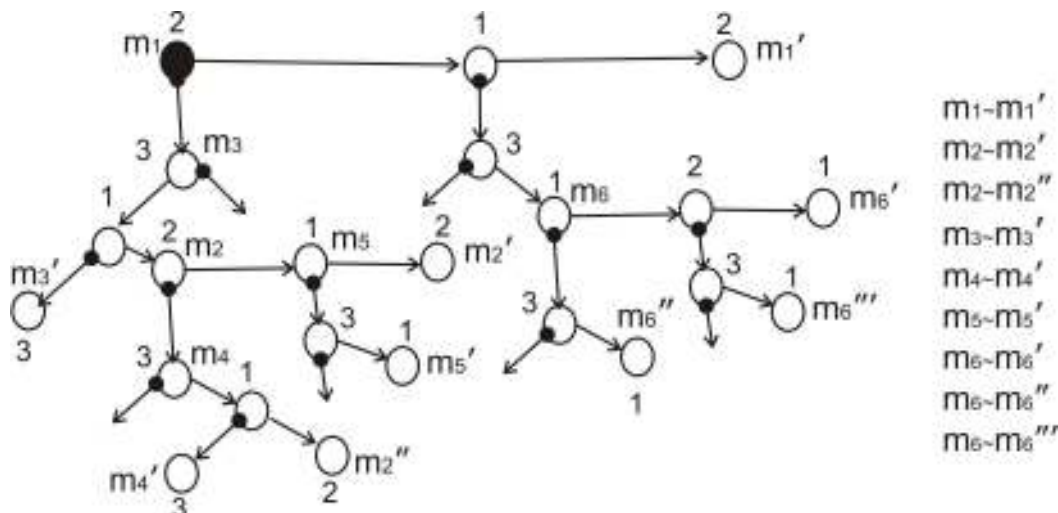


Рис. 12

Так как пары вершин из списка  $M$  являются входами эквивалентных диаграмм, то на следующем шаге алгоритм будет применен к каждой паре поддиаграмм, и алгоритм завершится с заключением об эквивалентности диаграмм  $D_3(b_1)$  и  $D_3(b_1'')$ .

Затем алгоритм применяется к поддиаграммам, входы которых задаются второй парой вершин из списка  $B$ , «претендующих» на эквивалентность:  $(b_2, b_2')$ . Т.е. алгоритм применится к паре поддиаграмм  $((D_3(b_2), D_3(b_2'))$  (рис. 13).

Для диаграммы  $D_3(b_2)$  алгоритм построит эквивалентную однозначную диаграмму, обозначим её  $D_3'(b_2)$ . Диаграмма  $D_3'(b_2)$  изображена на рис. 14.

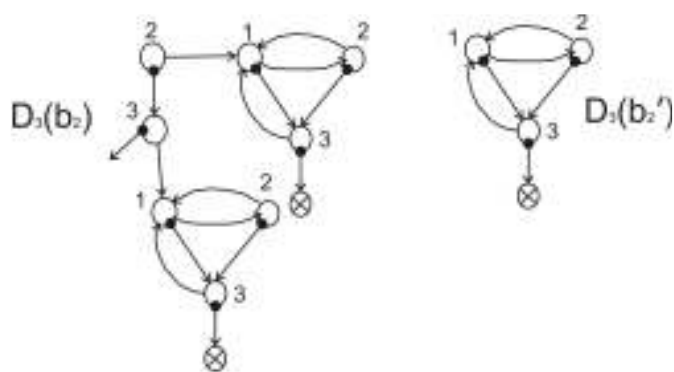


Рис. 13

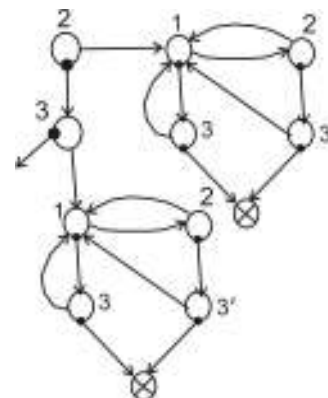


Рис. 14

А после этого алгоритм построит покрытие диаграммы  $D_3'(b_2)$ , обозначим его  $F(D_3'(b_2))$ , и список пар эквивалентных вершин –  $K = \{(k_1, k_1'), (k_1, k_1''), (k_1, k_1'''), (k_2, k_2'), (k_2, k_2''), (k_2, k_2''')\}$  (рис. 15).



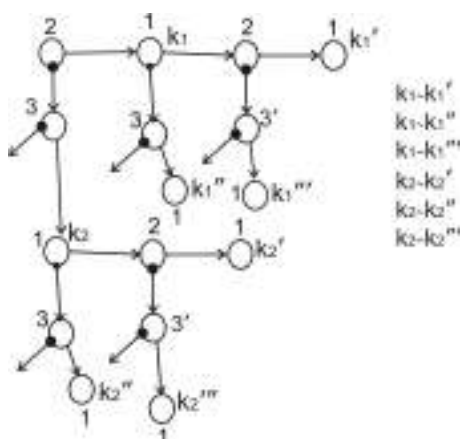


Рис. 15

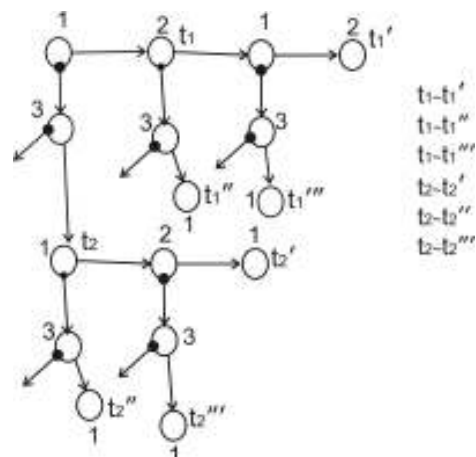


Рис. 16

Далее алгоритм пытается преобразовать диаграмму  $D_3(b_2')$  в диаграмму  $D_5$  с куполом, изоморфным  $F(D_3'(b_2))$ . Купол диаграммы  $D_5$  приведен на рис. 16. Списком пар вершин, являющихся изоморфными образами вершин из списка  $K$ , будет список  $T = \{(t_1, t_1'), (t_1, t_1''), (t_1, t_1'''), (t_2, t_2'), (t_2, t_2''), (t_2, t_2''')\}$ .

Далее алгоритм применяется к поддиаграммам, входы которых задаются парами вершин из списка  $T$ , «претендующих» на эквивалентность, эквивалентность которых необходимо доказать. Это пары поддиаграмм:  $(D_5(t_1), D_5(t_1''))$  и  $(D_5(t_1), D_5(t_1'''))$ .

Рассмотрим процесс применения алгоритма к паре  $(D_5(t_1), D_5(t_1''))$  (рис. 17).

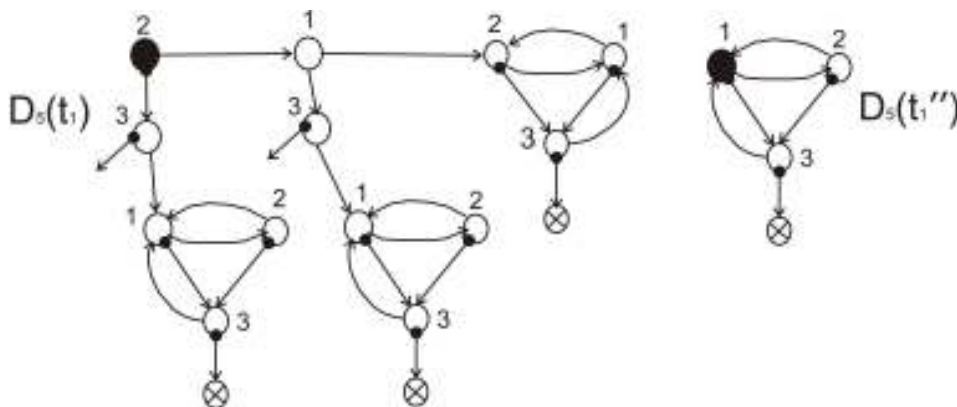


Рис. 17

Для диаграммы  $D_5(t_1)$  будет построена однозначная диаграмма, которая изображена на рис. 18, обозначим её  $D_5'(t_1)$ .

Далее алгоритм построит покрытие диаграммы  $D_5'(t_1)$ , причем для поддиаграммы с входом в вершине  $t_1'$  покрытие не будет построено, поскольку вершины, изоморфные паре  $(t_1, t_1')$ , должны быть эквивалентны.

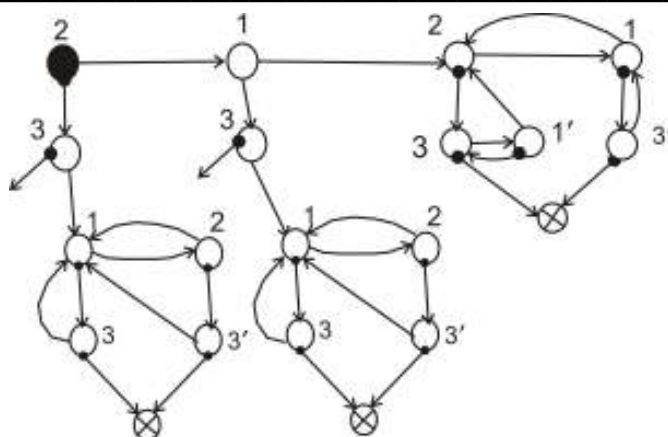


Рис. 18

На рис. 19 изображено древовидное покрытие диаграммы  $D_5'(t_1)$  и построен список эквивалентных вершин  $N = \{(n_1, n_1'), (n_2, n_2'), (n_2, n_2''), (n_2, n_2'''), (n_3, n_3'), (n_3, n_3''), (n_3, n_3''')\}$ .

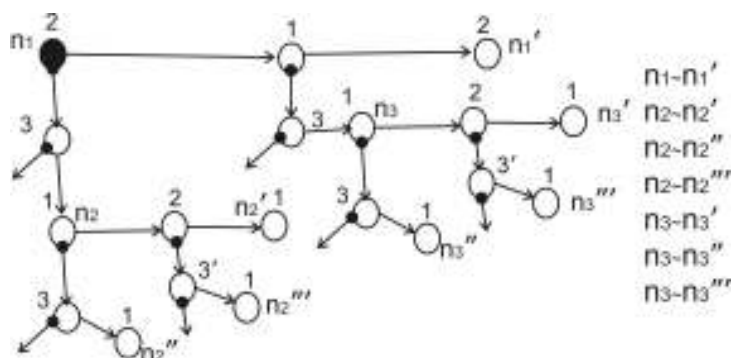


Рис. 19

Далее алгоритм пытается преобразовать диаграмму  $D_5(t_1)$  в  $D_6$  с куполом, изоморфным покрытию диаграммы  $D_5'(t_1)$ . Купол диаграммы  $D_6$  приведен на рис. 20. Списком пар вершин, являющихся изоморфными образами вершин из списка  $N$ , будет список  $L = \{(l_1, l_1'), (l_2, l_2'), (l_2, l_2''), (l_2, l_2'''), (l_3, l_3'), (l_3, l_3''), (l_3, l_3''')\}$ .

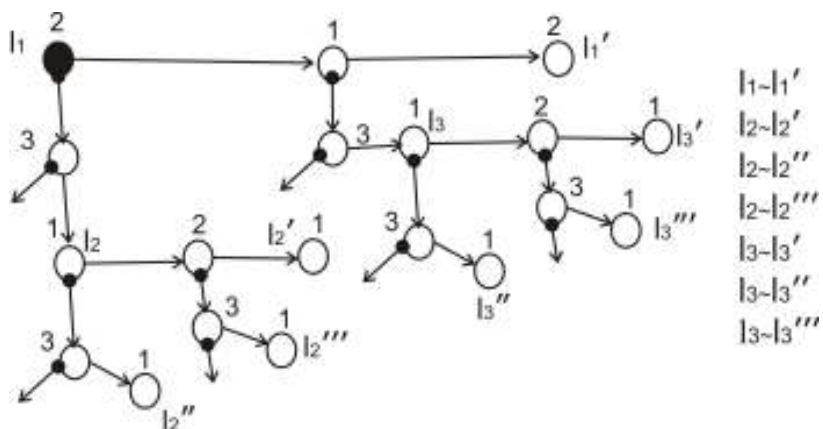


Рис. 20

Поскольку пары вершин из списка  $L$  являются входами эквивалентных диаграмм, то на следующем шаге алгоритм будет применен к каждой паре поддиаграмм, и алгоритм завершится с заключением об эквивалентности диаграмм  $D_5(t_1)$  и  $D_5(t_1')$ .

Применение алгоритма к паре  $(D_5(t_1), D_5(t_1''))$  аналогично его применению к паре  $(D_5(t_1), D_5(t_1'))$  в виду того, что пары поддиаграмм  $(D_5(t_1), D_5(t_1'))$  и  $(D_5(t_1), D_5(t_1''))$  образованы одними и теми же диаграммами.

Алгоритм завершится с заключением об эквивалентности исходных диаграмм  $D_1$  и  $D_2$ .

### Литература

1. Narju T., Karhumaki J. The equivalence of multitape finite automata // Theoret. Computer Sci. 1991. 78. P. 347-355.
2. Подловченко Р.И., Хачатрян В.Е. Метод трансформационного распознавания эквивалентности в моделях вычислений // 8-й межд. сем. «Дискретная математика и ее приложения». – М.: МГУ, 2004. С. 38-43.
3. Подловченко Р.И., Хачатрян В.Е. Об одном подходе к разрешению проблемы эквивалентности // Программирование. 2004. № 3. С. 3-20.
4. Хачатрян В. Е. Трансформационный метод в моделях вычислений // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2008. № 4. С. 52-55.
5. Подловченко Р.И., Айрапетян М.Г. О построении полных систем эквивалентных преобразований схем программ // Программирование. 1996. № 1. С. 3-29.
6. Хачатрян В.Е., Великая Я.Г. Модели вычислений с однозначным покрытием // Научные ведомости БелГУ. 2009. № 7(62). С.116-121.
7. Хачатрян В.Е., Великая Я.Г., Сунцова А.И. О преобразовании модели вычислений к однозначному виду // Информационные системы и технологии. 2010. № 3(59). С.45-49.
8. Хачатрян В. Е. Полная система эквивалентных преобразований для многоленточных автоматов // Программирование. 2003. №1. С. 62-77.

## THE GENERALIZED TRANSFORMATIONAL METHOD AND FINITE DETERMINISTIC AUTOMATA

**Y.G. VELIKAYA**

*Belgorod State University*

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

The transformational method updating is offered, allowing to solve a problem of equivalence for finite deterministic automata.

Key words: the transformational method, a problem of equivalence, finite deterministic automata.



## РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ ДЛЯ ЗАДАЧ ОБРАБОТКИ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

**Н.Г. ПЕРЕХОД  
Н.Н. УШАКОВА  
В.Н. ВИНТАЕВ  
В.А. ЛИХАЧЕВ**

*Белгородский университет  
потребительской  
кооперации*

*e-mail: viktor.vn2010@yandex.ru*

Разработка операций обработки изображений, представляющих собой продолженные на континуальный спектр состояний версии популярных операций, позволяет строить более тонкую и оптимизируемую по качественным показателям обработку изображений.

Ключевые слова: изображение, оператор, спектральное представление оператора, операция, пространственный спектр, функция рассеяния точки, линеаменты, полоса частот, обобщенная бинарная билинейная операция, вариационный метод.

Улучшение характеристик изображений, и в первую очередь повышение четкости, связано, прежде всего, с построением удачных решений по усилению высших гармоник пространственных спектров изображений, восстановлению утерянных полос спектров с высшими модами, фильтрацией высших гармоник спектров на фоне шумов.

Обработка изображения может быть представлена как покомпонентное произведение спектров изображения и оператора, вычислимое представление которого и реализует выполняемый над изображением алгоритм. При этом непосредственное применение дифференциальных (градиентных) операторов порядка не ниже единицы к изображениям [1, 2, 3, 4] для улучшения четкости, в силу линейного (или более высокого порядка) нарастания амплитудных спектров операторов в области высших мод, в условиях часто имеющего место пересечения полос пространственных спектров шумовой составляющей и образов реальных объектов приводит к усилению шумовой составляющей, нередко подавляющей полезную информацию. Необходимо отметить следующие свойства: носители изображений и их пространственных спектров финитны, количество гармоник дискретных двумерных спектральных представлений цифровых изображений не больше удвоенного числа отсчетов, представляющих изображения.

### **Цели работы.**

1. Снизить на нецелую величину (с продолжением на вещественные значения) порядок дифференциального оператора целого порядка так, чтобы нарастание амплитуд его спектра в зоне высших мод было существенно ослаблено для более эффективного использования анизотропии радиусов корреляции выделяемых линеаментов в зависимости от пространственной ориентации оси исчисления приращений при дифференцировании.

2. Реализовать возможность создания серии малых возмущений или малых вариаций операций алгоритма коррекции четкости изображения с нарастающей неидентичностью поведения огибающей модуля спектрального представления результата работы алгоритма в области высоких мод вдоль параметра, упорядочивающего возмущения и вариации в серии.

В теории обобщенных функций [5] операция нецелого дифференцирования  $D^\alpha$  задается разновидностями интегральных выражений:

$$f^{(\alpha)}(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_x^{\omega} (x-y)^{\alpha-1} f(y) dy, \tag{1}$$

$$f^{(\alpha)}(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_0^x (x-y)^{\alpha-1} f(y) dy,$$

где  $\Gamma(\alpha)$  – гамма-функция,  $f(y)$  – функция, элемент, по крайней мере, Гильбертова пространства, применение которых к элементам изображений требует громоздких вычислительных конструкций.

Для применения к изображениям, моделируемым допускающими Фурье-представление функциями, предлагается оператор нецелого дифференцирования  $D_x^\alpha, D_y^\beta$  ( $0 \leq \alpha, \beta \leq 1$ ) в виде

$$D_x^\alpha D_y^\beta S(x, y) = \int (J\omega_x)^\alpha (J\omega_y)^\beta F_S(\omega_x, \omega_y) e^{J(x\omega_x + y\omega_y)} d\omega_x d\omega_y, \tag{2}$$

где  $F_S(\omega_x, \omega_y)$  – прямое двумерное преобразование Фурье функции  $S(x, y)$ ;  $\omega_x, \omega_y$  – координаты на спектральной плоскости,  $J$  – мнимая единица (в общем случае  $\alpha$  и  $\beta$  могут быть любыми вещественными числами).

Для целых порядков и в одномерном варианте основная связь между спектрами и их образами описывается известным выражением [6]

$$D^k f(x) = \int_{\Omega} (J\omega)^k F_f(\omega) e^{J\omega x} d\omega, \tag{3}$$

где  $D^k$  – дифференциальный оператор порядка  $k$ ;  $\Omega$  – носитель спектра.

Для построения обсуждаемой версии дифференциального оператора это равенство продолжается в область нецелых значений порядка в виде

$$D^\alpha f(x) = \int_{\Omega} (J\omega)^\alpha F_f(\omega) e^{J\omega x} d\omega. \tag{4}$$

Для этого необходимо ввести аксиоматически правило дифференцирования тригонометрических функций:

$$\left. \begin{aligned} \cos^{(\alpha)}(x) &= \cos\left(x + \frac{\pi}{2}\alpha\right) \\ \sin^{(\alpha)}(x) &= \sin\left(x + \frac{\pi}{2}\alpha\right) \end{aligned} \right\} \tag{5}$$

$$\left. \begin{aligned} \cos^{(\alpha)}(\omega x) &= \omega^\alpha \cos\left(\omega x + \frac{\pi}{2}\alpha\right) \\ \sin^{(\alpha)}(\omega x) &= \omega^\alpha \sin\left(\omega x + \frac{\pi}{2}\alpha\right) \end{aligned} \right\} \tag{6}$$

При целых значениях  $\alpha$  эти правила очевидны. С использованием формулы Эйлера для тригонометрической формы комплексных величин соотношения (6) могут быть объединены в соотношение вида

$$\begin{aligned} (e^{J\omega x})^{(\alpha)} &= (\cos(\omega x) + J \sin(\omega x))^{(\alpha)} = \cos^{(\alpha)}(\omega x) + J \sin^{(\alpha)}(\omega x) = \\ &= \omega^\alpha \left( \cos\left(\omega x + \frac{\pi}{2}\alpha\right) + J \sin\left(\omega x + \frac{\pi}{2}\alpha\right) \right) = \omega^\alpha e^{J\left(\omega x + \frac{\pi}{2}\alpha\right)} = \omega^\alpha e^{J\omega x} e^{J\frac{\pi}{2}\alpha} = \\ &= \omega^\alpha e^{J\omega x} (J)^\alpha = (J\omega)^\alpha e^{J\omega x}, \end{aligned} \tag{7}$$

которое и резюмирует введенное аксиомами (5) и (6) правило дробного дифференцирования осциллирующей экспоненты, положенное в основу выражений (2) и (4).

Двумерные (2) (и выше) версии выражения (4) осуществляются суперпозицией одномерных преобразований (4).

Норма градиентного фильтра может быть выбрана в виде нормы вектора

$$\text{grad}_{\alpha\beta}(S) = ((D_x^\alpha S)^2 + (D_y^\beta S)^2)^{1/2}. \quad (8)$$

Так как в соотношении (8) при  $\alpha, \beta < 1$  модули  $|(\omega_x)^\alpha|, |(\omega_y)^\beta|$  растут в области высших мод спектров гораздо медленнее, чем при  $\alpha, \beta > 1$ , то располагающуюся в этой области шумовую составляющую  $\text{grad}_{\alpha\beta}(S)$  усиливает слабее, чем градиентный фильтр, построенный на базе операции дифференцирования целого порядка, выявляя градации и контуры образов объектов при порядках  $\alpha$  и  $\beta$ , находящихся в пределах  $0.5 \leq \alpha, \beta \leq 0.8$ , практически адекватно градиентным фильтрам с целыми значениями  $\alpha$  и  $\beta$  и равными 1.

На рис. 1 приведены результаты выявления контуров (на изображении участка аэродрома, снятого со спутника КВР-1000) градиентным фильтром порядка 0.6 и 0.9.



Рис. 1. Градиентная фильтрация изображения порядка 0.6 (слева) и 0.9 (справа)

Основным недостатком правого снимка, с рассматриваемой точки зрения, уместно считать то, что фильтрация более высокого порядка выявила даже все неоднородности на существующих протяженных элементах, что, как правило, затрудняет запуск в дальнейшем процедур селекции протяженных элементов.

В работе [7] представлен метод и результаты улучшения четкости изображения путем аддитивной добавки к яркости исходного изображения второй «текущей» ее смешанной производной, вычисляемой на самом исходном изображении. На рис. 2 и 3 представлены вычисленные дискретным преобразованием Фурье амплитудные спектры исходного и улучшенного изображений, которые в модели формирования изображений Бейтса и Мак Доннела [1] можно связать соотношением (9)

$$S_R(x, y) = S_H(x', y') * \Phi PT(x, y, x', y') + n(x, y), \quad (9)$$

где  $S_R$  – размытое изображение;  $S_H$  – улучшенное (идеальное) изображение;  $\Phi PT$  – функция рассеяния точки; \* – интегральная операция свертки;  $n$  – шумовая составляющая. По теореме о Фурье-представлении свертки функций [1, 2] получаем (обозначим Фурье процедуру как  $F(*)$ ):

$$F(S_R) = F(S_H) \cdot F(\Phi PT) + F(n), \quad (10)$$

где  $F(\Phi PT)$  – спектральное представление ФРТ для соотношения (9) (и комплексная двумерная пространственно-частотная передаточная характеристика тракта транзита пространственных частот от «идеального» изображения до регистрирующего транспаранта). В рассматриваемой задаче пренебрегаем наличием шума, что, собственно, можно увидеть и на приведенных изображениях, и тогда  $F(\Phi PT)$  можно просто найти покомпонентным делением соответствующих спектров из соотношения (10):

$$F_{ij}(\Phi PT) = F_{ij}(S_R) / F_{ij}(S_H), \quad (11)$$

где индексами  $i$  и  $j$  обозначены соответствующие комплексные значения аппликат двумерных дискретных пространственных спектров. Здесь и всюду ниже речь идет о выполнении дискретных преобразований.

При этом учитывается, что оба изображения могут иметь только и только одни и те же гармоники с нулевой амплитудой, а спектр ФРТ не должен иметь гармоник с нулевой амплитудой. Поэтому появление нуля амплитуды какой-либо гармоники в знаменателе при вычислении спектра ФРТ служит признаком обработки исключительной ситуации с присвоением вычисляемому отсчету заранее обусловленного значения, в том числе и нулевого. Нули в числителе при этом транслируются в нули на отсчетах спектра ФРТ. Нули на спектре ФРТ и случайные всплески удаляются медианной фильтрацией вычисленного спектра [8].



Рис. 2. Амплитудный спектр исходного изображения

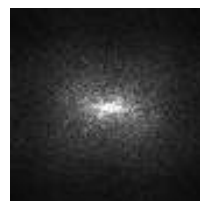


Рис. 3. Амплитудный спектр улучшенного изображения

Легко заметить при этом существенную насыщенность периферии спектра  $S_{II}$  высшими гармониками, что означает увеличение радиуса носителя амплитудного спектра и говорит о восстановлении авторами работы [7] тонкой структуры изображения.

На рис. 4 и 5 приведены в масштабе 1:64 вычисленный и сглаженный медианным фильтром с последующим сглаживанием равномерно заполненной маской 7x7 с нормализацией результата амплитудный спектр ФРТ, связывающей оба изображения.

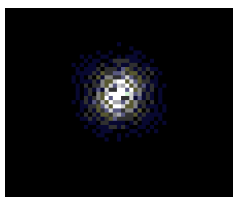


Рис. 4. Спектр функции рассеяния точки

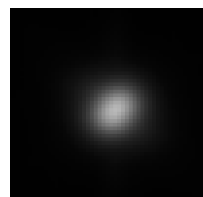


Рис. 5. Сглаженный спектр функции рассеяния точки

На рис. 6 представлена в масштабе 64:1 искомая ФРТ в сглаженном виде.

На рис. 7 и 8 в соответствующих масштабах соответственно показаны версии спектров возмущенной ФРТ<sub>v</sub>, полученных покомпонентным суммированием вычисленной ФРТ и ФРТ выполненной смешанной производной над ФРТ порядка 0.25 по оси X и порядка 0.25 по оси Y:

$$\Phi PT_v = \Phi PT + D_x^{0.25} D_y^{0.25} (\Phi PT), \tag{12}$$

при этом

$$F_{ij}(\Phi PT_v) = F_{ij}(\Phi PT) + (J\omega_{xi})^{0.25} (J\omega_{yj})^{0.25} F_{ij}(\Phi PT). \tag{13}$$

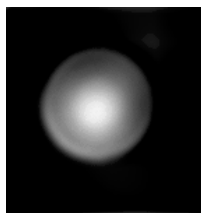


Рис. 6. Синтезированная функция рассеяния точки (сглаженная)

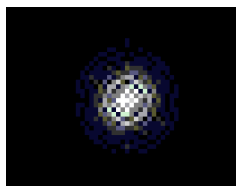


Рис. 7. Возмущенный спектр функции рассеяния точки

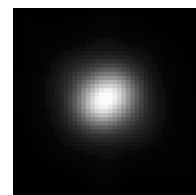


Рис. 8. Возмущенный и сглаженный спектры функции рассеяния точки



Полученные версии спектров обладают заметно увеличенным радиусом за счет небольшого усиления периферийных гармоник примененным оператором дифференцирования.

Операция покомпонентного деления спектра  $S_R$  на полученный спектр ФРТ

$$F_{ij}(S_{II}) = F_{ij}(S_R) / F_{ij}(\Phi PT_V) \quad (14)$$

приводит к спектру с увеличенным радиусом по отношению к спектру, полученному в работе [7], и соответственно к изображению с повышенными характеристиками четкости. Соответствующий амплитудный спектр приведен на рис. 9.



Рис. 9. Амплитудный спектр нового восстановленного изображения

На рис. 10 и 11 представлены изображения и их спектральные представления, соответственно: расфокусировка исходного цифрового изображения с использованием вычисленной ФРТ и восстановление его четкости по описанной методике с использованием операций дифференцирования порядка 0.12 и 0.25.

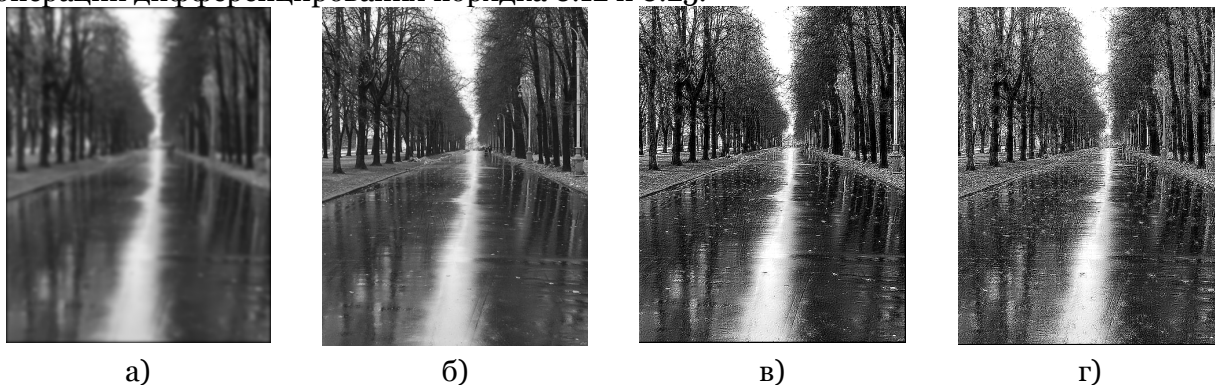


Рис. 10. Цифровые черно-белые изображения

- а)  $S_R$  – расфокусированное конволюцией с вычисленной ФРТ исходное изображение  $S_{II}$ ;  
 б) исходное изображение  $S_{II}$ ;  
 в)  $S_{II}$  – результат деконволюции  $S_R$  с ФРТ, возмущенной оператором порядка 0.12;  
 г)  $S_{II}$  – результат деконволюции  $S_R$  с ФРТ, возмущенной оператором порядка 0.25.

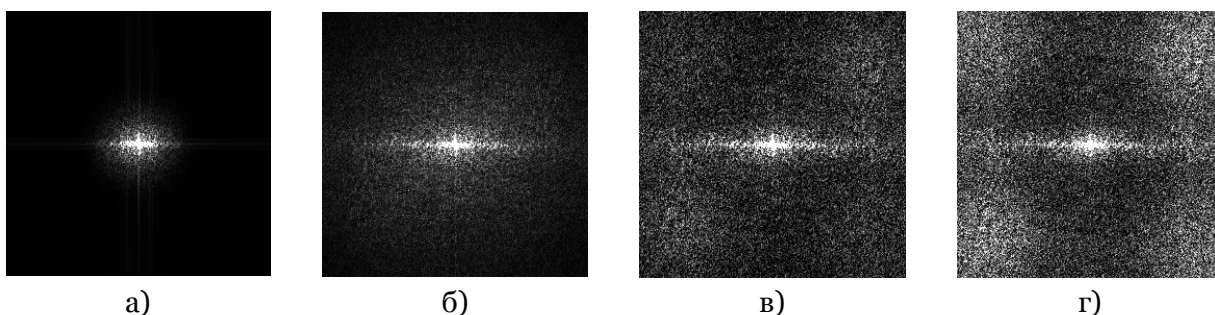


Рис. 11. Амплитудные спектры пространственных частот изображений

- а)  $S_R$  – расфокусированного изображения;  
 б)  $S_{II}$  – исходного изображения;  
 в)  $S_{II}$  – восстановленного с оператором порядка 0.12;  
 г)  $S_{II}$  – восстановленного с оператором порядка 0.25.



Относительно малых вариаций и возмущений алгоритмов предлагается реализовать малые возмущения операций бинарного вида (тернарного и т.д.), т.к. возмущения одноместных операций просто приводятся к локальным преобразованиям данных – результатов одноместных операций.

Очевидно, на практике речь идет об операции умножения: возмущения во взаимных сдвигах ее частичных строк или малые возмущения самой таблицы умножения [9] идентифицируются однозначно некоторым (точнее специальным) параметром  $\beta$ . В ряде работ версии подобных операций названы обобщенной бинарной билинейной операцией. Действительно, все частичные строки в операции – это множимое, стробированное соответствующим разрядом множителя. Эти же строки – коэффициенты полинома на степенях  $r$  – основания позиционной системы счисления, представляющего входные операнды. Записав этот же полином по степеням параметра (управляющего)  $\beta$ , равного, допустим  $r + 0.000001$  мы осуществим задуманное возмущение и покажем заодно, что можем осуществить взаимный сдвиг двоичных кодов на любую долю двоичного разряда (метод возмущения и обобщения операции и возмущения спектров изображений и представленной версии дифференциального оператора разработан в более высоких и обоснованных технологических версиях, но в рамках данной статьи он не может быть представлен).

На основе разложения в ряд по степеням малого параметра спектрального представления дифференциального оператора, возмущаемого предлагаемой обобщенной операцией умножения, можно заметить эффективное увеличение порядка оператора в области высших мод спектров в соответствии с соотношением [10]:

$$F(D^\alpha S) = (J\omega)^\alpha \cdot \begin{cases} F_S(\omega)(1 + \frac{\|V_i\|}{\omega_c} \omega^{\omega_c}), \|V_i\| \ll 1; \\ F_S(\omega)(1 + \frac{\|V_i\|}{\omega_c} \omega), \|V_i\| < 1, \end{cases} \quad (15)$$

где  $\omega_c$  – средневзвешенная пространственная частота  $V_i$  – матрица возмущения таблицы умножения,  $\| \cdot \|$  – функция вычисления нормы. Здесь и в формуле (16) средневзвешенная и мгновенная частоты представлены нормой радиуса-вектора (с проекциями  $\omega_x, \omega_y$  в двумерном спектральном портрете) от начала координат в портрете к пикселу, светящемуся с яркостью, равной амплитуде гармоника.

Для матрицы с нормой 0.3 свойство дистрибутивности возмущенной операции умножения выполняется с примерной погрешностью в 5%. При этом спектр изображения при свертке его с единичной функцией при возмущении операции описывается приблизительно формулой

$$F_S^{Vi}(\omega) \approx F_S(\omega)(1 + \frac{\|V_i\|}{\omega_c} \omega). \quad (16)$$

Представленные операции разработаны, в том числе, и для вариационного метода синтеза алгоритмов и операций с заданной целевой функцией обработки или заданным целевым функционалом с исследованием результатов вдоль приведенного параметра  $\beta$ .

На рис. 12 приведено изображение со спутника Ресурс-ДК, полученное с матрицы оптико-электронного преобразователя (ОЭП) фокальной системы спутника.

На рис. 13 представлен результат нормализации этого изображения – обработки алгоритмом FLAASH 4.1 программы ENVI Version 4.1. (корпорации Research Systems, Inc) корректирующим влияние атмосферы инструментарием спектральной обработки. Легко заметить повышенную четкость изображения на рис. 13 по отношению к четкости на исходном изображении. После вычисления ФРТ, связывающего эти два изображения вы-

полнялась деконволюция ФРТ и исходного изображения (рис. 12) (описанным выше методом отношений спектров: с домножением числителя и знаменателя на комплексно сопряженный знаменателю спектр) с возмущением, соответствующим формуле (16). Результат показан на рис. 14, спектральные представления результатов, полученных после применения программы ENVI и деконволюции с возмущением, приведены на рис. 15 и 16. Спектр, приведенный на рис. 16, свидетельствует о достижении повышенной четкости.



Рис. 12. Изображение со спутника Ресурс-ДК, полученное с матрицы ОЭП



Рис. 13. Изображение, после обработки программой ENVI 4.1



Рис. 14. Изображение после деконволюции с ФРТ с малым возмущением алгоритма деконволюции

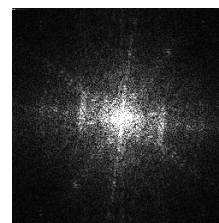


Рис. 15. Пространственный спектр изображения после обработки программой ENVI 4.1

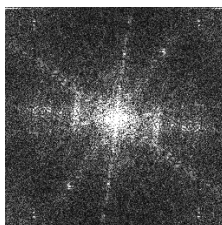


Рис. 16. Пространственный спектр изображения после деконволюции с малым возмущением

### Вывод.

Использование для коррекции четкости изображения метода возмущения порождающей изображение ФРТ специальным градиентным оператором с нецелым порядком и параметрически заданное возмущение операции умножения при выполнении свертки изображения с корректирующим ядром порождают в пространстве дискретных спектральных представлений однозначно определяемые дополнительные высшие гармоники, что в свою очередь свидетельствует о дополнительном увеличении четкости изображений.

### Литература

1. Бейтс Р. Восстановление и реконструкция изображений / Р. Бейтс, М. Мак-Доннел. – М.: Мир, 1989. – 336 с.
2. Прэтт У. Цифровая обработка изображений / У. Прэтт. – М.: Мир, Кн.4, 1982, 112 с.
3. Казмирчук А.А. Методы восстановления изображений по блокам двумерного спектра / А.А.Казмирчук // Распараллеливание обработки информации: сб. докл. VI Всесоюз. шк. – семинара. – Львов, 1987. – Ч.2. – С. 71-72.
4. Karini H.A. Techniques For Automated Extraction of Roadway Inventory Features From High-Resolution Satellite Imagery / H.A. Karini, X. Dai, S. Khorran, A.J. Khattack, J.E.Hummen // Geocanto Int., 1999. – 14. – №2. – P. 5-16.

5. Брычков Ю.А. Интегральные преобразования обобщенных функций / Ю.А. Брычков. – М.: Наука, 1977. – 286 с.
6. Никольский С.М. Курс математического анализа / С.М. Никольский. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. – 592 с.
7. Созонова Т.Н., Красильников В.В. Повышение четкости изображений на основе вариационного метода оценки производных // Научные ведомости БГУ. Серия История. Политология. Экономика. Информатика. – 2010. – № 7 (78), вып. 14/1. – С. 176-181.
8. Ataman E. A Fast Method for Real-time Median Filtering / E. Ataman, V.K. Astre, K.M.Worg // IEEE Trans. Acoust. Speech. and Signal Process. – 1980. – 28. – №4. – P.415-421.
9. Ушакова Н.Н. О вариационном методе синтеза линейной модели дистанционного тракта / Н.Н.Ушакова // Современные проблемы технического, естественно-научного и гуманитарного знания: сб. докл. регион. науч.-практ. конф. – Губкин, 2001. – С.163-168.
10. Vintaev V.N., Gadzhiev M.G., Urazbakhtin A.I., Ushakova N.N. Modeling of Verification Operation Modes of Radio-Technical Systems. TELECOMMUNICATIONS AND RADIO ENGINEERING. New York. – Begell House, 2005, Inc. Vol. 64, 393-406 p.

## **DEVELOPMENT OF SPECIAL OPERATIONS FOR THE PROBLEM OF PROCESSING DIGITAL IMAGES**

**N.G. PEREKHOD  
N.N. USHAKOVA  
V.N. VINTAEV  
V.A. LIKHACHEV**

*Belgorod University  
of Consumer's Cooperation*

*e-mail: viktor.vn2010@yandex.ru*

Development of image processing operations, which are extended to the continuum spectrum of the states version of the prevalent operations, enables to construct more subtle and optimized for quality indicators image processing.

Key words: Image, operator, spectral expansion of operator, operation, spatial spectrum, point spread function, lineaments, band, generalized binary bilinear operation, variational method.



# СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА ЗНАНИЙ

УДК 612.17

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ЗАДАЧ В КАРДИОЛОГИИ

**В.М. НИКИТИН<sup>1)</sup>**  
**В.В. ЛОМАКИН<sup>1)</sup>**  
**Д.А. АНОХИН<sup>1)</sup>**  
**И.К. КАЙДАЛОВА<sup>2)</sup>**  
**И.И. ИВАНОВ<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> *Белгородский  
государственный  
университет*

<sup>2)</sup> *Белгородская городская  
больница №1*

*e-mail: nikitin@bsu.edu.ru*  
*e-mail: lomakin@bsu.edu.ru*  
*e-mail: anohin@bsu.edu.ru*  
*e-mail: sargerion@mail.ru*

В статье рассмотрены возможные варианты интеллектуализации информационной системы поддержки принятия решений АРМ «Кардиолог-интеллект» как модуля региональной телемедицинской сети. Предложена структура АРМ «Кардиолог-интеллект», схема взаимодействия программных модулей кардиологической справочной системы и структура базы данных. Дан анализ элементов интеллектуальности кардиологической справочной системы, оптимизирующей работу кардиолога.

Ключевые слова: система поддержки принятия решений, телемедицина, кардиология, автоматизированное рабочее место, электронный диагноз, биоинформационные технологии, дистанционный мониторинг, интеллектуальные системы, база данных.

### *Введение*

Разработка и внедрение технологии «телемедицина» является одним из приоритетных направлений развития «информационного общества» в России. Данная работа проводится в рамках ФЦП «Электронная Россия, 2002-2010 годы» и ФЦП «Информационное общество, 2011-2018 гг.». В работе рассматриваются вопросы, связанные с созданием предпосылок для перехода к осуществлению непрерывного профилактического интеллектуального телемониторинга кардиобольных г. Белгорода. Предлагаются интеллектуальные аппаратно-программные средства, которые могут существенно повысить эффективность применения созданного в Белгородском государственном университете федерально-регионального центра аэрокосмического и наземного мониторинга объектов и природных ресурсов, содержащего в своём составе модуль телемедицины. В частности, в статье предлагается структура разрабатываемого программного комплекса АРМ «Кардиолог-интеллект», который может входить в состав создаваемой в России телемедицинской сети на уровне «центральных районных больниц» и «участковых больниц» (рис. 1) [1-3].

Анализ известных работ, посвящённых решению проблемы оказания дистанционной и автоматизированной помощи кардиобольным, показывает, что исследования в данной предметной области ведутся по следующим основным направлениям:

- разработка программных средств систем поддержки принятия диагностических решений при отдельных сердечно-сосудистых патологиях [4];
- разработка методов построения решающих правил для прогнозирования различных типов болезней сердечно-сосудистой системы [5];
- поиск методов определения информативных биологически активных точек в качестве дополнительных признаков для прогнозирования и диагностики сердечно-сосудистых патологий;
- разработка методов математического моделирования и реконструкции сложных объектов для восстановления трехмерной формы сердца в целях его программной визуализации [6];
- разработка методов и алгоритмических средств построения и симуляции функционирования хаотического автомата для создания виртуальной персональной модели сердечно-сосудистой системы человека при медицинской диагностике [7].



Рис. 1. Архитектура телемедицинской сети Российской Федерации

По причине слабоструктурированности решаемых кардиологом задач, из-за отсутствия четких признаков оценки состояния сердечно-сосудистой системы (ССС) предлагается решение, базирующееся на использовании интеллекта кардиолога как экспертной системы.

В результате анализа предметной области кардиологии был сделан вывод, что одним из недостатков, рассматриваемых в известных работах различных технических решений, является то, что они не предоставляют кардиологу широких возможностей существенно и оперативно влиять на функционирование программных средств поддержки принятия решений с учётом собственного опыта и особенностей персональной кардиологической истории пациента. Для устранения упомянутого выше недостатка авторским коллективом разработан механизм и процесс функционирования управления системой поддержки принятия решений, представляющей собой АРМ «Кардиолог-интеллект». Данный механизм позволит кардиологу проводить обучение программы путём корректировки автоматически выдаваемых электронных проектов диагноза для каждого конкретного пациента с учётом его уникальной кардиологической истории.



Другим недостатком является то, что среди существующих на данный момент кардиологических справочных систем отсутствуют базы данных, связывающие одновременно отдельные БД по болезням, симптомам, курсам лечения и лекарственным средствам. Сложность создания объединенной БД обуславливается тем, что она должна постоянно поддерживаться в актуальном состоянии, а обновление записей в ней осложняется частыми несинхронными изменениями отдельных элементов. Это приводит к разрыву старых и отсутствию новых связей с добавленными записями. С целью устранения данного недостатка предложена структура БД, отличающаяся от известных тем, что интегрирование тематических БД осуществляется по симптомам, болезням и лекарствам, а процедура актуализации – по объединенной БД, централизованно.

#### **Основные задачи АРМ «Кардиолог-интеллект»**

В ходе разработки механизма и процесса управления системой поддержки принятия решений показано, что АРМ «Кардиолог-интеллект» должен обеспечить:

- непрерывный мониторинг состояния пациентов, находящихся в группе повышенного риска с помощью датчиков, регистрирующих необходимую информацию и осуществляющих их оперативную передачу в удаленный центр для последующего анализа;
- автоматическое прогнозирование возможных угроз на основании анализа поступающих данных о пациенте, персональной кардиологической истории и его метаданных и разработка ему профилактических рекомендаций (например, по принятию лекарств при повышенной угрозе и/или обращению в ближайшее лечебное учреждение с учётом его текущего местонахождения). В данной функциональной возможности и будет заключаться интеллектуальная составляющая разрабатываемого АРМ кардиолога;
- предупреждение лечащего врача и пациента о возможной угрозе до ее возникновения, а при возникновении сердечной недостаточности – автоматический вызов скорой помощи с указанием «электронного диагноза» и координат местоположения больного.

#### **Структурная схема АРМ «Кардиолог-интеллект»**

В работе предложен один из возможных вариантов технического решения АРМ кардиолога как неотъемлемого компонента технологии «Телемедицина». Структурная схема АРМ «Кардиолог-интеллект» иллюстрируется на рис. 2.

Важной особенностью предлагаемого технического решения АРМ является возможность повышения «интеллекта» программы, обеспечивающей выработку электронного диагноза путём коррекции этого диагноза кардиологом. Данная коррекция реализуется как процесс обучения программы.

Автоматизированное рабочее место должно обеспечивать взаимодействие трёх объектов: пациентов; пользователя АРМ (кардиолог); областного кардиоцентра.

Рассмотрим взаимодействие первых двух объектов, смоделировав конкретные ситуации. При первом непосредственном визите пациента к кардиологу ему в базе данных будет присвоен уникальный идентификатор, через который впоследствии будет работать программа (см. рис. 2 п. 2). Полученные в ходе обследования данные пользователь вводит в АРМ на языке, максимально приближенном к естественному (см. рис. 2 п. 3). Их обрабатывает «модуль обработки данных о пациенте на естественном языке» и сохраняет в БД. Результаты дополнительных обследований и анализов, например, снятие электрокардиограммы (ЭКГ) на стационарном оборудовании лечебного учреждения через телекоммуникационные каналы или каналы связи автоматически передается в АРМ, где обрабатывается в «модуле обработки кардио-данных» и после их оцифровки сохраняется в БД (см. рис. 2 п. 1).

Программный «модуль кардиологической истории» (см. рис. 2. п. 4) предназначен для собора, структурирования и осуществления анализа всей имеющейся информации в БД по конкретному пациенту (включая данные по другим медосмотрам и анализам, метаданным пациента, поставленным ранее диагнозам и курсам лечения), включая его лечение у специалистов другого профиля. Программный модуль должен автоматически ставить «электронный диагноз» и выработать проект предполагаемого курса

лечения (см. рис. 2 п. 5). Кардиолог сможет откорректировать «электронный диагноз» и проект предполагаемого курса лечения (см. рис. 2 п. 6). При необходимости процесс корректировки может быть осуществлён в несколько итераций. Скорректированные данные сохраняются в БД как заключительный диагноз и курс лечения пациента (см. рис. 2 п. 7).

Структурированная информация в виде электронной медицинской карты может быть предоставлена пользователю и пациенту непосредственно (например, в электронном или распечатанном на бумаге виде) и/или удаленно (например, отсылка информации на email пациента и т.д.) (см. рис. 2 п. 8, 9).

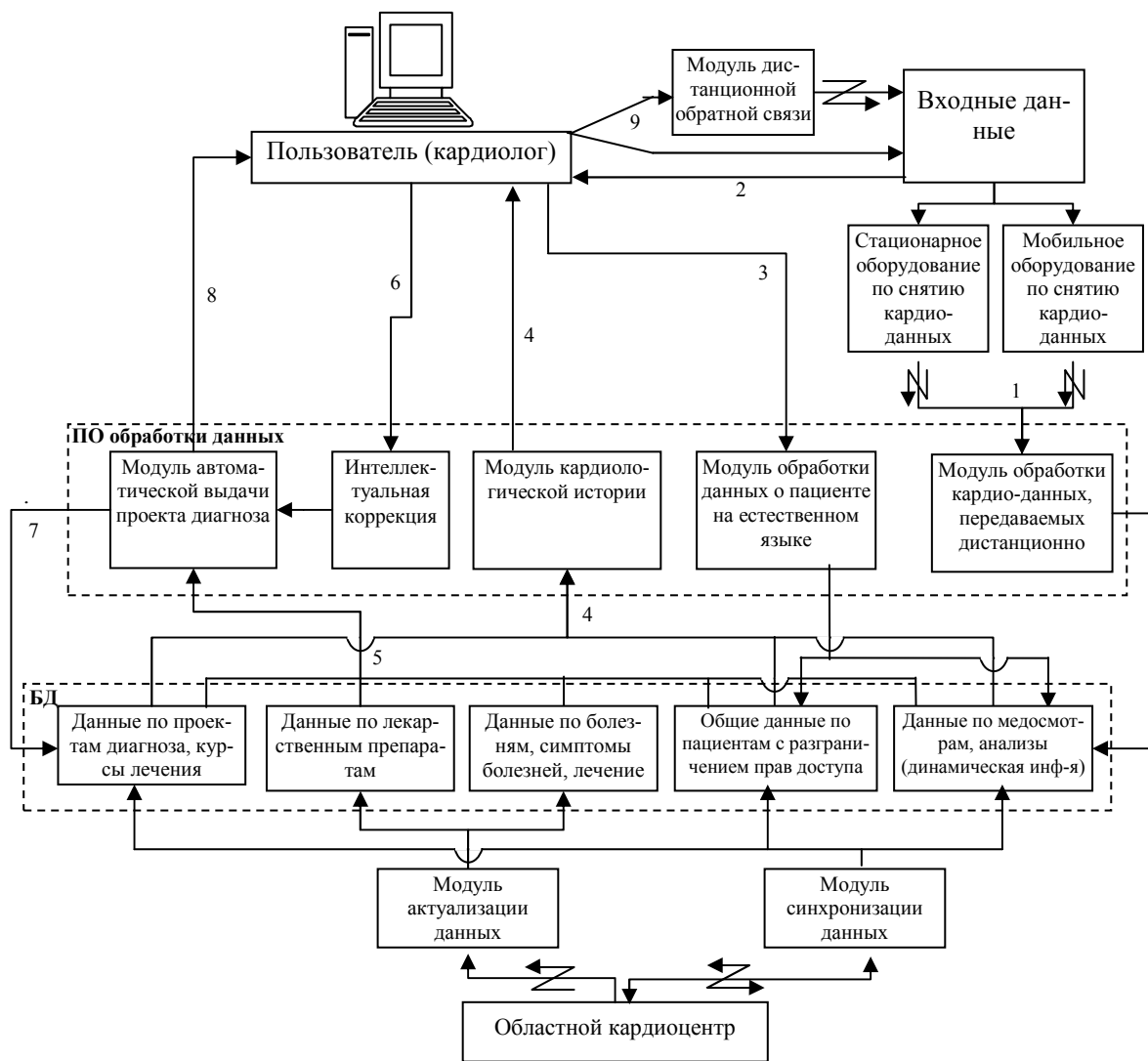


Рис. 2. Структура АРМ «Кардиолог-интеллект»:

1 – дистанционная передача данных со стационарного или мобильного оборудования кардиологической информации относительно пациента (например, электрокардиограммы); 2 – получение входных данных о пациенте; 3 – занесение данных непосредственного медосмотра кардиологом пациента; 4 – получение информации относительно пациента из его кардиологической истории; 5 – формирование электронного проекта диагноза; 6 – пользователь (кардиолог) корректирует электронный проект диагноза; 7 – скорректированный электронный проект диагноза, а также курс лечения сохраняется в БД; 8 – передача скорректированного диагноза и курса лечения из программного модуля кардиологу; 9 – постановка диагноза и назначение курса лечения кардиологом при непосредственном визите или дистанционно; БД – база данных автоматизированного рабочего места кардиолога (АРМ); ПО – программное обеспечение АРМ;  $\rightleftarrows$  – дистанционная передача данных.



Далее рассмотрим процесс функционирования АРМ при возникновении необходимости оказания пациенту экстренной дистанционной помощи. Для реализации такого режима работы АРМ осуществляют постоянный мониторинг состояния пациента с помощью различного рода индивидуальных датчиков, включая навигационный комплекс. Передаваемые в АРМ в режиме реального времени данные с датчиков автоматически обрабатываются и анализируются (см. рис. 2 п. 1). По результатам мониторинга текущего состояния пациента вырабатывается «электронный диагноз» как функция времени, которая сохраняется в БД (см. рис. 2 п. 5, 7). Наличие такой функциональной зависимости позволит своевременно обнаружить негативную динамику состояния пациента и оповестить его и лечащего врача о возможном возникновении критической ситуации [8]:

– пациента (родным или патронажным работникам) в виде предварительных рекомендаций (например, через SMS-сообщение принять (дать) лекарство или срочно обратиться в любое лечебное учреждение для своевременного оказания медицинской помощи) (см. рис. 2 п. 9);

– кардиолога в виде запроса на коррекцию рекомендаций и поставленного автоматически электронного диагноза (см. рис. 2 п. 8). Кардиолог может их скорректировать (см. рис. 2 п. 6), и измененные рекомендации будут сохранены в БД (см. рис. 2 п. 7) и повторно отосланы пациенту (см. рис. 2 п. 8, 9). Данные о корректировке пользователем сохраняются в БД и будут автоматически учитываться в последующих «электронных диагнозах» и рекомендациях, выдаваемых АРМ.

Областной кардиоцентр выступает в роли координатора работы всех зарегистрированных АРМ. Основные задачи областного кардиоцентра:

– актуализация информации в базах данных всех АРМ по клиническим рекомендациям, лекарственным препаратам и симптомам болезней в одностороннем автоматическом режиме с целью обеспечения единообразия данных;

– синхронизация данных каждого конкретного АРМ с областным кардиоцентром и остальными АРМ. В отличие от актуализации обмен данных между областным кардиоцентром и АРМ производится в двустороннем порядке.

#### ***Интеллектуальная кардиологическая справочная система***

На основании анализа структуры АРМ «Кардиолог-интеллект» можно сделать вывод о том, что одним из необходимых её элементов, обеспечивающих информационную поддержку, автоматическую выдачу и интеллектуальную коррекцию электронных проектов диагноза, (см. рис. 2 п. 6-8) является подмодуль АРМ «Кардиолог-интеллект» – интеллектуальная кардиологическая справочная система (ИКСС). При этом ИКСС должна обеспечить формирование электронного диагноза, а также предоставление справочных материалов кардиологу по симптомам, синдромам, особым физиологическим состояниям (ОФС), болезням, курсам лечения, лекарственным препаратам и процедурам. В целях информационного обеспечения функционирования АРМ «Кардиолог-интеллект» авторским коллективом была разработана структурная схема его взаимодействия с областной телекоммуникационной системой, которая иллюстрируется на рис. 3.

На первом этапе взаимодействия кардиолога с ИКСС через комплекс АРМ «Кардиолог-интеллект» должна быть реализована автоматическая передача персональных кардиологических данных в ИКСС; автоматическая постановка предварительного диагноза на основании кардиологической истории и известных симптомов, синдромов, ОФС посредством вывода совокупности возможных болезней в виде отсортированного по релевантности списка. При поиске возможных болезней должен учитываться параметр степени важности наличия или отсутствия в каждой болезни выбранного и невыбранного симптома, синдрома и ОФС, что позволит решить проблемы недостаточности и недостоверности исходных данных. Например, при поиске болезней, возможных при симптомах – одышка, отеки, тремор, сердцебиение – должны быть определены в качестве возможных следующие болезни: сердечная недостаточность (наличие всех обычных симптомов, кроме симптома – тремор), инфаркт миокарда и др.



На втором этапе необходимо обеспечить возможность кардиологу взаимодействовать с ИКСС, редактируя предварительный электронный диагноз. Отметим, что элемент интеллектуальности ИКСС должен состоять в ее способности в обучении кардиологом. Необходимо реализовать процесс обучения ИКСС так, чтобы каждая корректировка кардиологом электронного диагноза запоминалась системой, это позволит ей впоследствии при однородной ситуации учитывать предыдущий опыт, и в каждой новой итерации вероятность постановки ошибочного электронного диагноза будет снижаться.

Если у кардиолога возникнет необходимость в уточнении диагноза, у него должна быть возможность воспользоваться встроенной справочной информацией по кардиологическим болезням, симптомам, синдромам, ОФС, лекарственным препаратам и процедурам с возможностью начала просмотра с любого элемента, при этом имеются внутренние связи между элементами [8]. Это становится возможным благодаря объединению следующих баз данных: по болезням; курсам лечения; лекарственным препаратам.

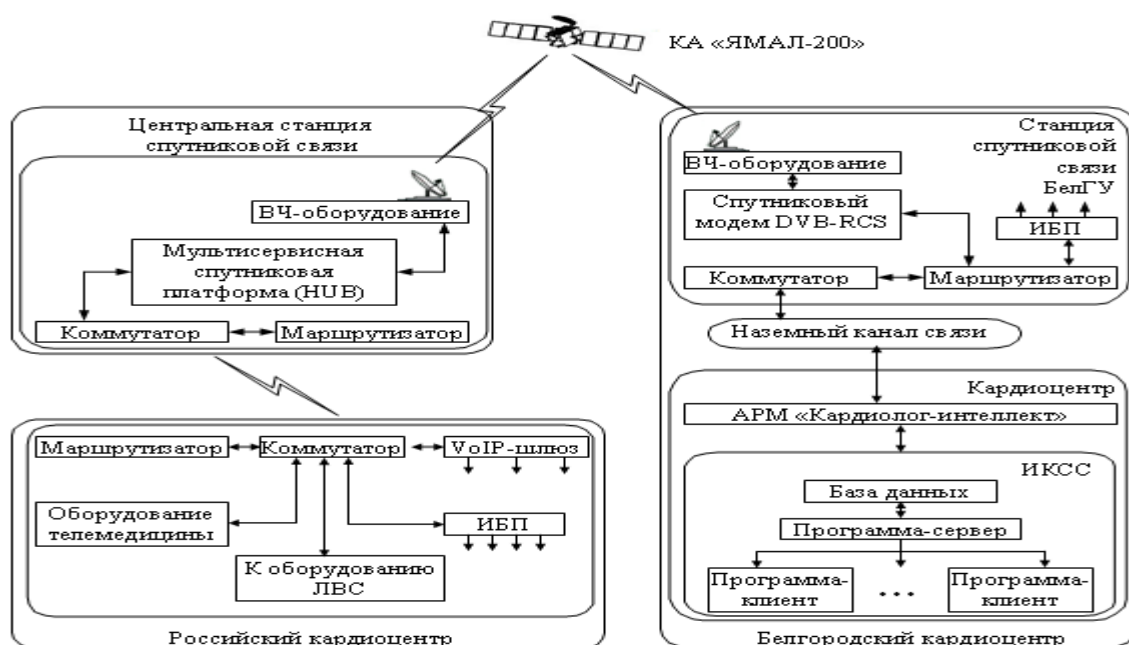


Рис. 3. Структурная схема взаимодействия интеллектуальной кардиологической справочной системы АРМ «Кардиолог-интеллект» с областной телекоммуникационной системой

На третьем этапе должна осуществляться автоматическая выработка электронных рекомендаций по курсу лечения, установленной кардиологом болезни с учетом противопоказаний к лекарственным средствам и процедурам у конкретного пациента. Интеллектуальность данного этапа будет проявляться в том, что при выработке рекомендаций по курсу лечения в случае обнаружения в нем противопоказанных лекарств (процедур) для конкретного больного программа сама должна произвести поиск допустимых аналогов среди лекарственных препаратов (процедур).

На рис. 4 иллюстрируется разработанная авторским коллективом структура базы данных ИКСС.

Данная БД будет реализована на платформе СУБД MySQL, потому что эта СУБД обладает следующими необходимыми характеристиками: поддерживает многопоточность выполнения запросов, свободно распространяема; масштабируема; обеспечивает быструю работу с данными.

С целью решения проблемы создания объединенной кардиологической базы данных предлагается:

- использовать централизованную актуализацию БД через областной кардио-центр (см. рис. 2), что уменьшит нагрузку на кардиолога при работе с системой;
- формирование объединенной базы данных из БД по лекарствам и процедурам, курсам лечения, болезням, симптомам и синдромам, ОФС, что позволит в достаточной мере описать предметную область;
- построение отношений: болезни↔(симптомы + синдромы + ОФС), курсы лечения↔(лекарства + процедуры), болезни↔курсы лечения, (процедуры и лекарства)↔(альтернативные связи), что обеспечит связывание отдельных баз данных;
- создание группировок по противопоказаниям на некоторые лекарства и процедуры при наличии конкретных симптомов, синдромов, ОФС, болезней, когда применение данных лекарственных средств и процедур неприемлемо или ограничено;
- создание группировок по лекарствам, процедурам, болезням, симптомам, синдромам, ОФС в целях обеспечения более быстрого поиска записей по каждому элементу.

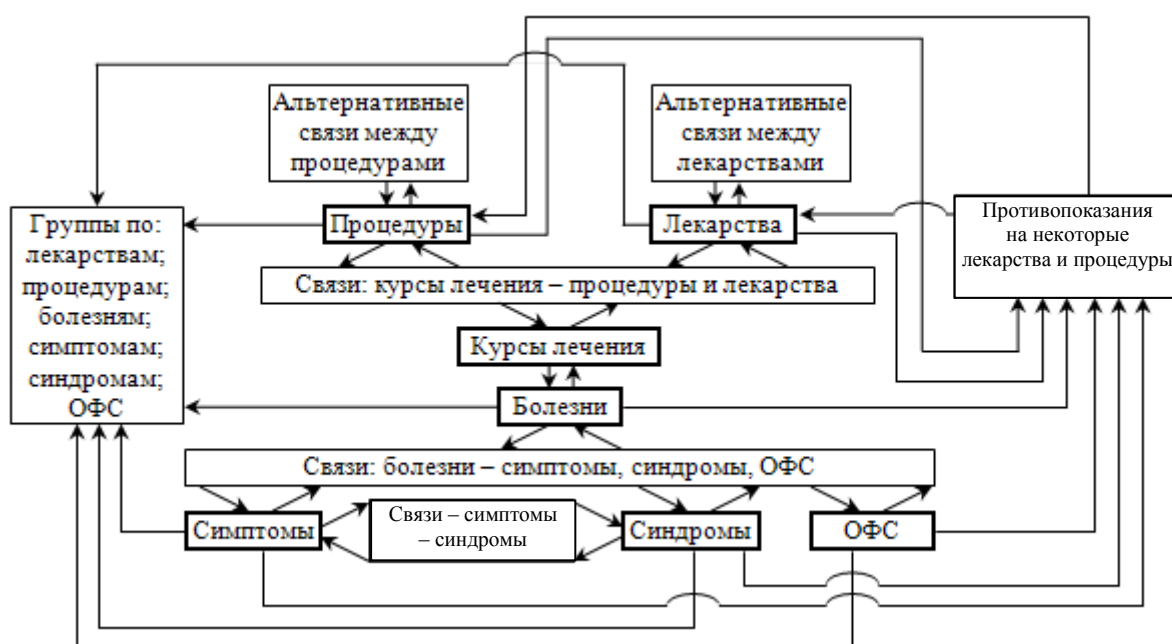


Рис. 4. Структура БД интеллектуальной кардиологической справочной системы

### Выводы

1. Представление сложной предметной области кардиологии в форме логико-лингвистических моделей позволит осуществить синтез различных диагнозов и обучения информационной системы на основе экспертных знаний.
2. Предложенный принцип построения электронного комплекса АРМ «Кардиолог-интеллект» позволит реализовать основные требования к современным медицинским аппаратно-программным комплексам. Это прежде всего учет широкого спектра патологий, мгновенного состояния сердечно-сосудистой системы; достижение достаточной для экспертной диагностики степени достоверности электронного проекта диагноза; повышение производительности работы пользователя; надежность и простота в эксплуатации.
3. Предложенное техническое решение базы данных имеет весьма широкую среду применения, включающую функциональную диагностику, кардиологию, кардиохирургию, интенсивную терапию, реанимацию и анестезиологию, массовое обследование населения, а также медицину катастроф.

### Литература

1. Система автоматизированного контроля потенциально опасных объектов Российской Федерации в интересах обеспечения защиты от техногенных, природных и террористических



угроз : пат. 2296421 Рос. Федерация : МПК Но4В7/185 / Никитин В.М., Меньшиков В.А. и др.; заявитель и патентообладатель Меньшиков Валерий Александрович – № 2005119338/09 ; заявл. 22.06.2005 ; опубл. 27.03.2007, Бюл. ФИПС.

2. Никитин В. М. Новые технологии в Белгородском государственном университете / В.М. Никитин, С.А. Кунгурцев // Высшее образование сегодня. – 2004. – №12. – С. 38-39.

3. Никитин В. М. Комплексное развитие технологий мониторинга и управления региональными ресурсами в рамках федеральной целевой программы «Электронная Россия» / В.М. Никитин, М.И. Макаров, С.В. Павлов и др. // Безопасность жизнедеятельности – 2005. – № 6. – С.24-26.

4. Бодин О. Н. Системы неинвазивного контроля состояния сердца : дис. ... д-ра техн. наук / О. Н. Бодин. – Пенза: Изд-во Пензенского государственного университета, 2008. – 362 с.

5. Татаренков А.А. Методы и средства прогнозирования и ранней диагностики сердечно-сосудистой патологии на основе рефлексодиагностики и нечеткой логики принятия решений: дис. ... канд. техн. наук / А.А. Татаренков. – Курск : Изд-во Курск. гос. техн. ун-т, 2007. – 157 с.

6. Алпатов А. В. Методы математического моделирования для трехмерной реконструкции и функционального анализа желудочков сердца человека по данным эхокардиографии: диссертация ... канд. техн. наук / А. В. Алпатов. – Рязань : Изд-во Рязан. гос. радиотехн. акад., 2003. – 182 с.

7. Калининченко А. Н. Компьютерные методы автоматического анализа ЭКГ в системах кардиологического наблюдения: дис. ... д-ра техн. наук / А. Н. Калининченко. – СПб.: Изд-во ГОУВПО "Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ", 2008. – 205 с.

8. Ломакин В.В. Информационное и лингвистическое обеспечение управления производством : монография / В.В. Ломакин, В.Г. Рубанов. – Белгород : Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2008. – 174 с.

*Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы, государственный контракт №16.740.11.0045 от 01.09.2010; государственный контракт №П276 от 29.04.2010.*

## INFORMATION DECISION SUPPORT SYSTEM OF SEMISTRUCTURED PROBLEMS IN CARDIOLOGY

**V.M. NIKITIN<sup>1)</sup>**

**V.V. LOMAKIN<sup>1)</sup>**

**D.A. ANOHIN<sup>1)</sup>**

**I.K. KAYDALOVA<sup>2)</sup>**

**I.I. IVANOV<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> *Belgorod State University*

<sup>2)</sup> *Belgorod City Hospital № 1*

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

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

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

*e-mail: sargerion@mail.ru*

It describes the options of intellectualization of decision support system AWS Cardiology-intellect, as a module of a regional telemedicine network. There are structure of AWS Cardiology-intellect, scheme of interaction of software modules of reference system and database structure. There are elements of intellectual cardiology reference system, which optimize work of cardiologist.

Key words: decision support system, telemedicine, cardiology, automated workstation, electronic diagnosis, bioinformatics technology, remote monitoring, intelligent systems, data base.

## СТРУКТУРНЫЙ СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ФИНАНСОВЫХ ПРОЦЕССОВ

**М.Ф. ТУБОЛЬЦЕВ**  
**С.И. МАТОРИН**  
**О.М. ТУБОЛЬЦЕВА**

*Белгородский  
государственный  
университет*

*e-mail: Tuboltsev@bsu.edu.ru*  
*e-mail: matorin@bsu.edu.ru*

Рассматриваются вопросы структурного системного анализа финансовых процессов. Представлена системная методика агрегирования доходности финансовых операций, реализующих финансовый процесс, ассоциированный с производственным процессом.

Данная методика адекватна современным методикам структурного системного анализа в том смысле, что, являясь нелинейной, позволяет учитывать синергетический эффект, а это особенно важно при реструктуризации производственных процессов.

Ключевые слова: финансовые потоки, финансовые процессы, структурный анализ, агрегирование доходности, производственный процесс, финансовая операция.

### Введение

Современные методики реинжиниринга бизнес-процессов (производственных процессов) базируются на структурном системном анализе этих процессов. В настоящее время существует несколько общепринятых подходов к реализации структурного анализа, как правило, реализованных на базе компьютерных информационных технологий. Тем не менее, несмотря на разнообразие графических нотаций и способов компьютерной реализации, в них практически отсутствуют возможности учета финансовых ресурсов. Так, например, в стандартном инструменте структурного системного анализа бизнес-процессов BPWin финансовая составляющая представлена только в виде простой методики поверхностного функционально-стоимостного анализа, не учитывающего временную стоимость денег.

Такое положение нельзя считать нормальным, поскольку основной целью любой реструктуризации и обновления бизнеса является именно улучшение финансовых показателей. Поэтому, если методика структурного системного анализа плохо учитывает финансовую составляющую потребляемых бизнесом ресурсов, то ее возможности в плане реинжиниринга бизнес-процессов весьма ограничены и выводы, сделанные с её применением, могут оказаться не обоснованными.

Анализируя причины игнорирования в современных инструментах структурного системного анализа (подобных BPWin) финансовой составляющей, можно сделать вывод о том, что это связано с отсутствием до недавнего времени системной методики агрегирования показателей доходности финансовых операций. Используемые вплоть до настоящего времени методики усреднения эффективных процентных ставок не могут быть использованы для агрегирования показателей доходности системы финансовых операций, а это ключевой момент при структурном анализе сложных бизнес-процессов. Так, общепринятой является следующая формула для вычисления усредненной процентной ставки:

$$r_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i T_i r_i}{\sum_{i=1}^n K_i T_i}, \quad (1)$$

где  $n$  – количество операций,  $T_i$  – длительности операции, а  $K_i$  – затраты на проведение операции,  $i$  – номер операции [1, с.75].

Прежде всего, следует отметить, что методика усреднения, основанная на формуле 1, является линейной относительно усредняемых показателей (как и другие современные методики), поэтому она в принципе не может выявлять синергетический эффект (поло-

жительный или отрицательный) от взаимодействия (хорошо или плохо согласованных) бизнес-операций составляющих бизнес-процесс. Поскольку учет синергетического эффекта является базовым признаком системного подхода, линейные методики, по сути, есть отрицание системности, и странно применять их при агрегировании показателей доходности в методиках структурного системного анализа.

Другой причиной сложности учета финансовой составляющей в методиках структурного анализа является то, что в системах финансовых операций время является важнейшим системообразующим фактором [2]. Рассмотрим следующий простой пример. Пусть коммерческий банк выдал два кредита сроком на полгода каждый. Первый кредит размером 1 млн.р. выдан под 44% (годовых), а второй кредит размером 1,2 млн.р. выдан под 69%. Применяя формулу (1), получим  $r_{cp} \approx 57,64\%$  (точное значение  $r_{cp} = 317/550$ ). Предположим, что оба кредита выданы одновременно, тогда обе кредитные операции можно агрегировать непосредственно, считая, что выдан один кредит с начальной суммой 2,2 млн.р. сроком на полгода и конечной суммой 2,76 млн.р. Можно также предположить, что кредиты выдавались последовательно. Тогда, при непосредственном агрегировании получим один кредит с начальной суммой 1 млн.р. сроком исполнения 1 год и конечной суммой 1,56 млн.р. Используя два варианта непосредственного агрегирования, получим при параллельном исполнении кредитов  $r_a \approx 57,39\%$  (точное значение  $r_a = 1736/3025$ ), а при последовательном исполнении легко находится точный результат –  $r_a = 56\%$ . Таким образом, результат зависит от хронологической последовательности финансовых операций. Следовательно, при структурном системном анализе бизнес-процессов существенна не только длительность бизнес-операций, но и их локализация во времени.

Следует подчеркнуть также логическую неэквивалентность понятий агрегирования и усреднения. Агрегирование предполагает переход на новый более высокий уровень в некоторой иерархии объектов, что вполне соответствует системному подходу. Усреднение, обычно, ассоциируется с вероятностно-статистическим подходом и связано с некоторой совокупностью объектов, не образующих систему.

Таким образом, методы, основанные на формуле 1 и других формулах линейного взвешивания, не могут служить основой структурного системного анализа финансовых процессов, и необходимо развивать новые системные подходы к агрегированию финансовых показателей, поскольку финансовый процесс представляет собой систему финансовых операций.

### **Теоретический анализ**

Анализ возможных подходов к построению системной методики агрегирования финансовых показателей убеждает [3], что следует ориентироваться не на универсальные математические методы, а исходить из специфики предметной области. Прежде всего, системная методика не должна быть линейной, поскольку это исключает определение синергетического эффекта. Кроме того, она должна быть адекватной, т.е. тестироваться на совокупностях финансовых операций, допускающих непосредственное агрегирование, что даёт возможность прямого вычисления агрегированной доходности.

Будем говорить, что финансовые операции исполняются «параллельно», если они имеют одинаковую продолжительность и начинаются (и заканчиваются) одновременно. Также будем говорить, что финансовые операции образуют «цепь», если они следуют строго одна за другой без промежутков во времени и величина начальной суммы каждой операции (за исключением первой) в точности равна величине конечной суммы предыдущей операции. Выделение «параллельных» и «цепных» совокупностей финансовых операций нужно потому, что они являются универсальными тестами для любой методики агрегирования показателей доходности финансовых процессов. Действительно, в каждом из этих случаев возможно непосредственное агрегирование соответствующей совокупности финансовых операций в одну операцию.

В первом случае с параметрами  $K = \sum K_i$ ,  $S = \sum S_i$ ,  $T$ ; а во втором случае – с параметрами  $K = K_1$ ,  $S = S_n$ ,  $T = \sum T_i$ , где как обычно  $K$  – начальная сумма финансовой операции,  $S$  – конечная сумма, а  $T$  – продолжительность операции.



Возможность непосредственного агрегирования позволяет в каждом из указанных случаев найти агрегированный показатель доходности всей совокупности финансовых операций, который равен эффективному проценту агрегированной операцией. Именно так были найдены агрегированные показатели доходности в рассмотренном выше примере.

Таким образом, любая методика агрегирования показателей доходности финансового процесса (в том числе не сводящаяся к вычислениям по некоторой формуле, а представляющая собой достаточно сложный алгоритм) должна проходить проверку адекватности на «параллельных» и «цепных» совокупностях финансовых операций. Еще одной совокупностью финансовых операций, допускающей непосредственное агрегирование доходностей, является совокупность операций с одинаковой доходностью. В этом случае даже нет необходимости в том, чтобы совокупность операций была «параллельной» или «цепной». В общем виде требования к системной методике агрегирования показателей доходности финансовых операций можно сформулировать следующим образом: методика должна быть адекватной (т.е. проходить тестирование) и учитывать локализацию финансовых операций во времени. Учет хронологии проявляется в том, что в расчетах агрегированного показателя используются не только длительность финансовых операций, но и даты их начала.

При разработке методов агрегирования часто совершается не всегда очевидная методологическая ошибка: предлагается методика агрегирования в виде математического алгоритма вычисления некоторой величины, которая и выдается за агрегированный показатель. Логичнее агрегированный показатель определить сначала концептуально в терминах предметной области и лишь затем дать способ его расчета как результат математических вычислений. Физики, например, определяют среднюю скорость как скорость равномерного движения, при котором за то же время проходит тот же путь; и лишь затем выводят формулы для её вычисления в тех или иных конкретных ситуациях.

Такое определение применительно к задаче агрегирования доходности системы финансовых операций дать, оказывается, вполне возможным [4, 5, 6]. Основой здесь являются понятия финансового потока операции и функции потока. Под финансовым потоком принято понимать множество упорядоченных пар  $\{(t_i, C_i)\}$ , где первый элемент указывает моменты времени выплат и поступлений средств в финансовом процессе, а второй элемент – величину этих выплат и поступлений. Под функцией потока  $F(V)$  будем понимать его чистое приведенное значение  $NPV(V)$  на момент первого по времени элемента. Применительно к финансовой операции с входом  $K$  (начальная сумма операции) и выходом  $S$  (конечная сумма операции) функция потока имеет вид:

$$F(V) = SV^T - K, \quad (2)$$

где  $V$  – множитель дисконтирования за базовый период.

Операция агрегирования финансовых инструментов интерпретируется просто как объединение финансовых потоков, дополненное алгебраическим сложением вторых элементов упорядоченной пары в совпадающие моменты времени. С позиций системного анализа, под агрегированным показателем доходности совокупности финансовых операций следует понимать доходность агрегированной финансовой операции, которая однозначно восстанавливается из своего финансового потока, являющегося объединением финансовых потоков отдельных операций. Отметим также, что если понимать финансовый поток не как множество, а как мультимножество упорядоченных пар, то все сводится к объединению мультимножеств.

Применительно к системе элементарных финансовых операций (с одним входом и одним выходом) задача расчета агрегированного показателя доходности сводится к алгоритму. Из уравнения

$$F(V) = \sum_{i=1}^N (S_i V^{T_i} - K_i) V^{t_i} = 0, \quad (3)$$

находится множитель дисконтирования  $V^*$  как корень этого уравнения, а затем по формуле

$$r^* = \frac{1}{V^*} - 1 \quad (4)$$

находится агрегированная доходность. Показано [3], что данная методика агрегирования доходностей является системной, поскольку тестируется и учитывает хронологию.

Для практического применения необходимо сформулировать понятие финансовой системы в терминах предметной области.

В соответствии с системным подходом существование и функционирование любой системы обусловлено наличием функционального запроса надсистемы (внешней детерминанты). При этом мера системности зависит от степени соответствия функционирования рассматриваемой системы (т.е. ее внутренней детерминанты) внешней детерминанте. Проявляется же системность в виде наличия функциональных связей с другими системами в рамках надсистемы, выставившей функциональный запрос, а также в виде поддерживающих связей внутри системы, обуславливающих ее субстанцию и структуру. В нашем случае для сложной финансовой операции (например, инвестиционного типа) надсистемой является соответствующий инвестиционный проект. Функциональным же запросом, очевидно, является требование получения дохода. Таким образом, доходность сложной финансовой операции является для нее системообразующим фактором.

Следовательно, совокупность финансовых операций образует систему, если:

1) во всех операциях данной совокупности участвует некоторое определенное физическое или юридическое лицо (иначе невозможно такой совокупности однозначно поставить в соответствие некоторый агрегированный финансовый поток);

2) каждая из финансовых операций совокупности в отдельности должна обладать показателем доходности в виде эффективного процента (т.е. нет вложений без соответствующего финансового возмещения), для чего достаточно  $S > K$ ;

3) агрегированный финансовый поток должен обладать единственным уровнем внутренней доходности (при агрегировании финансовых операций легко получить операцию с несколькими уровнями внутренней доходности, они не образуют систем).

Приведенные условия гарантируют, что совокупность элементарных финансовых операций образует систему с возникновением вычисляемого синергетического эффекта. Рассмотрим следующий пример. Пусть проводятся две краткосрочные (сроком 1 год) кредитные операции со следующими параметрами:  $K_1=10$ ,  $r_1=40\%$ ,  $T_1=1$ ,  $K_2=14$ ,  $r_2=20\%$ ,  $T_2=1$ . Усреднение по формуле (1) позволяет дать приближенное значение усредненного показателя доходности:  $r_{cp}=28.33\%$ . Процентные ставки  $r_1$  и  $r_2$  можно интерпретировать как показатели доходности независимо от того, простые они или сложные, поскольку продолжительность кредитов равна базовому периоду. Предположим, что кредитные операции выполняются на одном базовом периоде параллельно, образуя нейтральный комплекс. На начальный капитал  $K=24$  в конце года будут выплачены проценты  $I=10 \times 0.4 + 14 \times 0.2 = 6.8$ ; и это дает процентную ставку по агрегированной кредитной операции, равную  $r_a \approx 28.33\%$ . Обе кредитные операции можно выполнять и последовательно, вложив полученные из первой кредитной операции средства во вторую. Тогда имеем одну агрегированную кредитную операцию сроком в два базовых периода с начальным капиталом 10 и возвращенной наращенной суммой 16.8. Агрегированный показатель доходности в данном случае вычисляется как эффективный процент  $r_{ef}$  агрегированной кредитной операции:

$$r_a = r_{ef} = \left( \frac{S}{K} \right)^{\frac{1}{T}} - 1, \quad (5)$$

что при подстановке дает  $r_a \approx 0.2961$ , т.е. 29.61%. Разница весьма значительна, составляет более 1% и не может быть следствием ошибок. Ее можно истолковать только как проявление положительного синергетического эффекта, связанного с образованием из отдельных кредитных операций, из нейтрального комплекса, финансовой системы с эффектив-



ной структурой. Вложение средств, полученных из одной кредитной операции в другую, полностью и без задержки стало причиной положительного синергетического эффекта. Следует отметить ту важную роль, которую играет хронологическая последовательность финансовых операций, их привязка к временной шкале. Тем самым выявляется важный фактор образования финансовых систем. Необходимо также отметить, что при образовании из отдельных кредитных операций финансовой системы с неэффективной структурой синергетический эффект может быть отрицательным. Пусть сначала выполняется вторая кредитная операция, а за ней – первая. Вычисляя агрегированный показатель доходности как уровень внутренней доходности полученного финансового потока, получим  $r_a \approx 0.272$ , т.е. 27.2%, что меньше, чем у нейтрального комплекса. Эта разница, более чем в 1%, не может быть следствием ошибок – это отрицательный синергетический эффект, вызванный неправильным управлением финансовыми ресурсами.

Для практического применения к задачам структурного системного анализа бизнес – процессов важно знать достаточные условия единственности решения уравнения 3, поскольку это существенно для образования из совокупности элементарных финансовых операций финансовой системы. Важным является то обстоятельство, что систему образуют, как правило, однотипные операции. Финансовые операции разных типов редко образуют системы. Рассмотрим следующий простой пример: пусть коммерческий банк выдает на три года кредит в размере 504 с возвратом суммы по кредиту в размере 1000 (доходность приблизительно 25,66%); через год банк берет межбанковский кредит на 1 год в размере 1910 с возвратом суммы по кредиту в размере 2400 (доходность приблизительно 101,68%). Уравнение для вычисления агрегированной доходности имеет вид

$$1000V^3 - 2400V^2 + 1910V - 504 = 0.$$

Оно имеет 3 корня:  $V_1=0.9$ ,  $V_2=0.8$ ,  $V_3=0.7$ . Это соответствует значениям процентных ставок:  $r_1=11.11\%$ ,  $r_2=25\%$ ,  $r_3=42.86\%$ . Неясно, какую из них принять за уровень внутренней доходности совокупности кредитной и заемной операций, и если выбрать одну из них, то что делать с двумя другими?

Имеет место следующее достаточное условие существования и единственности решения уравнения 3. Пусть финансовый процесс длительностью не более двух базовых периодов представлен как совокупность из  $n$  элементарных финансовых операций  $(K_i, T_i, S_i, t_i)$ , где  $t_i$  – дата начала операции,  $K_i$  и  $S_i$  – входная и выходная суммы ( $S_i > K_i$ ),  $T_i$  – длительность операции, а  $i$  – номер финансовой операции. Тогда уравнение 3 имеет единственное решение.

Для доказательства существования и единственности корня  $V^*$  отметим, что функция потока каждой кредитной операции является монотонно возрастающей функцией аргумента  $V$ ; а умножение на неотрицательную степень  $V$  лишь несколько сдвигает вправо левую границу интервала монотонности. Действительно, пусть  $V_{im}$  – точка единственного локального минимума функции  $F_i(V)$ , тогда, дифференцируя и приравнявая производную 0, получаем

$$V_{im} = \left( \frac{t_i}{t_i + T_i} \right)^{\frac{1}{T_i}} V_i, \quad (6)$$

где  $V_i$  – корень функции  $F_i(V)$ . Параметры  $T_i$  и  $t_i$  по условию удовлетворяют ограничениям  $T_i \geq 0$ ,  $t_i \geq 0$ ,  $T_i + t_i \leq 2$ . С учетом того, что  $V_i \leq 1$ , получаем  $V_{im} \leq 1/\sqrt{e}$ . Следовательно, на сегменте  $[1/\sqrt{e}, 1]$  функция  $F(V)$  монотонно возрастает, поскольку монотонно возрастает каждое из слагаемых в формуле (3). Далее, отметим, что  $F(V)$  имеет разные знаки на сегменте  $[1/\sqrt{e}, 1]$ , если доходности операций не превышают 0,5 (50%). Действительно, если это так, то

$$V_i = \frac{1}{1+r_i} > \frac{1}{e^{r_i}} > \frac{1}{\sqrt{e}}. \quad (7)$$



Следовательно, корень каждой функции  $F_i(V)$  находится внутри сегмента  $[1/\sqrt{e}, 1]$ , и она имеет разные знаки на краях. Тем же свойством обладает и функция  $F(V)$ . По теореме о непрерывных функциях, монотонно возрастающая функция  $F(V)$  имеет на сегменте  $[1/\sqrt{e}, 1]$  единственный корень. Практический смысл приведенного утверждения в том, что финансовые операции, сосредоточенные на двух смежных базовых периодах, при любых значениях своих параметров образуют систему, если их доходности не превышают 50%.

Завершая теоретическое рассмотрение, отметим, что представленная системная методика агрегирования обладает полезным свойством, характерным для линейного взвешивания. Пусть  $V_i$  – единственный корень уравнения  $F_i(V) = 0$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  на интервале  $(0, 1)$ . Тогда выполняются неравенства:

$$\min V_i \leq V^* \leq \max V_i, \quad (8)$$

где экстремумы берутся по всем  $i$ . Таким образом, агрегированный показатель доходности всегда находится в конечных, интуитивно разумных границах: доходность системы финансовых операций всегда превышает наименьшую и не превосходит наибольшую доходность.

### **Методика применения**

Представленная системная методика агрегирования доходности финансовых операций позволяет осуществлять структурный системный анализ финансовых процессов. Будем для определенности рассматривать методику структурного системного анализа IDEFO. Существует 3 способа расширения этой методики с добавлением возможностей финансового анализа бизнес-процессов.

Во-первых, можно сочетать стандартный инструмент структурного системного анализа (типа BPWin) с отдельной программой анализа финансовых потоков. В этом случае сначала осуществляется структурный анализ бизнес-процесса с последующим определением значений дополнительных параметров ( $K_i, T_i, S_i, t_i$ ) для элементарных операций (тех операций, которые далее не структурируются). Затем эти данные используются для анализа финансового процесса, ассоциированного с рассматриваемым бизнес-процессом в отдельной универсальной финансовой программе.

Во-вторых, можно расширить инструмент структурного системного анализа модулем, который после окончания построения структурных диаграмм мог бы произвести необходимые вычисления. Такой подход более эффективен, поскольку не требует перенесения данных из одной программы в другую, что может привести к ошибкам.

В-третьих, можно создать инструмент структурного системного анализа бизнес-процессов нового поколения, в котором структурный анализ осуществлялся бы в терминах финансовых результатов. В таком случае спецификация бизнес-процессов должна была бы производиться по всей номенклатуре ресурсов и продуктов (промежуточных и конечных) в денежной форме, что только упрощает процесс структурного анализа и делает такой анализ максимально приближенным к потребностям менеджмента.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 10-07-00266*

### **Литература**

1. Мелкумов Я.С.. Теоретическое и практическое пособие по финансовым вычислениям. – М.: ИНФРА-М, 1996.
2. Зубова Р.И., Тубольцев М.Ф. Проблема хронологии в статистике краткосрочного кредита // Вопросы статистики. 2000. № 2.
3. Зубова Р.И., Тубольцев М.Ф. Регулярная методика агрегирования показателей доходности краткосрочных кредитных операций // Вопросы статистики. 2000. № 11.
4. Тубольцев М.Ф. Системная методика агрегирования показателей доходности в финансовых операциях // Известия ТРТУ. Тематический выпуск «Системный анализ в экономике и управлении». – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. – №8 (52). – С. 94-98.
5. Тубольцев М.Ф. Рейнжиниринг систем финансовых операций // Научные ведомости БелГУ. Серия: История. Политология. Экономика. – 2007. №4 (35), вып. 3. – С.226-231.
6. Тубольцев М.Ф. Математические методы в системном анализе финансовых операций // Вестник ВГУ. Серия: Системный анализ и информационные технологии. 2008. №1. С.124-133.



## THE STRUCTURAL SYSTEM ANALYSIS OF FINANCIAL PROCESSES

**M.F. TUBOLTSEV**  
**S.I. MATORIN**  
**O.M. TUBOLTSEVA**

*Belgorod State University*

*e-mail: Tuboltsev @bsu.edu.ru*  
*e-mail: matorin@bsu.edu.ru*

Questions of the structural system analysis of financial processes are considered. The system technique of aggregation of profitableness of the financial operations realizing financial process, associated with production is presented.

The given technique is adequate to modern techniques of the structural system analysis in the sense that, being nonlinear, allows considering synergetic effect that is especially important at re-structuring of productions.

Key words: financial streams, financial processes, the structural analysis, profitableness aggregation, production, financial operation.

## СИСТЕМА «АВТОМАТ-ПЕРЕКЛЮЧАЕМАЯ СРЕДА» ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДОЛЕВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАЛОГОВ

**Е.Д. СТРЕЛЬЦОВА**  
**И.В. БОГОМЯГКОВА**  
**В.С. СТРЕЛЬЦОВ**

*Южно-Российский  
государственный технический  
университет (Новочеркасский  
политехнический институт)*

*e-mail: el\_strel@mail.ru*

Предложена экономико-математическая модель бюджетного регулирования в виде системы стохастических автоматов, функционирующих в составных случайных средах. Для каждого вида налога, участвующего в долевым распределении между уровнями бюджетной системы, рассматривается отдельная стационарная случайная среда. Получены формальные выражения, позволяющие осуществлять выбор состояний системы «автомат-переключаемая среда», соответствующие нормативам отчислений налогов в порядке бюджетного регулирования.

Ключевые слова: бюджетное регулирование, региональный уровень, экономико-математическая модель, стохастический автомат, переключаемая случайная среда, финальные вероятности.

Характеризуя состояние финансовой системы Российской Федерации, надлежит подчеркнуть, что модернизация бюджетного процесса как стержневого инструмента обеспечения устойчивого развития экономики осуществляется в сложных условиях воздействия внешней среды: мировые рынки капитала характеризуются большой неопределённостью, наблюдается замедление темпов роста мировой экономики. В связи с этим Президентом РФ поставлена задача повышения эффективности и результативности бюджетной политики на основе совершенствования её структуры, внедрения инноваций. Особое внимание в этом смысле уделяется принципам и механизмам бюджетного федерализма, напрямую коррелирующим с вопросами межбюджетных отношений и межбюджетного регулирования, с задачами внедрения передовых методов финансового менеджмента в субъектах Российской Федерации и муниципальных образованиях. В сфере общественных финансов узловым компонентом бюджетного федерализма является система бюджетного регулирования доходов. Это подчёркивает остроту проблемы применения новых технологий в системе межбюджетного регулирования доходов, базирующихся на экономико-математических методах, моделях.

В [1] предложена экономико-математическая модель долевого распределения поступлений от уплаты конкретного вида налога в виде абстрактного адаптивного устройства, способного хорошо приспосабливаться к условиям изменения внешней среды – модель стохастического автомата  $A$ , функционирующего в стационарной случайной среде. В реальной ситуации бюджетного регулирования в процессе долевого распределения участвуют поступления от некоторого подмножества налогов. Для решения такой задачи авторами статьи предложена математическая модель поведения описанного в [1] автомата  $A$  в переключаемых случайных средах. При этом для каждого вида налога  $N_x$  предлагается рассматривать свою отдельную случайную среду, вероятностные характеристики которой описываются вектором  $P^x = (P_1^x, P_2^x, \dots, P_k^x)$ , где  $P_i^x$  – оценка вероятности выигрыша автомата  $A$  в состоянии с номером  $i$  при воздействии случайной среды, формируемой поступлениями от уплаты налога  $N_x$ ,  $i = \overline{1, k}$  – номера состояний автомата  $A$ . Выигрыш автомата понимается в смысле, описанном в [1]. Допустим, что в процессе долевого распределения доходов в порядке бюджетного регулирования участвуют  $n$  видов налогов:  $N_1, N_2, \dots, N_n$ . Тогда имеем систему векторов  $P^x$ ,  $x = \overline{1, n}$ , описывающих вероятностные характеристики случайных сред  $N_x$ , в которые погружается автомат  $A$ :



$$\begin{cases} P^1 = (P_1^1, P_2^1, \dots, P_k^1); \\ P^2 = (P_1^2, P_2^2, \dots, P_k^2); \\ \dots \\ P^n = (P_1^n, P_2^n, \dots, P_k^n). \end{cases}$$

Переход к составной случайной среде приводит к следующим изменениям поведения автомата  $A$ . Кроме переходов из одного состояния в другое автомат  $A$  может осуществлять переходы из одной случайной среды в другую.

Автомат  $A$  находится в переключаемой случайной среде  $C = (P^1, P^2, \dots, P^n)$ , если в каждый момент времени  $t_i \in T$  он функционирует в одной из случайных сред  $P^i$  множества  $\{P^i\}_{i \in I}$ , где  $I = 1, 2, \dots, n$  – множество индексов. Обозначим через  $\Psi_i^\alpha$  такое состояние системы «автомат – переключаемая среда», при котором автомат  $A$  находился в состоянии  $\varphi_i$ , а переключаемая среда – в состоянии  $P^\alpha$ . В качестве выходного воздействия системы «автомат – переключаемая среда» на внешнюю среду в момент времени  $t_i \in T$  в состоянии  $\Psi_i^\alpha$  примем величину  $Z_i^\alpha(t)$ , смысл которой совпадает со смыслом выходного воздействия автомата  $A$  в однородной случайной среде [1]. Следовательно, выход системы  $Z_i^\alpha(t)$  интерпретируется как величина текущего запаса бюджета в условиях таких отчислений от уплаты налога вида  $N_\alpha$ , доля которых составляет  $\Psi_i^\alpha$ .

При этом если в момент  $t \in T$  система находится в состоянии  $\Psi_i^\alpha$  и произвела действие  $Z_i^\alpha(t)$ , то в момент времени  $t + 1 \in T$  это действие повлечёт за собой поступление входного сигнала  $v_1(t + 1) = 1$  (т.е. «выигрыш») с вероятностью  $P_i^\alpha$  и поступление входного сигнала  $v_0(t + 1) = 0$  (т.е. «проигрыш» или «штраф») с вероятностью  $q_i^\alpha = 1 - P_i^\alpha$ . Если автомат  $A$  в момент времени  $t \in T$  находился в случайной среде  $P^\alpha$ , то в момент  $t + 1 \in T$  он осуществит переход в случайную среду  $P_i^\beta$  с вероятностью  $\delta_{\alpha\beta}$ . Таким образом, рассматривается цепь Маркова, имеющая  $n$  состояний, матрица перехода которой из состояния  $P^\alpha$  в состояние  $P_i^\beta$  обозначена  $\Delta = \|\delta_{\alpha\beta}\|$ ,  $\alpha = \overline{1, n}$ ,  $\beta = \overline{1, n}$  и имеет вид:

$$\Delta = \begin{vmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \dots & \delta_{1n} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \dots & \delta_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \delta_{n1} & \delta_{n2} & \dots & \delta_{nn} \end{vmatrix}.$$

Напомним, что состояние  $P^\alpha$  соответствует подключению стационарной случайной среды  $P^\alpha = (P_1^\alpha, P_2^\alpha, \dots, P_n^\alpha)$ . Тогда оценка вероятности  $\pi_{ij}^{\alpha\beta}$  перехода системы «автомат – переключаемая среда» из состояния  $\Psi_i^\alpha$  в состояние  $\Psi_j^\beta$  определяется следующим образом:  $\pi_{ij}^{\alpha\beta} = [P_i^\alpha \cdot a_{ij}(1) + q_i^\alpha a_{ij}(0)] \cdot \delta_{\alpha\beta} = P_j^{\alpha\beta} \cdot \delta_{\alpha\beta}$ , где  $P_i^\alpha$ ,  $q_i^\alpha$  – соответственно оценки вероятностей выигрышей и проигрышей системы «автомат – переключаемая среда» в состоянии  $\Psi_i^\alpha$ ;  $a_{ij}(1)$  – оценка вероятности перехода автомата  $A$  из состояния  $\varphi_i$  в состояние  $\varphi_j$  при поступлении входного сигнала  $v_1(t) = 1$ , т.е. при «выигрыше»;  $a_{ij}(0)$  – оценка вероятности перехода автомата  $A$  из состояния  $\varphi_i$  в состояние  $\varphi_j$  при поступле-

нии входного сигнала  $v_1(t) = 1$ , т.е. при «проигрыше» (или «штрафе»);  $P_{ij}^\alpha$  – вероятность перехода автомата  $A$  из состояния  $\varphi_i$  в состояние  $\varphi_j$  при любом входном сигнале.

Следовательно, вероятностные характеристики  $P_i^\alpha$  и  $q_i^\alpha$ ,  $i = \overline{1, k}$ ,  $j = \overline{1, n}$  представляют собой оценки вероятностей соответственно дефицита и профицита, к которым приведёт пребывание системы «автомат – переключаемая среда» в состоянии  $\Psi_i^\alpha$ , интерпретируемом как доля отчислений денежных средств в бюджет нижестоящего уровня бюджетной системы РФ от уплаты налога вида  $N_\alpha$  в порядке бюджетного регулирования. Структурная схема перехода системы «автомат – переключаемая среда» из состояния  $\Psi_i^\alpha$  в состояние  $\Psi_j^\beta$  приведена на рис. 4. Матрица перехода  $\pi_{ij}^{\alpha\beta}$  системы «автомат – переключаемая среда», когда автомат  $A$  переходит из состояния с номером  $i$  в состояние с номером  $j$  при переключении случайной среды, в которую погружён автомат, из состояния с номером  $\alpha$  в состояние с номером  $\beta$  имеет следующий вид:

$$\|\pi_{ij}^{\alpha\beta}\| = \begin{pmatrix} \pi_{11}^{11} & \dots & \pi_{1k}^{11} & \pi_{11}^{12} & \dots & \pi_{1k}^{12} & \dots & \pi_{11}^{1n} & \dots & \pi_{1k}^{1n} \\ \pi_{21}^{11} & \dots & \pi_{2k}^{11} & \pi_{21}^{12} & \dots & \pi_{2k}^{12} & \dots & \pi_{21}^{1n} & \dots & \pi_{2k}^{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \pi_{k1}^{11} & \dots & \pi_{kk}^{11} & \pi_{k1}^{12} & \dots & \pi_{kk}^{12} & \dots & \pi_{k1}^{1n} & \dots & \pi_{kk}^{1n} \\ \pi_{11}^{21} & \dots & \pi_{1k}^{21} & \pi_{11}^{22} & \dots & \pi_{1k}^{22} & \dots & \pi_{11}^{2n} & \dots & \pi_{1k}^{2n} \\ \pi_{21}^{21} & \dots & \pi_{2k}^{21} & \pi_{21}^{22} & \dots & \pi_{2k}^{22} & \dots & \pi_{21}^{2n} & \dots & \pi_{2k}^{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \pi_{k1}^{21} & \dots & \pi_{kk}^{21} & \pi_{k1}^{22} & \dots & \pi_{kk}^{22} & \dots & \pi_{k1}^{2n} & \dots & \pi_{kk}^{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \pi_{11}^{n1} & \dots & \pi_{1k}^{n1} & \pi_{11}^{n2} & \dots & \pi_{1k}^{n2} & \dots & \pi_{11}^{nn} & \dots & \pi_{1k}^{nn} \\ \pi_{21}^{n1} & \dots & \pi_{2k}^{n1} & \pi_{21}^{n2} & \dots & \pi_{2k}^{n2} & \dots & \pi_{21}^{nn} & \dots & \pi_{2k}^{nn} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \pi_{k1}^{n1} & \dots & \pi_{kk}^{n1} & \pi_{k1}^{n2} & \dots & \pi_{kk}^{n2} & \dots & \pi_{k1}^{nn} & \dots & \pi_{kk}^{nn} \end{pmatrix}$$

Размер матрицы  $\|\pi_{ij}^{\alpha\beta}\| = k \cdot n \times k \cdot n$ . В табл. 1 приведены выражения для определения значений  $\pi_{ij}^{\alpha\beta}$  матрицы. Напомним, что матрица перехода автомата  $A$  из состояния в состояние имеет вид:

$$\|P_{ij}^\alpha\| = \begin{pmatrix} P_1^\alpha & \frac{1}{k-1}q_1^\alpha & \frac{1}{k-1}q_1^\alpha & \frac{1}{k-1}q_1^\alpha \\ \frac{1}{k-1}q_2^\alpha & P_2^\alpha & \frac{1}{k-1}q_1^\alpha & \frac{1}{k-1}q_1^\alpha \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{1}{k-1}q_k^\alpha & \frac{1}{k-1}q_k^\alpha & \frac{1}{k-1}q_k^\alpha & P_k^\alpha \end{pmatrix}.$$

Финальные вероятности  $R$  системы «автомат-составная среда» представляют собой вектор  $R = (r_1^1, r_2^1, \dots, r_k^1, r_1^2, r_2^2, \dots, r_k^2, \dots, r_1^n, r_2^n, \dots, r_k^n)$ , где  $r_i^j$  – финальная вероятность

пробывания автомата в состоянии  $\Psi_i^j$ , т.е. когда автомат находится в состоянии с номером  $i$ , а вероятностная среда – в состоянии с номером  $j$ . Для матрицы  $\|\pi_{ij}^{\alpha\beta}\|$ , элементы которой определяются выражениями, приведёнными в табл. 1, системы уравнений для определения финальных вероятностей  $r_i^j$  структуры «автомат-переключаемая среда» запишутся в следующем виде.

Системы уравнений для определения финальных вероятностей при состоянии случайной среды  $j=1$ :

$$\left\{ \begin{array}{l} r_1^1 = r_1^1 P_1^1 \delta^{11} + r_2^1 \frac{1}{k-1} q_2^1 \delta^{11} + \dots + r_k^1 \frac{1}{k-1} q_k^1 \delta^{11} + \\ + r_1^2 P_1^2 \delta^{21} + r_2^2 \frac{1}{k-1} q_2^2 \delta^{21} + \dots + r_k^2 \frac{1}{k-1} q_k^2 \delta^{21} + \\ \dots + r_1^n P_1^n \delta^{n1} + r_2^n \frac{1}{k-1} q_2^n \delta^{n1} + \dots + r_k^n \frac{1}{k-1} q_k^n \delta^{n1}; \\ \dots \\ r_k^1 = r_1^1 \frac{1}{k-1} q_1^1 \delta^{11} + r_2^1 \frac{1}{k-1} q_2^1 \delta^{11} + \dots + r_{k-1}^1 \frac{1}{k-1} q_{k-1}^1 \delta^{11} + r_k^1 P_k^1 \delta^{11} + \\ r_1^2 \frac{1}{k-1} q_1^2 \delta^{21} + r_2^2 \frac{1}{k-1} q_2^2 \delta^{21} + \dots + r_{k-1}^2 \frac{1}{k-1} q_{k-1}^2 \delta^{21} + r_k^2 P_k^2 \delta^{21} + \\ \dots r_1^n \frac{1}{k-1} q_1^n \delta^{n1} + r_2^n \frac{1}{k-1} q_2^n \delta^{n1} + \dots + r_{k-1}^n \frac{1}{k-1} q_{k-1}^n \delta^{n1} + r_k^n P_k^n \delta^{n1}. \end{array} \right.$$

Системы уравнений для определения финальных вероятностей при состоянии случайной среды  $j=2$ .

$$\left\{ \begin{array}{l} r_1^2 = r_1^1 P_1^1 \delta^{12} + r_2^1 \frac{1}{k-1} q_2^1 \delta^{12} + \dots + r_k^1 \frac{1}{k-1} q_k^1 \delta^{12} + \\ + r_1^2 P_1^2 \delta^{22} + r_2^2 \frac{1}{k-1} q_2^2 \delta^{22} + \dots + r_k^2 \frac{1}{k-1} q_k^2 \delta^{22} + \\ \dots + r_1^n P_1^n \delta^{n2} + r_2^n \frac{1}{k-1} q_2^n \delta^{n2} + \dots + r_k^n \frac{1}{k-1} q_k^n \delta^{n2}; \\ \dots \\ r_k^2 = r_1^1 \frac{1}{k-1} q_1^1 \delta^{12} + r_2^1 \frac{1}{k-1} q_2^1 \delta^{12} + \dots + r_{k-1}^1 \frac{1}{k-1} q_{k-1}^1 \delta^{12} + r_k^1 P_k^1 \delta^{12} + \\ r_1^2 \frac{1}{k-1} q_1^2 \delta^{22} + r_2^2 \frac{1}{k-1} q_2^2 \delta^{22} + \dots + r_{k-1}^2 \frac{1}{k-1} q_{k-1}^2 \delta^{22} + r_k^2 P_k^2 \delta^{22} + \\ \dots r_1^n \frac{1}{k-1} q_1^n \delta^{n1} + r_2^n \frac{1}{k-1} q_2^n \delta^{n2} + \dots + r_{k-1}^n \frac{1}{k-1} q_{k-1}^n \delta^{n2} + r_k^n P_k^n \delta^{n2}. \end{array} \right.$$

Системы уравнений для определения финальных вероятностей при состоянии случайной среды  $j=n$ .



$$\left\{ \begin{aligned} r_1^n &= r_1^1 P_1^1 \delta^{1n} + r_2^1 \frac{1}{k-1} q_2^1 \delta^{1n} + \dots + r_k^1 \frac{1}{k-1} q_k^1 \delta^{1n} + \\ &+ r_1^2 P_1^2 \delta^{2n} + r_2^2 \frac{1}{k-1} q_2^2 \delta^{2n} + \dots + r_k^2 \frac{1}{k-1} q_k^2 \delta^{2n} + \\ &\dots + r_1^n P_1^n \delta^{n1} + r_2^n \frac{1}{k-1} q_2^n \delta^{nm} + \dots + r_k^n \frac{1}{k-1} q_k^n \delta^{nm}; \\ \dots &\dots \\ r_k^n &= r_1^1 \frac{1}{k-1} q_1^1 \delta^{1n} + r_2^1 \frac{1}{k-1} q_2^1 \delta^{1n} + \dots + r_{k-1}^1 \frac{1}{k-1} q_{k-1}^1 \delta^{1n} + r_k^1 P_k^1 \delta^{1n} + \\ &r_1^2 \frac{1}{k-1} q_1^2 \delta^{2n} + r_2^2 \frac{1}{k-1} q_2^2 \delta^{2n} + \dots + r_{k-1}^2 \frac{1}{k-1} q_{k-1}^2 \delta^{2n} + r_k^2 P_k^2 \delta^{2n} + \\ \dots & r_1^n \frac{1}{k-1} q_1^n \delta^{nm} + r_2^n \frac{1}{k-1} q_2^n \delta^{nm} + \dots + r_{k-1}^n \frac{1}{k-1} q_{k-1}^n \delta^{nm} + r_k^n P_k^n \delta^{nm}. \end{aligned} \right.$$

Примем, что составная вероятностная среда  $P^i$ ,  $i = \overline{1, n}$  переключается из одного состояния  $P^\alpha$  в другое состояние  $P^\beta$  с одинаковой вероятностью  $\delta^{\alpha\beta} = \delta$ ,  $\alpha = \overline{1, n}$ ,  $\beta = \overline{1, n}$ . Тогда на основе полученных уравнений для финальных вероятностей можно сделать вывод, что в условиях принятых допущений имеют место равенства

$$r_1^1 = r_1^2 = \dots = r_1^n; \quad r_2^1 = r_2^2 = \dots = r_2^n, \quad \dots, \quad r_k^1 = r_k^2 = \dots = r_k^n.$$

Обозначим эти вероятности переменными соответственно  $r_1, r_2, \dots, r_n$ . Решение составленных систем уравнений с учётом условия нормировки  $nr_1 + nr_2 + \dots + nr_k$  позволило получить следующие выражения для финальных вероятностей пребывания системы «автомат–переключаемая среда» в своих состояниях:

$$\left\{ \begin{aligned} r_1 &= \frac{1}{n(1 - \delta \sum_{\alpha=1}^n P_1^\alpha + \delta \frac{1}{k-1} \sum_{\alpha=1}^n q_1^\alpha) \sum_{i=1}^k (1 - \delta \sum_{\alpha=1}^n P_i^\alpha + \delta \frac{1}{k-1} \sum_{\alpha=1}^n q_i^\alpha)}; \\ r_2 &= \frac{1}{n(1 - \delta \sum_{\alpha=1}^n P_2^\alpha + \delta \frac{1}{k-1} \sum_{\alpha=1}^n q_2^\alpha) \sum_{i=1}^k (1 - \delta \sum_{\alpha=1}^n P_i^\alpha + \delta \frac{1}{k-1} \sum_{\alpha=1}^n q_i^\alpha)}; \\ \dots &\dots \\ r_k &= \frac{1}{n(1 - \delta \sum_{\alpha=1}^n P_k^\alpha + \delta \frac{1}{k-1} \sum_{\alpha=1}^n q_k^\alpha) \sum_{i=1}^k (1 - \delta \sum_{\alpha=1}^n P_i^\alpha + \delta \frac{1}{k-1} \sum_{\alpha=1}^n q_i^\alpha)}. \end{aligned} \right.$$

Финальные вероятности  $r_i$ ,  $i = \overline{1, k}$  зависят от вероятностей выигрышей  $P_i^\alpha$  и проигрышей  $q_i^\alpha$ ,  $i = \overline{1, k}$ ,  $\alpha = \overline{1, n}$  в каждом состоянии автомата, вычисление которых предполагается осуществлять на базе функционирования имитационной модели, воспроизводящей изменение величины остатков денежных средств в бюджете при случайном характере вариаций доходов и расходов.

**Выводы.** В результате проведённых исследований получены следующие новые научные результаты.



1. Предложена модель составной случайной среды в виде вектора, описывающего вероятностные характеристики влияний поступлений от уплаты налогов на формирование бюджета.

2. Построена математическая модель поведения стохастического автомата в переключаемых случайных средах, отличающаяся возможностью формального описания принятия решений при бюджетном регулировании в условиях суперпозиции воздействий, оказываемых на формирование бюджета поступлениями от различных видов налогов. Преимущества модели состоят в возможности адекватного представления реальной ситуации, создаваемой влиянием поступлений от уплаты множества налогов, участвующих в процессе бюджетного регулирования, на формирование бюджета.

3. Получены аналитические выражения для финальных вероятностей пребывания системы «автомат–переключаемая среда» в каждом из своих состояний, позволяющие дать количественную оценку управляющим решениям, принимаемым относительно пропорций распределения налогов между уровнями бюджетной системы в порядке бюджетного регулирования.

### Литература

1. Богомягкова И.В. Модель долевого распределения налогов в системе поддержки принятия решений по управлению межбюджетным регулированием // Научные ведомости БелГУ. Серия: История. Политология. Экономика. Информатика. 2010. Вып. 13/1.

## SYSTEM "AUTOMATON-SWITCHABLE MEDIUM" FOR SIMULATION OF SHARE TAX DISTRIBUTION

**E.D. STRELTSOVA**  
**I.V. BOGOMYAGKOVA**  
**V.S. STRELTSOV**

*South Russian State  
Technical University (NPI)*

*e-mail: el\_strel@mail.ru*

Economical-mathematical model for budget regulation in a form of stochastic automaton functioning in integrate random medium is proposed. Separate fixed random medium for every type of taxes participating in share distribution between the levels of a budget system is analyzed. Formal expressions that give the possibility to choose the system status of the system "automaton – switchable medium" that corresponds to the norms of tax deductions at budget regulation are deduced.

Keywords: budgetary regulation, regional level, economic-mathematical model, the stochastic automatic machine, the switched casual environment, final probabilities.



## О НОВОМ ФОРМАЛИЗОВАННОМ МЕТОДЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ЗНАНИЙ

**С.И. МАТОРИН**  
**А.Г. ЖИХАРЕВ**

*Белгородский  
государственный  
университет*

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

Рассматриваются недостатки традиционных способов представления знаний и новый метод представления знаний о деятельности организации, основанный на оригинальном системном графоаналитическом подходе «Узел-Функция-Объект» (УФО-подходе), а также способ формализации знаний, представляемых с помощью УФО-подхода, на основе теории паттернов и исчисления процессов. Также рассматривается соотношение теории процессов и теории паттернов в рамках подхода «Узел – Функция – Объект».

Ключевые слова: УФО-подход, формализованное представление знаний, модель знаний, продукционная модель, фреймовая модель, логическая модель, теория процессов, теория паттернов.

### Введение

В компьютерных системах существует множество способов представления знаний как традиционных, так и недавно разработанных. Например, в интеллектуальных системах для представления знаний о предметной области традиционно используются модели знаний, описанные ниже.

Продукционная модель (наиболее распространена в приложениях). Достоинством продукционной модели является удобство вывода, недостатком – представление только процедурных знаний.

Семантическая сеть. Достоинство семантических сетей – наглядность представления понятийных знаний, с их помощью удобно представлять причинно-следственные связи между элементами знаний, а также структуру сложной системы знаний. Недостаток таких сетей – сложность вывода, поиска подграфа, соответствующего запросу.

Фреймовая модель представления знаний удобна для описания структуры и характеристик однотипных объектов (процессов, событий), описываемых фреймами – специальными ячейками (шаблонами) фреймовой сети. Достоинством и одновременно недостатком фреймовых моделей является их ориентированность на описание стандартных типовых ситуаций.

Логическая модель. Такая модель удобна для представления логических взаимосвязей между фактами, однако она весьма ограничена по своим возможностям в связи с тем, что использует только формальные системы для описания знаний.

Несмотря на большие возможности традиционных способов представления знаний, они, кроме упомянутых недостатков, не позволяют полностью структурировать знания в визуальной графической форме, что значительно облегчало бы работу с ними.

При этом в последнее время всё чаще возникают работы в самых разных предметных областях, излагающие свой материал в графической форме. Производит впечатление значительный объём графического материала во всех этих работах, который играет в них ту же серьёзную роль, что и традиционный текст на естественном языке. Например, специалисты в области бизнес-практики отмечают, что визуальная графоаналитическая модель бизнес-процесса представляет собой знания об организационно-деловых и производственно-технологических процессах. Целесообразность рассмотрения визуального бизнес-моделирования как способа представления знаний обусловлена его широким использованием для решения задач управления знаниями в организациях. Реализуя концепцию управления знаниями, используемыми в процессе такого моделирования, организация значительно повышает свою конкурентоспособность [1].



Именно поэтому создание нового способа представления организационных знаний, который бы позволил в графической форме представлять знания и их эффективно использовать, не сталкиваясь с недостатками традиционных моделей, является актуальным.

*Разработка формальных основ нового способа представления знаний.*

Известные визуальные графоаналитические способы функционального (системно-структурного), а также объектного моделирования бизнес-систем и процессов ориентированы либо на описание процессов и связывающих их потоков, либо на описание классов и объектов без учёта материальных и информационных потоков. В связи с этим для решения задачи создания нового способа представления знаний, компенсирующего недостатки как традиционных моделей, так и системно-структурного и объектного подходов, предлагается использовать оригинальный системный (системно-объектный) подход, с помощью которого любая система может быть представлена в виде триединой конструкции «Узел-Функция-Объект» (УФО-элемента).

В рамках данного подхода «узел» рассматривается как точка пересечения входных и выходных связей (потоков) в структуре разрабатываемой системы, «функция» – как процесс перевода входа в выход, т.е. процесс, обеспечивающий баланс «втекающих» и «вытекающих» потоков/связей данного узла, «объект» – как субстанция, реализующая данную функцию. УФО-элементы, собранные в различные конфигурации, образуют диаграммы взаимодействия элементов, которые позволяют визуализировать функциональность элементов системы более высоких уровней. Таким образом, разрабатываемая система представляется в виде иерархии УФО-элементов. Данное представление позволяет учесть различные аспекты рассмотрения этой системы (структурные, функциональные, объектные) в одной системно-объектной модели – УФО-модели [2].

С помощью УФО-подхода могут быть интегрированы особенности различных традиционных методов представления знаний. Это объясняется тем, что моделирование систем с учетом их узловых характеристик есть, по сути, представление знаний о них в виде семантической сети. Моделирование систем с учетом их функциональных характеристик может осуществляться с использованием продукций или логики предикатов, моделирование систем с учетом их объектных характеристик – с помощью фреймов. Таким образом, в УФО-модели, представляющей собой совокупность взаимосвязанных узлов с функциями, для которых определены объекты, объединены и связаны (т.е. интегрированы) между собой три способа представления знаний. Данная интеграция может быть обеспечена, например, в результате учета в слотах фреймов (описывающих объекты) продукций (описывающих функции) и связей между узлами. Это позволит компенсировать недостатки отдельных способов представления знаний и повысит достоверность вывода [3].

Рассмотрим, как могут быть формально описаны процедуры синтеза и анализа систем с учетом подхода к системе как к «Узлу-Функции-Объекту».

В теории паттернов под образующей  $G$  понимается неприводимый именованный объект, принадлежащий множеству  $G$ , который обладает некоторыми признаками  $\alpha$ , а также входящими и выходящими связями (в свою очередь характеризующимися некоторыми показателями  $\beta$ ), и используется при построении комбинированных объектов (конфигураций). Для построения (агрегации, синтеза) регулярных конфигураций  $z$  из образующих (или других конфигураций) используется бинарный оператор, обеспечивающий попарное присоединение связей образующих (или внешних связей конфигураций) в соответствии с их показателями. Вводится он следующим образом. Для двух конфигураций (образующих)  $z_1$  и  $z_2$  существуют множества  $B(z_1)$  и  $B(z_2)$ , элементы которых являются внешними связями соответствующих конфигураций (образующих). Из связей, составляющих названные множества, можно образовать список  $\sigma_{12}$  попарных соединений этих связей. Объединенную конфигурацию (или комбинацию образующих) можно обозначить через  $z_1\sigma_{12}z_2$ , причем (в соответствии с принятой в теории паттернов манерой обозначений):

$$\begin{aligned} \text{состав } (z1\sigma12z2) &= \text{состав } (z1) \cup \text{состав } (z2), \\ \text{структура } (z1\sigma12z2) &= \text{структура } (z1) \cup \text{структура } (z2) \cup \sigma12. \end{aligned}$$

С точки зрения подхода к системе как «Узлу-Функции-Объекту» (УФО-подхода), попарные соединения возможны только в случае одноименных связей в соответствии с правилом присоединения, присущим данному подходу. Кроме того, в рамках данного подхода действуют также правило баланса (обеспечение баланса «притока» и «оттока» по входящим и выходящим функциональным связям УФО-элемента) и правило реализации (обеспечение соответствия характеристик субстанции УФО-элемента его функции). Это позволяет формально описать результаты синтеза (агрегации) УФО-элементов (как образующих) в конфигурацию за счет предварительного введения следующих обозначений. Следует отметить, что с помощью паттернов удается описать лишь узлы, что же касается функции, то об этом пойдет речь далее.

Если рассматривать процесс P как набор (S, s<sup>o</sup>, R), то можно заметить, что множество S эквивалентно составу конфигурации, s<sup>o</sup> – может быть любой из возможных образующих, составляющих конфигурацию, а множество R эквивалентно структуре конфигурации, т.е. множеству всех попарно соединенных связей. Поэтому с помощью теории процессов можно описать УФО-элемент, представленный на рис. 2.1, следующим образом: примем за начальное состояние процесса P УФО-элемент p1, тогда:

$S = \{ p1, p2, p3, p4, p5, p\_in, p\_out \}$ , где p\_in и p\_out состояния процесса соответствующие входам и выходам УФО-элемента P,  $s^o = p1$ ;

$R = \{ l1, l2, l3, l4, l5, l6, l7, l8, l9, l10 \}$ , где (в соответствии с теорией процессов):

$l1 = (p\_in, l1, p1)$ ;

$l2 = (p\_in, l2, p1)$ ;

$l3 = (p\_in, l3, p5)$ ;

$l4 = (p2, l4, p\_out)$ ;

$l5 = (p4, l5, p\_out)$ ;

$l6 = (p1, l6, p5)$ ;

$l7 = (p5, l7, p4)$ ;

$l8 = (p1, l8, p3)$ ;

$l9 = (p3, l9, p4)$ ;

$l10 = (p3, l10, p2)$ ;

$l3 = (p4, l3, p2)$ .

Для полного описания функции узла с помощью теории процессов необходимо в описание добавить интерфейсные подпроцессы и переходы. Интерфейсными мы будем называть те состояния и переходы, которые связывают текущий процесс с внешним миром, т.е. рассматривая пример процесса, представленного на рис. 2.1, интерфейсными называем процессы p1, p2, p5, p4, так как они обеспечивают для рассматриваемого процесса связи с «внешним миром», аналогично интерфейсными будут связи l1, l2, l3, l4, l5. Тогда представление функции P будет выглядеть следующим образом:

$$P = (S, R, r^o, s^o),$$

S – множество подпроцессов процесса,  $S = S \cup s^o$ , где s<sup>o</sup> это множество интерфейсных подпроцессов, причем  $s^o = s^{in} \cup s^{out}$ . Для нашей функции множество  $s^o = (p1, p2, p5, p4)$ , R – множество переходов, причем  $r^o \subseteq R$  – множество интерфейсных переходов процесса, соответствующего функции P и  $r^o = r^{in} \cup r^{out}$ .

Рассмотрев УФО-элемент как конфигурацию, мы смогли описать УФО-элемент со всеми его «внутренностями» с помощью теории процессов, поэтому можно говорить о возможности интеграции двух математических теорий, за счет чего появляется возможность использовать теорию процессов для формализованного описания знаний с помощью подхода «узел-функция-объект», так как данная теория располагает большим аппаратом инструментальных возможностей, предназначенных для работы с процессами.

Таким образом, совместив теорию паттернов и теорию процессов, можно формализовать знания, представляемые с помощью УФО-подхода для дальнейшего их удобного представления, хранения и обработки.

Создание универсального метода представления знаний предполагает единообразное описание различных способов представления знаний с помощью единого математического аппарата. В настоящее время, по мнению авторов, для создания такого аппарата может быть использована теория паттернов Гренандера, а также исчисление процессов (Calculus of Communication Systems) Милнера и исчисление объектов Абади. Обоснование возможности создания требуемого аппарата на основе упомянутых математических теорий представлено в табл. 1. В скобках написаны наши комментарии.

Применение теории паттернов (алгебры изображений) для формализации УФО-подхода позволило описать процедуры синтеза и анализа систем с точки зрения их узловых (структурных) характеристик [4].

Таблица 1

**Соответствие понятий УФО-подхода  
с понятиями алгебраических аппаратов**

Основные понятия УФО-подхода	Основные понятия теории паттернов и их связь с понятиями УФО-подхода	Алгебраические аппараты и их связь с понятиями УФО-подхода
Узел: перекресток входящих и выходящих связей	Изображение (определение): класс эквивалентности, индуцированный на множестве конфигураций, который содержит информацию относительно несоединенных (внешних) связей конфигураций  (таким образом, с помощью понятия теории паттернов «изображение» можно формализовать понятие УФО-подхода «узел».)	Алгебра изображений (теория паттернов)  Определена на множестве регулярных конфигураций, на котором заданы преобразования подобия и операторы присоединения и аннигиляции [5]  (если изображение представляет собой узел, то алгебра изображений позволяет формально описывать взаимодействие систем в целом, которое и осуществляется, собственно, на уровне узлов. Таким образом, алгебра изображений это алгебра для узлов!!!)
Функция: процесс преобразования входа в выход	Конфигурация (определение): комбинация образующих, получающаяся при соединении их связей  (при этом данная комбинация зависит только от связей образующих, т.е., по сути дела, это комбинация не образующих, а комбинация изображений!!!)  Конфигурация в теории паттернов, кроме того, рассматривается как формула функции, задаваемой изображением (таким образом, конфигурация представляет собой описание процесса, т.е. описание функции, с точки зрения УФО-подхода.)	Исчисление процессов (CCS)  Процесс P есть тройка: (S, so, R), представляющая процессный граф, в котором, S – множество состояний процесса, so $\in$ S – начальное состояние, R – множество переходов в S путем выполнения некоторых действий. (S,R)- размеченная система переходов над множеством действий Act(P) Множество действий Act (входных – $\alpha?$ , выходных – $\alpha!$ , внутренних – $\alpha\tau$ ), которые интерпретируются как ввод, вывод или передача объекта с именем действия [6]  (если процессный граф рассматривать как конфигурацию, в которой состояниям процесса соответствуют образующие / изображения, а



Продолжение табл. 1

		переходам с выполнением действий соответствуют связи/потоки, то алгебру процессов можно рассматривать как средство формального описания систем в виде конфигураций, т.е. на уровне функций. Таким образом, алгебра процессов это алгебра для функций!!!
Объект: субстанция, реализующая функцию и занимающая данный функциональный узел	Образующая (определение): объект (именованный), обладающий некоторыми признаками $\alpha$ , а также входящими и выходящими связями (в свою очередь характеризующимися некоторыми показателями $\beta$ )  (таким образом, с помощью понятия теории паттернов «образующая» может формализовать понятие УФО подхода «объект»)	Исчисление объектов  Объект $O$ – это набор полей и методов. Использование метода объекта – вызов метода, изменение метода – переопределение. Поле – частный случай метода (константный метод).  (таким образом, стоит задача описания с помощью исчисления объектов образующей теории паттернов)

Настоящее исследование направлено на обеспечение возможности формального описания функциональных (процессных) характеристик систем как УФО-элементов. Для этого используется исчисление процессов (CCS) Милнера. По аналогии с данным исчислением введем понятие функции УФО-элемента.

Функция  $F$  есть тройка  $(S, s^0, R)$ , где  $S$  – множество подпроцессов процесса, соответствующего функции  $F$ ,  $s^0 \subset S$  – множество интерфейсных подпроцессов (причем  $s^0 = s? \cup s!$ ),  $R$  – множество переходов в  $S$ , осуществляемых путем передачи, ввода и вывода объектов:  $s_i \xrightarrow{\alpha\tau_{ij}} s_j$ . Т.е. по аналогии с исчислением процессов рассматривается размеченная система переходов  $(S,R)$  над множеством потоков  $Act(F)$ . Элементы множества  $Act$ -потоков (входных –  $\alpha?$ , выходных –  $\alpha!$ , внутренних –  $\alpha\tau$ ), соответствующего множеству действий в исчислении процессов, также интерпретируются как ввод, вывод или передача объекта с именем потока. При этом в данном случае (на уровне описания функций) нас интересуют только внутренние потоки, так как внешними (входными и выходными) потоками занимается алгебра изображений теории паттернов.

Представленное формальное понимание функции УФО-элемента позволяет использовать для математического описания функциональных характеристик систем (с точки зрения УФО-подхода) понятия исчисления процессов, что показано в табл. 2.

Таблица 2

**Соответствие операций на процессах и функциях**

Исчисление процессов (CCS)	Исчисление функций (УФО-подход)
Пустой процесс: $NIL = (\{s^0\}, s^0, \emptyset) = 0$	Пустая функция: $(\{s^0 \in S\}, \{s^0 \in s^0\}, \emptyset) = 0$
Трасса (протокол) процесса $P$ : последовательность элементов $a_1, a_2, \dots$ множества действий $Act(P)$ , для которой существует последовательность состояний $s_0, s_1, s_2, \dots$ такая, что для любого $i$ : $s_i \xrightarrow{a_{i+1}} s_{i+1}$ .	Трасса (протокол) функции $F$ : последовательность элементов $a_1, a_2, \dots$ множества потоков $Act(F)$ (причем только вида $\alpha\tau$ ), для которой существует последовательность подпроцессов $s_0, s_1, s_2, \dots$ такая, что для любого $i$ : $s_i \xrightarrow{a_{i+1}} s_{i+1}$ .

Продолжение табл. 2

Префиксное действие: $\alpha .P = (S \cup \{so' \notin S\}, so', R \cup \{so', \alpha, so\})$	Префиксное действие: $s?.F = (S \cup \{s?' \notin S\}, \{s?' \in so\}, R \cup \{s?', \alpha, \{si \subset S\}\})$ Постфиксное действие: $s!.F = (S \cup \{s!' \notin S\}, \{s!' \in so\}, R \cup \{\{si \subset S\}, \alpha, s'?\})$
Альтернативная композиция: $P1 + P2 = (S1 \cup S2 \cup \{so' \notin S1 \cup S2\}, so', R1 \cup R2 \cup \{so', \alpha, s1 \in R1\} \cup \{so', \alpha, s2 \in R2\})$	Альтернативная композиция: $F1 + F2 = (S1 \cup S2 \cup \{so' \notin S1 \cup S2\}, \{so' \in s'?\}, R1 \cup R2 \cup \{so', \alpha, s1 \in R1\} \cup \{so', \alpha, s2 \in R2\})$

### Примеры формализованного представления знаний

Рассмотрим примеры использования предложенного исчисления функций, аналогичного исчислению процессов (CCS), для формализации знаний, представляемых с помощью УФО-подхода.

Например, рассмотрим сетевую модель знаний в нотации УФО-подхода, представляющую иерархию понятий (рис. 1).

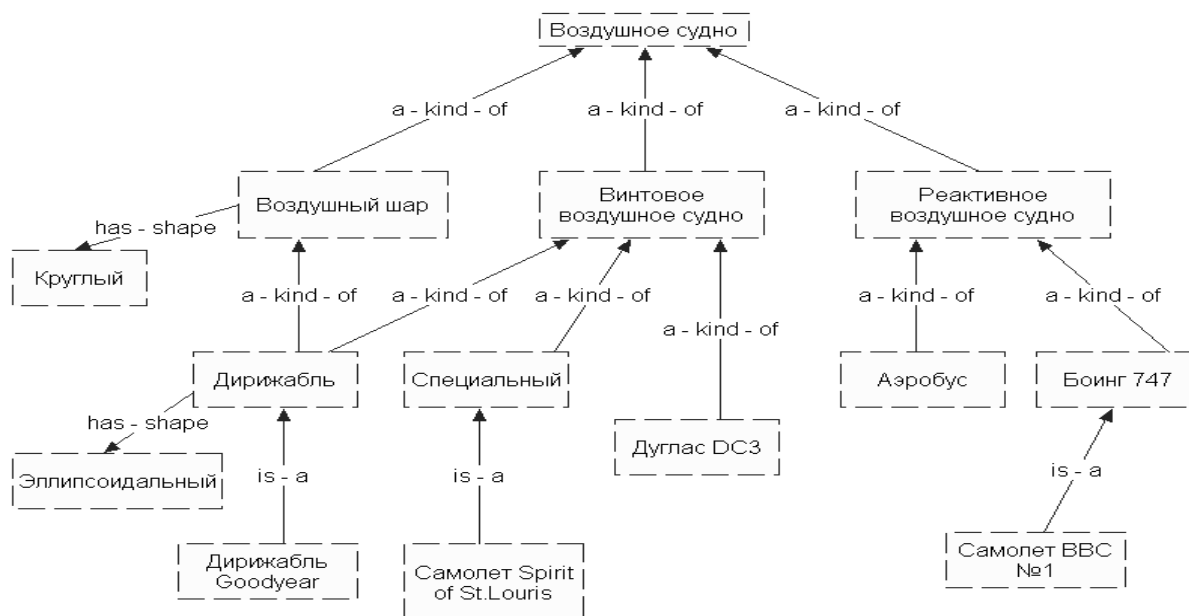


Рис. 1. Сетевая модель иерархии понятий в нотации УФО-подхода

С точки зрения УФО-подхода представленную на рис. 1 сетевую модель иерархии понятий можно рассматривать как введенную выше формально функцию  $F$  (по аналогии с процессом с точки зрения CCS). Трассой данной функции будет конечная последовательность потоков этой функции –  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_N$  такая, что существует последовательность подпроцессов этой функции –  $so, s_1, s_2, \dots, s_N$ , обладающая следующими свойствами –  $so$  соответствует начальному подпроцессу функции, т.е. одному из интерфейсных (входных) подпроцессов из множества  $so$  для каждого  $i \geq 1$  множество  $R$  содержит переход  $si \xrightarrow{a_{i+1}} si+1$ . Можно заметить, что в данном случае множество всех трасс является множеством всех возможных логических выводов, т.е. например трасса – *самолет SSL*  $\xrightarrow{is-a}$  *специальный*  $\xrightarrow{a-kind-of}$  *винтовой*  $\xrightarrow{a-kind-of}$  *воздушное судно* – представляет собой заключение о том, что самолет «Spirit of St. Louis» – это объект типа «Специальное винтовое воздушное судно».

В качестве другого примера рассмотрим фреймовую модель знаний в нотации УФО-подхода, представляющую описание фрагмента расписания занятий в учебном заведении (рис. 2).

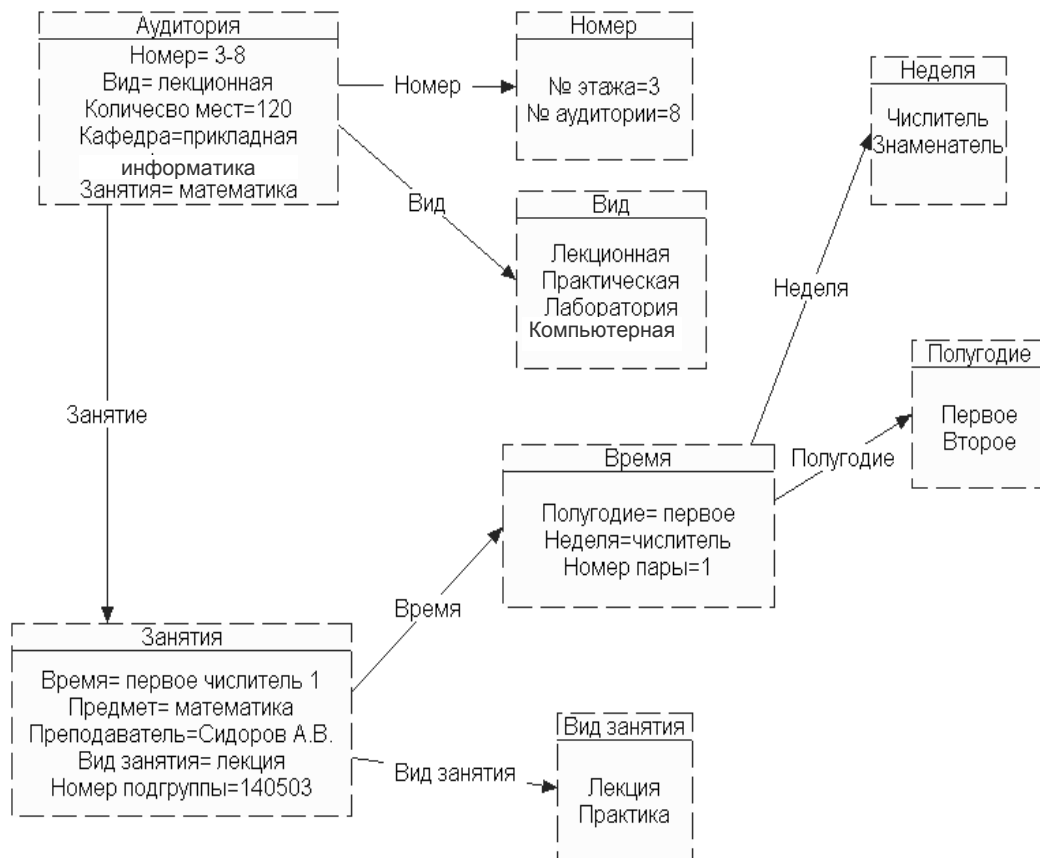


Рис. 2. Фрагмент фреймовой сети в нотации УФО-подхода

С точки зрения УФО-подхода, представленную на рис. 2 фреймовую модель также можно рассматривать как введенную выше формально функцию  $F$  (по аналогии с процессом с точки зрения ССС). При этом интерфейсным (входным) подпроцессом  $so$  будет подпроцесс, соответствующий фрейму «аудитория». Операция префиксное действие, представляющая собой добавление нового интерфейсного (входного) подпроцесса и внутреннего потока к данной функции (т.е. перехода), будет описывать добавление к модели фрейма и соответствующей связи.

Например, если необходимо в рассматриваемой фреймовой модели учесть описание корпуса некоторого учебного заведения, то это можно сделать путем добавления фрейма «корпус» со слотами «аудитория», «заведующий», «общая площадь», связанными с фреймом «аудитория». С точки зрения предлагаемого выше исчисления функций, это добавление есть префиксное действие по отношению к данной функции, в результате которого к множеству подпроцессов добавился входной подпроцесс, соответствующий фрейму «Корпус», а к множеству переходов –  $R$ , новый переход, внутренний поток которого удобно обозначить как «Аудитория». В результате получим следующую фреймовую модель в нотации УФО-подхода (рис. 3).

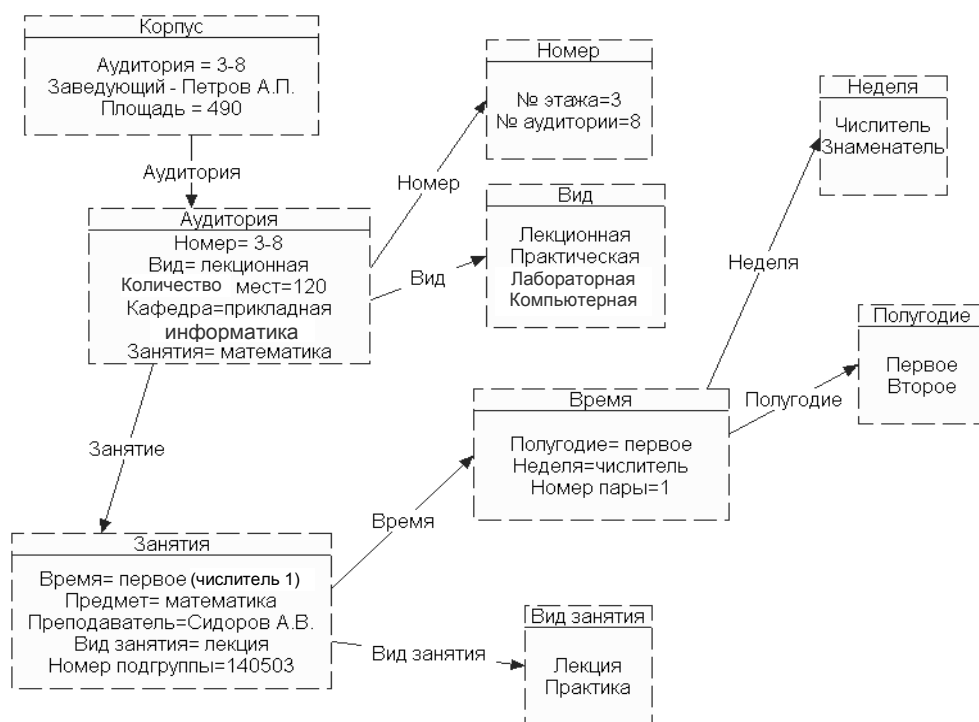


Рис. 3. Результат применения операции префиксного действия к фреймовой сети

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что с помощью исчисления процессов можно формально описывать функциональные характеристики систем, рассматриваемых в рамках системного графоаналитического подхода «Узел-Функция-Объект», а также организационные знания, моделируемые с помощью данного подхода.

### Литература

1. Дубейковский В.И. Практика функционального моделирования с AllFusion Process Modeler 4.1. Где? Зачем? Как? – М.: ДИАЛОГ – МИФИ, 2004. – 464 с.
2. Маторин С.И., Попов А.С., Маторин В.С. Моделирование организационных систем в свете нового подхода «Узел-Функция-Объект» // НТИ. Сер. 2. – №1. – М.: ВИНТИ, 2005. – С. 1-8.
3. Маторин С.И., Зимовец О.А., Жихарев А.Г. О развитии технологии графоаналитического моделирования бизнеса с использованием системного подхода «Узел-Функция-Объект» // НТИ. Сер. 2. – №11. – М.: ВИНТИ, 2007. – С. 10-17.
4. Маторин С.И., Ельчанинов Д.Б., Зиньков С.В., Маторин В.С. Синтез и анализ систем в свете подхода «Узел-Функция-Объект» // НТИ. Сер. 2. – М.: ВИНТИ, – 2006. – №8. – С. 10-16.
5. Гренандер У. Лекции по теории образов. 1 Синтез образов / пер с англ. – М.: Мир, 1979. – 384 с.
6. Milner R., Parrow J., Walker D. A Calculus of Mobile Processes – Part I. LFCS Report 89-85. University of Edinburgh June 1989. – 46 p.

## ABOUT THE NEW FORMALIZED METHOD OF REPRESENTATION OF ORGANIZATIONAL KNOWLEDGE

**S.I. MATORIN**  
**A.G. ZHIKHAREV**

*Belgorod State University*

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

Limitation of traditional methods of representation of knowledge and new method of representation of knowledge of the organization activity, based on original system the approach "Node-function-object" (UFO-APPROACH), and as a method of formalization of the knowledge represented by means of the UFO-APPROACH, on the basis of the theory of patterns and numeration of processes are considered. As the parity of the theory of processes and the theory of patterns within the limits of the approach «knot – function – object».

Key words: the UFO-APPROACH, the formalized representation of knowledge, model of knowledge, frame model, logical model, the theory of processes, the theory of patterns.



УДК 539.360

## ОБ ОДНОЙ ПРОЦЕДУРЕ ВЫБОРА ВАРИАНТА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ

**П.В. ДЕМИН<sup>1)</sup>**  
**А.О. КРИВОШЕЕВ<sup>1)</sup>**  
**Н.П. ПУТИВЦЕВА<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> ЗАО «РК-Телеком», г. Москва

<sup>2)</sup> Белгородский государственный университет

e-mail: okrivosheev@rktelecom.ru

Рассматриваются различные способы внедрения программного обеспечения в организациях. Учитывая насыщенность современных банков вычислительной техникой и прикладным программным обеспечением, статья может быть полезна в первую очередь банкам, стоящими перед проблемой замены или расширения функций действующего программного обеспечения.

Ключевые слова: применение метода анализа иерархий, вычисление приоритетов для матрицы парных сравнений, синтез обобщенных приоритетов, автоматизация расчетов.

**Идея подхода.** В качестве возможных вариантов решения (альтернатив) рассмотрены следующие варианты получения программного обеспечения (для упрощения рассуждения везде далее будем говорить о приобретении функционального модуля).

1. Приобретение программного модуля у какой-либо зарубежной фирмы.
2. Приобретение программного модуля у отечественной фирмы-поставщика действующего программного обеспечения.
3. Приобретение программного обеспечения у отечественной фирмы, специализирующейся на разработке и поставке данного типа модулей.
4. Разработка программного модуля собственными силами программистов организации.

Для определения уровня приоритетности той или иной альтернативы вводится ряд критериев оценки вариантов получения программного модуля, по которым эти альтернативы сравниваются.

1. Стоимость разработки, изготовления, поставки.
2. Сроки разработки, изготовления, поставки.
3. Совместимость (элементная, программная) с имеющимся в организации программным обеспечением.
4. Технологическая независимость и информационная безопасность.
5. Наличие инструкций и исходных текстов.
6. Стоимость сопровождения.

Для принятия решения по выбору рассмотренных альтернатив предлагается применять метод анализа иерархий [1], в соответствии с которым 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 6x6 и шесть матриц парных сравнений альтернатив размерностью 4x4.

Вычисление приоритетов для матрицы парных сравнений  $A = \{a_{ij}\}$  связано с решением задачи о собственном векторе [1]. Собственный вектор  $\omega$  (он же является вектором приоритетов) можно вычислить из матричного уравнения

$$A\omega = n\omega, \tag{1}$$

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  $C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$ .

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.

Выполненные конкретные вычисления для приобретения модуля «Ценные бумаги» Московским индустриальным банком показали, что самым предпочтительным является способ приобретения у фирмы, специализирующейся на поставке данного типа модулей (в рассматриваемом случае фирма «Диасофт»), причем, это подтверждено как в случае вычисления приоритетов распределенным способом, так и в случае ориентации на некий идеальный эталон.

**Автоматизация расчетов.** Для упрощения работы с данными, необходимыми для оценки альтернатив, создана программа «Метод анализ иерархий». Программа реализует изложенный выше метод принятия решений – метод анализа иерархий в форме Т. Саати.

Для использования при решении задачи иерархической процедуры многокритериального оценивания задача представляется в виде иерархии (рис. 1).

В самом простейшем уровне иерархия выглядит, как показано на рис. 1. При решении задачи эксперт должен заполнять матрицы парных сравнений для вычисления относительных важностей альтернатив.

Для вышеизложенной задачи цель – выбор варианта приобретения программного модуля для включения в действующий на предприятии программный комплекс. 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.

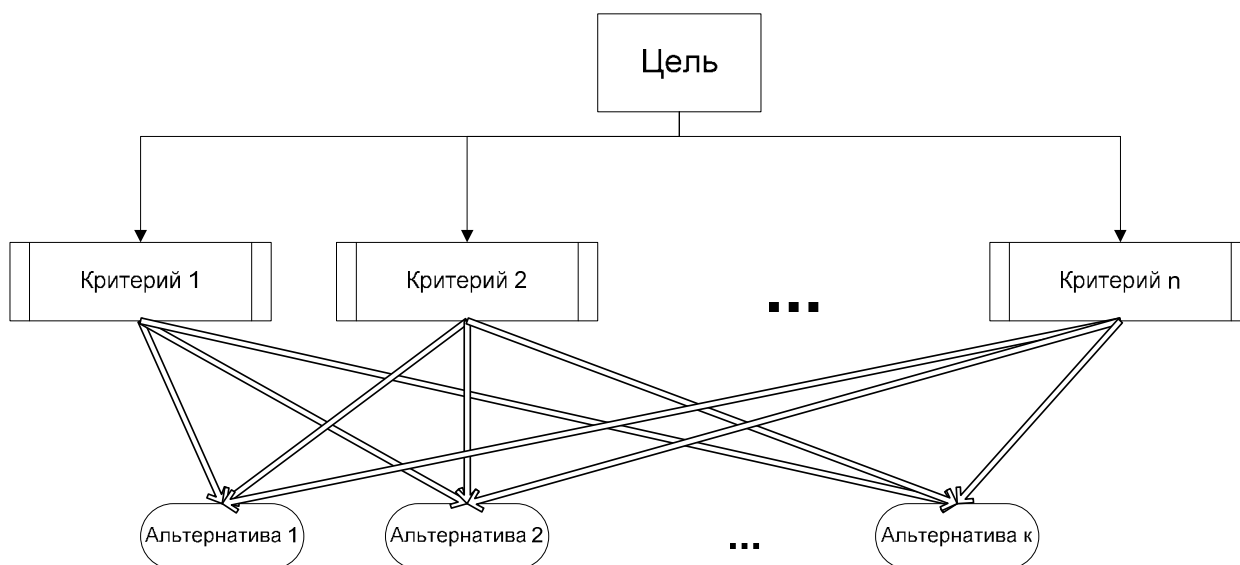


Рис. 1. Иерархии

Программа представляет собой Windows-приложение, которое состоит из одной экранной формы. Алгоритм работы с программой при решении любой другой задачи, связанной с выбором альтернативного варианта, достаточно простой. Для этого необходимо выполнить следующие действия:

- 1) запустить программу;
- 2) в поле ввода количества уровней иерархии указать количество уровней иерархии. При этом автоматически изменится количество строк в таблице иерархии;
- 3) заполнить таблицу иерархии. Заполнение следует осуществлять последовательно по уровням иерархии сверху вниз (с первого уровня иерархии до последнего) слева направо. При этом следует избегать пропусков ячеек;
- 4) нажать на кнопку **Создать иерархию**. При этом иерархия будет инициализирована;
- 5) указать связи между узлами иерархии в списке смежных узлов. Для этого необходимо последовательно нажимать на ячейки таблицы иерархии и выделять галочкам те узлы иерархии, с которыми соединен узел из текущей ячейки таблицы иерархии;
- 6) заполнить матрицы парных сравнений в таблице матриц парных сравнений;
- 7) нажать кнопку **Рассчитать**. В списке альтернатив появятся данные о весах альтернатив. В каталоге программы будет создан (перезаписан) файл protocol.txt, содержащий протокол работы программы;
- 8) нажать кнопку **Сохранить** для сохранения иерархии и данных матриц парных сравнений.

### Литература

1. Т.Саати. Принятие решений. (Метод иерархий). – М., 1993.
2. Демин П.В., Кривошеев А.О. Заявка на регистрацию программы для ЭВМ «Программные системы выбора варианта построения информационной системы». – М.: ЗАО «РК-Телеком», 2010.



## **ABOUT ONE PROCEDURE OF CHOICE VERSION OF THE SOFTWARE FOR THE ORGANIZATION**

**P.V. DEMIN<sup>1)</sup>**  
**A.O. KRIVOSHEEV<sup>1)</sup>**  
**N.A. PUTIVCEVA<sup>2)</sup>**

*<sup>1)</sup> САС «RK-Telecom»*

*e-mail: okrivosheev@rktelecom.ru*

*<sup>2)</sup> Belgorod State University*

Discusses various ways to implement the software in organizations. Given the richness of modern banks of computer hardware and software applications, the article may be useful primarily to banks facing the problem of replacing or expanding the functions of existing software.

Key words: application of the hierarchy analysis method, the calculation of the priorities for the matrix of paired comparisons, the synthesis of generalized prioritization, automation of calculations.

## ФОРМАЛИЗАЦИЯ УФО-ЭЛЕМЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ АЛГЕБРАИЧЕСКОГО АППАРАТА ПИ-ИСЧИСЛЕНИЯ

**С.И. МАТОРИН**  
**М.В. МИХЕЛЕВ**

*Белгородский  
государственный  
университет*

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

Обсуждается возможность математического описания визуальных графоаналитических моделей с помощью алгебраического аппарата «пи-исчисления» Р. Милнера на примере моделей процессов в виде триединой конструкции «Узел-Функция-Объект» (УФО).

Ключевые слова: визуальное графоаналитическое моделирование, УФО, пи-исчисление, бизнес-процесс.

### Введение

Сложность процесса проектирования современных информационных программных систем (ИС), а также большая ответственность за их результаты, в частности, в области систем управления, и слабая формализованность используемых средств и методов делают актуальным проведение исследований и разработок в области совершенствования средств и методов проектирования ИС. Одним из самых слабоформализованных этапов проектирования ИС является этап моделирования процессов, для автоматизации которых данная ИС и проектируется. При этом в настоящее время стремительное развитие компьютерных технологий привело к значительному разрыву между быстро прогрессирующими способами практического анализа, визуального графического моделирования и проектирования сложных систем и медленно развивающимися методами их математического описания.

Например, известные визуальные графоаналитические способы системно-структурного (DFD, IDEF и т.п.), а также объектного (UML) моделирования бизнес-систем и бизнес-процессов, хотя и причисляются к числу формализованных, не дают возможности точно оценить, насколько построенная модель системы соответствует выбранной спецификации (требованиям), т.е. не обеспечивают возможность формальной верификации модели. Кроме того, они также не позволяют оценить, насколько текущая модель системы минимальна и не имеет недостижимых состояний.

Следовательно, целесообразно искать графоаналитические и математические средства, которые обеспечивали бы действительно формальное (математическое) описание визуальных компьютерных моделей и позволяли бы, таким образом, решать задачи верификации, минимизации и эквивалентности таких моделей. Как известно, без визуальных графоаналитических моделей не обходится ни один серьезный проект по созданию программного обеспечения, что зафиксировано в международном стандарте ИСО12207 («Жизненный цикл программного обеспечения»).

Авторами предлагается использовать для решения данной задачи оригинальный системно-объектный подход (УФО-подход [1-2]) для визуального графоаналитического описания моделей и алгебраический аппарат ПИ-исчисления [3] для формального их описания.

Визуальные графоаналитические модели в терминах «Узел-Функция-Объект» выбраны как в достаточной степени универсальные и обладающие рядом преимуществ, а также в связи с наличием опыта формализации УФО-моделей средствами теории паттернов Гренандера. Ее использование позволило формализовать структурные характеристики упомянутых моделей. Алгебраический аппарат ПИ-исчисления выбран в связи с необходимостью формализации функциональных (процессных) характеристик таких моделей.

### Формализация УФО-элементов с помощью ПИ-исчисления

ПИ-исчисление – современная алгебра процессов, которая в общем смысле представляет собой модель параллельных вычислений, основанную на посылке сообщений. Любой алгоритм в терминах ПИ-исчисления представляется как последовательность посылки и принятия сообщений процессами. Кроме того, ПИ-исчисление применяется для описания систем, состоящих из взаимодействующих агентов, отношения между которыми постоянно меняются. Гибкость ПИ-исчисления предоставляет множество различных возможностей для формализации моделей систем различной природы.

Каждый элемент процесса в терминах ПИ-исчисления описывается как самостоятельный процесс. Эти процессы используют события через каналы коммуникаций для координирования поведения общего (рабочего) процесса. Совокупности процессов образуют модель поведения, которая представляет собой модель или технологического процесса, или процесса управления.

Процесс  $P$  (выражение ПИ-исчисления) представляет собой что-либо одно из следующего списка:

- 1)  $c(x).P$  – входной префикс, получение данных  $x$  из канала  $c$  (свойство 1);
- 2)  $\bar{c}\langle y \rangle.P$  – выходной префикс, передача данных  $y$  по каналу  $c$  (свойство 2);
- 3)  $P | Q$  – параллельный запуск двух процессов;
- 4)  $!P$  – репликация процесса;
- 5)  $(ix)P$  – объявление канала и последующее выполнение процесса;
- 6)  $\tau_P$  – внутреннее действие процесса, (свойство 3);
- 7)  $o$  – пустой процесс.

Для использования понятий ПИ-исчисления с целью формализации элементов УФО-моделей (УФО-элементов) сопоставим основное понятие ПИ-исчисления «процесс» и УФО-элемент. Сделаем это по аналогии с процедурой сопоставления УФО-элемента с основным понятием теории паттернов «образующая» [4]. Обратим внимание на то, что «образующая» в теории паттернов представляется в виде графического формализма, что было очень удобно в связи с тем, что УФО-элемент также имеет графическое представление.

Поэтому для сопоставления процесса ПИ-исчисления и УФО-элемента введем в ПИ-исчисление понятие графического формализма. Это возможно в связи с наличием у процесса  $P$  свойств 1-3, отмеченных в списке, приведенном выше (см. пункты 1, 2 и 6).

По аналогии с теорией паттернов можно сказать, что процесс в ПИ-исчислении есть объект (сущность), обладающий признаками (внутренним действием  $\tau_P$ ), а также входящими и выходящими связями/каналами (характеризующимися некоторыми показателями  $c(x)$  и  $\bar{c}\langle y \rangle$ ). Графически это может быть представлено, как показано на рис. 1.

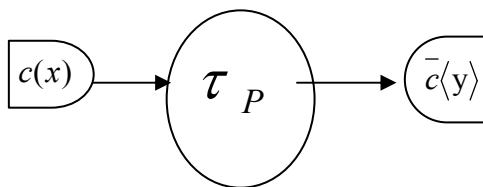


Рис. 1. Представление процесса ПИ-исчисления в виде графического формализма

С точки зрения системно-объектного подхода УФО-элемент представляет собой систему, которой соответствует определенный узел (пересечение связей/потоков) в структуре надсистемы (системы более высокого порядка), определенная функция (в общем случае не единственная), балансирующая потоки данного узла, и определенный

объект (в общем случае для каждой функции не единственный), реализующий данную функцию.

Получается, что процесс  $P$ , так же как и УФО-элемент, является «узлом», т.е. точкой пересечения входных и выходных связей (потоков, каналов) в структуре разрабатываемой системы (свойства (1),(2)). В процессе  $P$ , так же как и в УФО-элементе, есть функция, в данном случае внутреннее действие процесса (свойство (3)).

Следовательно, можно утверждать, что таким же образом, как УФО-элемент, с точки зрения перекрестка связей/потоков, соответствует «образующей» теории паттернов, таким же образом УФО-элемент, с точки зрения функции, балансирующей потоки узла, соответствует «процессу» ПИ-исчисления.

В результате можно записать, что УФО-элемент как экземпляр процесса в терминах ПИ-исчисления будет иметь вид:

$$УФО = \langle c(x).P | \bar{c}(y).P, \tau_p \rangle .$$

Используем открывающуюся возможность формального описания функций УФО-элементов с помощью понятия «процесс» ПИ-исчисления для алгебраического описания визуальных графоаналитических УФО-моделей. Для примера опишем в терминах ПИ-исчисления бизнес-процесс обработки заказа, который в виде визуальной графоаналитической УФО-модели представлен следующим образом (рис. 2).

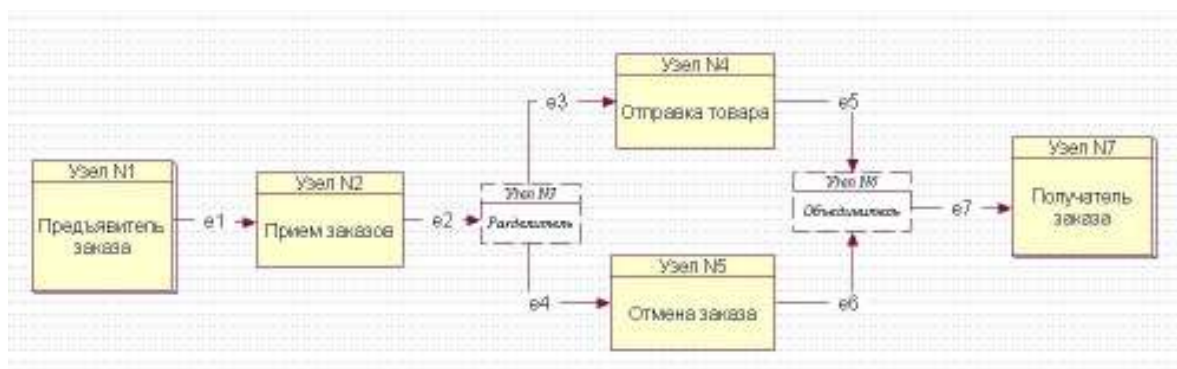


Рис. 2. Пример УФО-модели бизнес-процесса обработки заказа

На рис. 2 представлен простой бизнес-процесс обработки заказа и продажи товара. Грузоотправитель получает заказ и либо принимает заказ и посылает товар заказчику, либо отклоняет заказ.

С формальной точки зрения, любой бизнес-процесс, это кортеж, состоящий из узлов, направленных ребер, типов и атрибутов, что можно записать следующим образом:

$P = (N, E, F, O)$  – формальное описание процесса, где

$N$  – набор узлов;

$E \subseteq (N \times N)$  – набор направленных ребер между узлами;

$F : N \rightarrow func\_N$  – функция;

$O : F \rightarrow obj\_F$  – объект;

$N$  – представляет собой набор узлов;

$E$  – отвечает за маршрутизацию потока управления;

$F$  – описывает связь пары «ключ/значение» для узлов, т.е. связь узла с функцией и представляет собой, собственно, функцию;

$O$  – представляет собой набор объектов.

Таким образом, с формальной точки зрения бизнес-процесс тоже представляет собой граф, который описывает схему бизнес-процесса. Этот граф может быть легко соотнесен с графическим отображением этого процесса в виде УФО-модели.

Чтобы описать граф процесса (и, таким образом, УФО-модель) с помощью семантики алгебры процессов, воспользуемся следующим алгоритмом.

Граф процесса  $P = (N, E, F, O)$  представляется в виде элементов ПИ-исчисления следующим образом.

1. Все узлы процесса  $P$  соответствуют уникальным идентификаторам ПИ-исчисления  $N1...N \mid P_N \mid$ .

2. Все ребра процесса  $P$  соответствуют именам ПИ-исчисления  $e1...e \mid P_E \mid$ .

3. Внутреннюю деятельность процесса будем обозначать  $\tau$ . Если граф процесса циклический, то используется рекурсия для возможности многократного выполнения экземпляра деятельности.

4. Элемент  $N \stackrel{def}{=} (ve1, \dots, e \mid P_E) (\prod_{i=1}^{|P_N|} N_i)$  описывает экземпляр процесса.

Далее для формализации графического представления бизнес-процесса (УФО-модели) осуществим сопоставление идентификаторов и имен узлам и ребрам, представленным на рисунке.

Результаты сопоставления с учетом [5] выглядят следующим образом:

$$N1 \stackrel{def}{=} \tau.e1 \langle x \rangle.0;$$

$$N7 \stackrel{def}{=} e7(x).\tau.0.$$

Действия  $N1$  и  $N2$  являются началом и концом бизнес-процесса. Узлы типов задач определяются следующим образом:

$$N2 \stackrel{def}{=} e1(x).\tau.e2 \langle x \rangle.0;$$

$$N5 \stackrel{def}{=} e4(x).\tau.e6 \langle x \rangle.0.$$

Выбор и объединение описываются следующим образом:

$$N3 \stackrel{def}{=} e2(x).\tau.(e3 \langle x \rangle.0 + e4 \langle x \rangle.0);$$

$$N6 \stackrel{def}{=} e5(x).\tau.e3 \langle x \rangle.0 + e6(x).\tau.e7 \langle x \rangle.0.$$

Многозадачное действие с тремя вариантами исполнения представлено следующим образом:

$$N4 \stackrel{def}{=} e3(x).(\tau.0 \mid \tau.0 \mid \tau.0 \mid e5 \langle x \rangle.0).$$

В итоге УФО-модели простого бизнес-процесса обработки заказов ставится в соответствие следующее алгебраическое выражение теории процессов:

$$N \stackrel{def}{=} (ve1, \dots, e7) (\prod_{i=1}^7 N_i)$$

### Выводы

Моделирование бизнес-процессов – это эффективное средство поиска путей оптимизации, средство прогнозирования и минимизации рисков, возникающих на различных этапах управления процессами и их автоматизации.

Использование системно-объектного подхода «Узел-Функция-Объект» в качестве нотации для визуального графоаналитического моделирования бизнес-процессов, является мощным и эффективным инструментом, так как позволяет использовать ПИ-исчисление в качестве формального аппарата для описания УФО-моделей. Это даёт возможность создавать на основе визуальных графоаналитических моделей модели собственно математические, что позволяет, в частности, впервые решить задачу верификации визуальных моделей.



Практическое УФО-моделирование бизнес-процессов управления в ходе проектирования системы управления наружным освещением позволило с помощью ПИ-исчисления решить задачу мониторинга и диагностики электрических сетей, задачу управления переключениями и учета энергопотребления, а также более рационально организовать взаимодействие генерирующих компаний с конечными потребителями электрической энергии [6].

### Литература

1. Маторин С.И., Попов А.С., Маторин В.С. Моделирование организационных систем в свете нового подхода «Узел-Функция-Объект» // НТИ. Сер. 2. М.: ВИНТИ, 2005. №1. С. 1-8.
2. Маторин С.И., Попов А.С., Маторин В.С. Знаниеориентированный VI-инструментарий нового поколения для моделирования бизнеса // Научные ведомости БелГУ. Серия: Информатика и прикладная математика, 2006. №1(21), вып.2. С. 80-91.
3. R. Milner Communicating and Mobile Systems: the  $\pi$ -Calculus. Cambridge University Press, ISBN 052164320, 1999.
4. Маторин С.И., Ельчанинов Д.Б. Применение теории паттернов для формализации системологического УФО-анализа // НТИ. Сер.2. 2002. N 11. С. 1-11.
5. Михелев М.В. Формализация бизнеса с помощью графоаналитических моделей / Михелев М.В., Маторин С.И. // Научные ведомости БелГУ. Серия: История. Политология. Экономика. Информатика. 2009. № 1(56). Вып. №9/1. С. 86-94.
6. Михелев М.В. Моделирование бизнес-процессов в управлении наружным освещением / Михелев М.В., Маторин С.И. // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. Курск, 2009. №3. С. 136-139.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 10-07-00266.*

## FORMALIZATION UFO-MODELS ON THE BASIS OF PI-CALCULATION

**S.I. MATORIN**  
**M.V. MIKHELEV**

*Belgorod State University*

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

Discuss capacity of the mathematical description of visual graphic-analytical models, by means of the algebraic device "pi-calculation" by R.Milner, on an example of models control processes in the form of a triune design Node-Function-Object.

Key word: visual graphic-analytical design, automation of construction of diagrams, UFO, pi-calculation, business-process.



## ФОРМИРОВАНИЕ ПЛАГИНОВ LMS MOODLE ДЛЯ АДАПТИВНОГО ПОСТРОЕНИЯ СТРУКТУРЫ КУРСА ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

**А.Н. ЖИВЕНКОВ**  
**О.Г. ИВАНОВА**

*Тамбовский  
государственный  
технический  
университет*

Рассмотрена возможность разработки плагинов системы организации обучения (LMS – learning management system) Moodle в целях создания интеллектуальной системы обучения с адаптивным построением структур курсов обучения.

Ключевые слова: информационная система, LMS Moodle, моделирование, электронное обучение, нечеткие сети Петри.

В последние годы большой популярностью в университетах мира, в том числе и в РФ, пользуется программная среда MOODLE (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment). Между тем, в ней отсутствует ряд функциональных компонентов, не позволяющих использовать данную среду в качестве системы интеллектуального обучения.

Использование системы организации обучения Moodle в учебном процессе были рассмотрены многими авторами: Белозубовым А.В., Николаевым Д.Г., Немцевым А.Н., Маматовым А.В., Беленко В.А., Толстобровым А.П., Коржиком И.А. Так, в работе [2] хорошо описаны основы работы с LMS Moodle, в работе [7] рассматриваются вопросы обеспечения качества тестовых заданий при использовании электронных систем управления обучением. Приводятся примеры практического использования встроенных средств сетевой системы управления обучения Moodle для статической обработки результатов тестирования с целью получения характеристик, позволяющих количественно оценить способности конкретных тестовых заданий. Хорошим примером использования LMS Moodle для разработки собственной системы электронного обучения с определенным набором функциональных возможностей может служить система «Пегас» Белгородского государственного университета. Так, в работах [1, 6] авторами: Немцевым А.Н., Маматовым А.В., Беленко В.А., Немцевым С.Н., Штифановым А.И., Загороднюком Р.А. описан пакет программных средств «Пегас» для создания курсов дистанционного обучения и web-сайтов. Но рассмотренные данными авторами подходы не охватывают вопрос разработки системы электронного обучения с возможностью адаптивного построения курса обучения. Актуальным является создание обучающей информационной системы с возможностью адаптации структуры компьютерного курса обучения индивидуально для каждого пользователя. Тот факт, что LMS Moodle распространяется под лицензией GNU GPL, т.е. является программным обеспечением с открытыми исходными кодами, позволяет на её основе сгенерировать собственную систему с требуемыми функциональными возможностями:

- управлять учебной деятельностью учащихся;
- контролировать выполнение заданий;
- формировать индивидуальные наборы учебно-тренировочных задач;
- адаптировать структуру курса обучения под пользователя.

Moodle дает возможность проектировать, создавать и в дальнейшем управлять ресурсами информационно-образовательной среды. Интерфейс системы изначально был ориентирован на работу пользователей, не обладающих глубокими знаниями в области программирования и администрирования баз данных, веб-сайтов и т.п. Система имеет удобный интуитивно понятный интерфейс [8].

Рассмотрим построение информационной адаптивной системы обучения на примере курса информатики в разделе «теория вычислений». Адаптация заключается в конструировании оптимального для конкретного пользователя набора учебных элементов. На рис. 1 показан фрагмент тематической структуры курса, соответствующей первоначальному набору учебных элементов.

Преподаватель самостоятельно прибегая только к помощи справочной системы, создает электронный курс и управляет его работой. Практически во всех ресурсах и элементах курса в качестве полей ввода используется удобный WYSIWYG HTML редактор, кроме того, существует возможность ввода формул в формате TeX или Algebra. Можно вставлять таблицы, схемы, графику, видео, флэш и др. Используя удобный механизм настройки, составитель курса может, даже не обладая знанием языка HTML, легко выбрать цветовую гамму и другие элементы оформления учебного материала. Преподаватель может по своему усмотрению использовать как тематическую, так календарную структуризацию курса. При тематической структуризации курс разделяется на секции по темам.

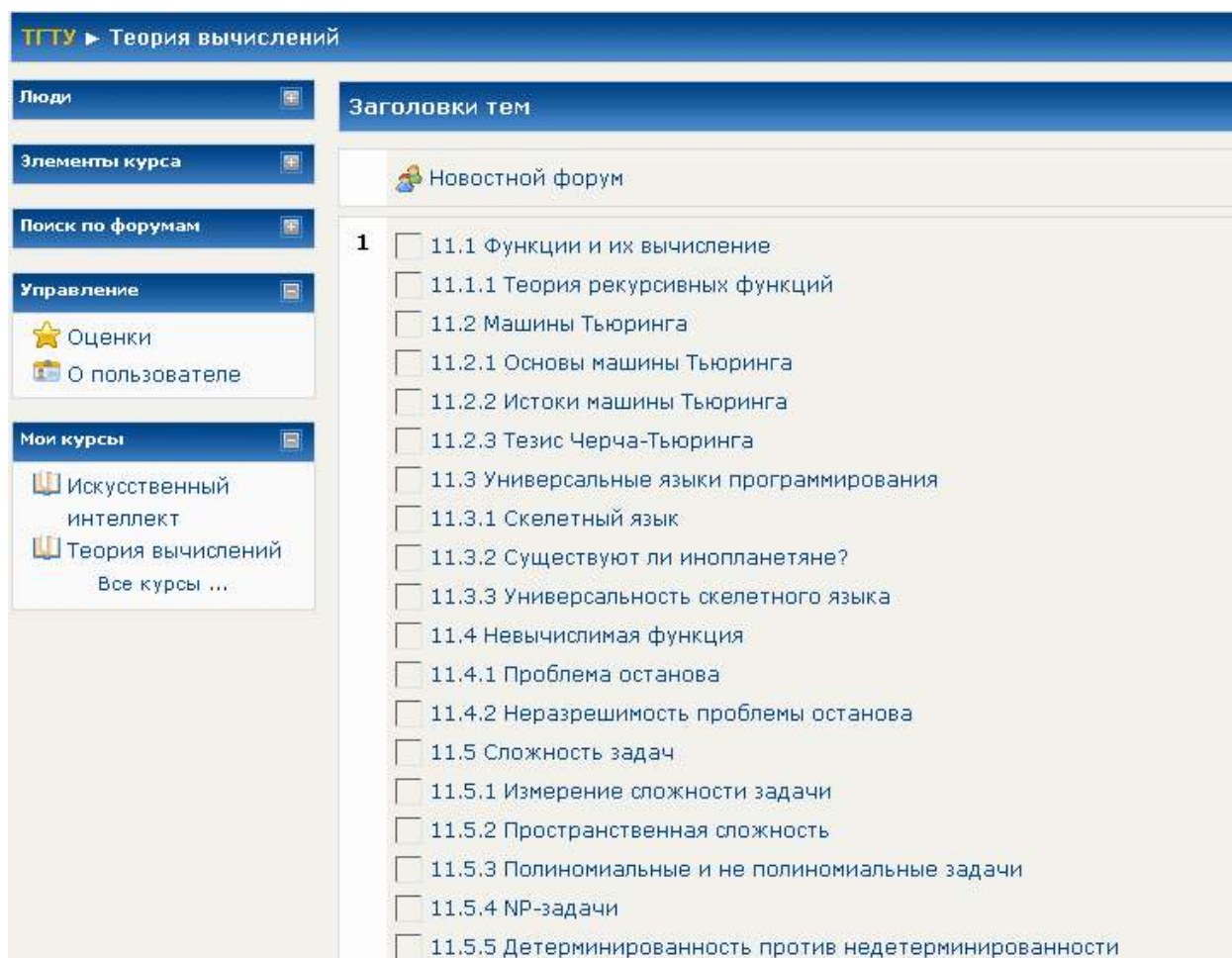


Рис. 1. Фрагмент темы курса «Теория вычислений»

При календарной структуризации каждая неделя изучения курса представляется отдельной секцией, такая структуризация удобна при дистанционной организации обучения и позволяет учащимся правильно планировать свою учебную работу.

Далее преподаватель формирует банк вопросов для данного курса.

Порядок #	Название вопроса	Тип	Оцен
↓	... программы - это преобразование программы, представленной на одном из языков программирования, в программу на другом языке и, в определённом смысле, равносильную первой. (Дополните предложение)	☐	1
↑ ↓	Укажите принцип объектно-ориентированного программирования, который машина Тьюринга наиболее ярко отражает.	☑ ☑ ☑ ☑	1
↑ ↓	Универсальность скелетного языка заключается в ... (Дополните предложение)	☑ ☑ ☑ ☑	1
↑ ↓	Есть ли такой алгоритм, который для любой программы на скелетном языке может определить, завершается она или нет?	☑ ☑ ☑ ☑	1
↑ ↓	Инструмент сред программирования, компоновщик-	☑ ☑ ☑ ☑	1
↑ ↓	При выполнении арифметических операций, обычные результаты которых лежат в диапазоне от 0 до m-1, в модульной системе мы получим ... (Дополните предложение)	☑ ☑ ☑ ☑	1
↑ ↓	Строя систему шифрования с открытым ключом мы начинаем с ...	☑ ☑ ☑ ☑	1
↑ ↓	Укажите недопустимое имя переменной в скелетном языке.	☑ ☑ ☑ ☑	1
↑ ↓	Языки программирования по ориентации на сферу применения делятся на ... (Дополните предложение)	☑ ☑ ☑ ☑	1
↑ ↓	Термин "Криптография с открытым ключом" отображает тот факт, что ключи могут быть известны ...	☑ ☑ ☑ ☑	1
↑ ↓	Шифрование с открытым ключом, основанное на математической концепции, известно как...	☑ ☑ ☑ ☑	1
↑ ↓	... функции - это значение, передаваемое функции, а также символьное имя в тексте программы, выступающее в качестве идентификатора этого значения. (Дополните предложение)	☐	1
↑ ↓	... функция - в программировании особый вид функций, которые объявляются в месте использования и не получают уникального идентификатора для доступа к ним. (Дополните предложение)	☐	1
↑ ↓	Укажите название специального состояния, с которого начинается вычисление на машине Тьюринга.	☐	1
↑ ↓	Соотнесите данные термины с их верными определениями.	☑ ☑ ☑ ☑	1
↑	Соотнесите термин и его определение.	☑ ☑ ☑ ☑	1

Рис. 2. Фрагмент банка вопросов для курса «Теория вычислений»

Вопросы в банке упорядочены по категориям. По умолчанию для каждого курса создается отдельная категория, кроме того, существуют категории, совпадающие с общими категориями курсов. При желании можно создать дополнительные категории (вкладка). Перед созданием вопроса нужно выбрать категорию, к которой будет относиться этот вопрос.

Студент под своей учетной записью регистрируется в системе. Доступ осуществляется через web-интерфейс, что позволяет работать с системой с любого компьютера, где есть браузер. Выбирает доступные ему курсы обучения. Изучает тематический материал. Далее студент проходит рубежный контроль, состоящий из набора тестовых заданий, который преподаватель поставил для первоначального прохождения курса.

**1** Соотнесите данные термины с их верными определениями.  
Баллов: 1/1

Алгоритм  ...

Переменная  ...

Функция  ...

**Верно**

Баллов за ответ: 1/1.

---

**2** Универсальность скелетного языка заключается в ... (Дополните предложение)  
Баллов: 1/1

Выберите один ответ.  а. независимости от операционной системы

б. лёгкости написания программ

в. свободном синтаксисе

д. выражении любого алгоритма верно

**Верно**

Баллов за ответ: 1/1.

---

**3** Укажите недопустимое имя переменной в скелетном языке.  
Баллов: 1/1

Выберите один ответ.  а. T70DA

б. FGKER

в. R45

д. 5BTU верно

**Верно**

Баллов за ответ: 1/1.

Рис. 3. Пример работы подсистемы тестирования

До этого момента были задействованы базовые возможности LMS Moodle, далее рассмотрим разработанный программный комплекс мониторинга обучения студентов на основе сетей Петри и генерации адаптивной структуры курса обучения. Данный комплекс был реализован на языке php с использованием базы данных MySQL.

Результат прохождения курса обучения протоколируется системой. Анализируя протокол работы пользователя, есть возможность построить модель прохождения обучения пользователя на основе нечетких сетей Петри (НСП). Сети Петри назначены для адекватного представления и анализа структуры динамически дискретных моделей сложных систем и логико-временных особенностей процессов и функционирования [3]. Нечеткость в структуре модели обусловлена тем, что набор конкретных позиций и переходов описывается нечеткой лингвистической переменной «присутствии элемента», и для каждого пользователя будет существовать какой-то один конкретный набор учебных элементов.

Основная идея заключается в том, что рассматриваемая система состоит из отдельных взаимодействующих компонент. Под компонентой будем понимать элементарный неделимый блок материала, который может быть представлен: текстовой страницей, веб-страницей, ссылкой на файл, веб-страницу или пункт глоссария, заданием, вопросом теста. Каждая компонента имеет свое состояние. Состояние компоненты – это абстракция соответствующей информации, необходимой для описания ее (будущих) действий. Состояние компоненты зависит от предыстории этой компоненты, со временем состояние компоненты будет меняться. Понятие «состояние» очень важно, т.к. отображает поведение моделируемой системы. Действиям компонент системы присущи совместность или параллелизм. Действия одной компоненты системы могут производиться одновременно с действиями других компонент. Например, в рассматриваемой системе одновременно может происходить авторизация пользователя, чтение другим пользователем веб-страниц, файлов, прохождение 3-им пользователем тестирования и т.п.

Компоненты представлены вектором  $\hat{P}^0$ , т.е. множеством позиций НСП. Переходы между компонентами представлены вектором  $\hat{T}^0$ , т.е. множеством переходов НСП. Начальное заполнение векторов  $\hat{P}^0$  и  $\hat{T}^0$  следует из опыта эксперта и определяет наличие позиций и переходов в модели первоначального курса обучения. На практике это означает, что человек, разрабатывающий курс обучения, определяет набор компонент (текстовых страниц, веб-страниц, ссылок на файлы, тестовых задания, вопросов) для первоначальной структуры курса обучения. Также определяются альтернативные элементы с назначением удельных весовых коэффициентов  $e_i^0 \in [0,1]$ ,  $\forall i \in (1,2,\dots,n)$ , означающих возможное присутствие данных элементов в последующих изменениях структуры курса обучения. Весовым коэффициентам для элементов, определенных в первоначальной структуре курса обучения, присваивается значение 1. Весовым коэффициентам альтернативных элементов присваивается значение в диапазоне  $[0-0,5]$ , что определяет лишь их возможное присутствие в последующих изменениях курса обучения. Человеку, разрабатывающему курс обучения, предлагается выбрать для каждого элемента значение нечеткой лингвистической переменной «присутствие», определяющей коэффициент  $e_i$ , из списка возможных значений: полностью ( $e_i=1$ ), возможно ( $e_i=0,48$ ), слегка ( $e_i=0,24$ ), мало ( $e_i=0,12$ ).

На рис. 4 представлен скриншот работы системы мониторинга обучения в виде модели на основе нечетких раскрашенных сетей Петри. Набор позиций p1,p2,..pn соответствует компонентам учебного материала. Маркер в позиции p3 описывает этап прохождения курса обучения одного из пользователей. Допустимые в сети цвета маркера определены следующим образом:

ID=(Id\_group, Id\_user, Id\_req, Full, Id\_app, Id\_course, UL\_Array, UTZ\_Array), где

Id\_group – целое неотрицательное число, определяющее принадлежность пользователя к группе;

Id\_user – целое неотрицательное число, определяющее идентификатор пользователя портала;

Id\_req – целое неотрицательное число, идентификатор запроса к portalу;

Full – логического типа с набором значений {true,false}, отвечающие за полноту заполнения формы запроса к portalу;

Id\_app – целое неотрицательное число, определяющее внутренние приложения информационной системы;

Id\_course – целое неотрицательное число, определяющее идентификатор учебного курса;

UL\_Array – массив пар (ID\_UL, Fp), определяющих наличие или отсутствие позиций в структуре сети Петри, которым соответствуют учебные элементы в структуре обучающего курса;

UTZ\_Array – массив пар (ID\_UTZ, Fu), определяющих наличие или отсутствие позиций в структуре сети Петри, которым соответствуют учебно-тренировочные задачи в курсе обучения.

Req = list of (key, value), где Key – строкового типа, Value – строкового типа.

Data = list of (key, value), где также Key – строкового типа, Value – двоичный набор данных.

Функции цвета, позволяют математически описать параметры маркера, который полностью соответствует данным одного из обучаемых. Серым цветом на рисунке изображены возможные позиции и переходы в структуре курса обучения пользователя после реконструкции набора учебных элементов.

По результатам прохождения тестовых заданий система выдает числовую оценку в количественном и процентом соотношении, но данная оценка не позволяет сделать выводы, дающие комплексную картину успеваемости обучаемого по данному предмету. Поэтому актуальным является разработка плагина, позволяющего дать качественную оценку успеваемости обучаемого и на основе этой оценки сформировать адаптированный для пользователя курс обучения [4].

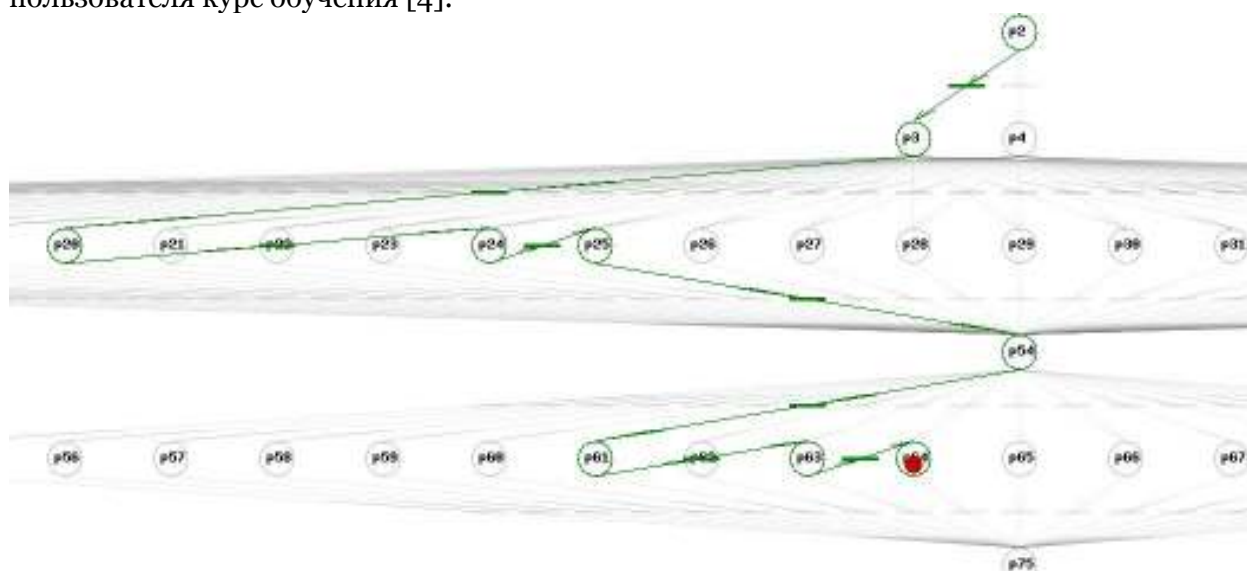


Рис. 4. Модель прохождения обучения в виде сети Петри

Разработанный метод использует нейросетевую модель для классификации текущего уровня знаний пользователя. Входными данными для нейросети является вектор ответов после прохождения рубежного контроля знаний. На выходе нейросети выдается

нечеткая оценка уровня знаний пользователя. Используя данную оценку и процедурную модель, описанную в статье [5], формируется оптимальный набор учебно-тренировочных задач. Набор учебных элементов подбирается исходя из нечеткой оценки уровня успеваемости пользователя. В рассматриваемом – курсе примером нечеткой оценки могут быть знания по теме «машина Тьюринга» – *слегка неудовлетворительные*. Система на основе данной оценки анализирует набор учебных элементов и назначает другие весовые коэффициенты  $e_i$ , соответствующие лингвистической переменной «присутствие» элемента. Те элементы, чье значение лингвистической переменной «присутствие» больше 0,5, т.е. элемент полностью присутствует, будут поставлены в рекомендованную структуру курса обучения. Используя данный подход, был разработан плагин, позволяющий генерировать структуру курса обучения, которая состоит из набора элементов учебного материала, рассчитанного на конкретного пользователя с его успеваемостью.

После генерирования новой структуры курса обучения пользователь вновь проходит все этапы, описанные выше. На рис. 5 представлен фрагмент набора учебных элементов для примера, когда пользователь после прохождения теста получил качественную оценку знаний по теме «машина Тьюринга» – *слегка неудовлетворительные*. Из базы данных были выбраны только те учебные элементы, которые требуются для успешного освоения неизученного материала. Обучение продолжается до тех пор, пока качественная оценка уровня подготовки пользователя не станет равной требуемым преподавателем, тогда курс считается пройденным успешно.

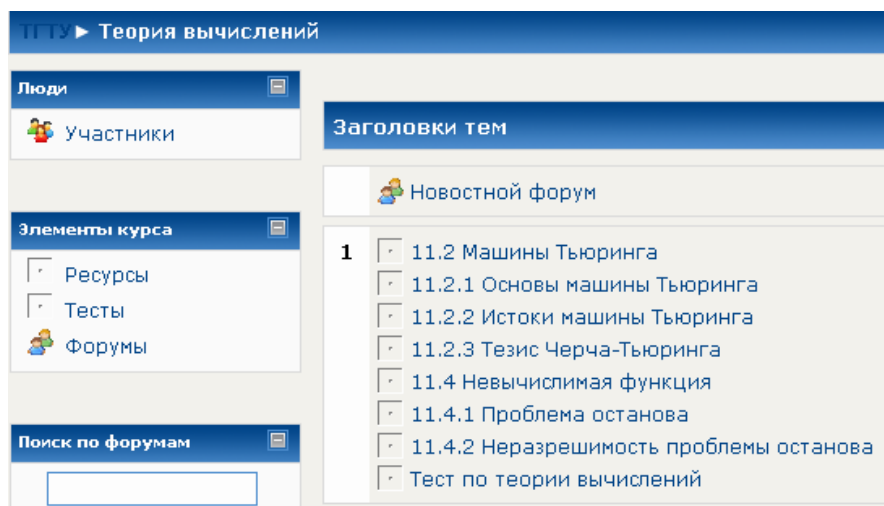


Рис. 5. Рекомендованная структура курса обучения

Рассмотренный подход построения информационной адаптивной системы обучения на базе Moodle обладает рядом преимуществ перед конкурентными системами и позволяет:

- адаптировать структуру курса обучения, рассчитанную на конкретного пользователя;
- осуществлять мониторинг прохождения курса обучения пользователями на основе модели в виде НСП;
- проводить дальнейшие исследования в данной области в целях улучшения качества автоматизации компьютерного обучения.

### Литература

1. Беленко Т.В. Реализация педагогического дизайна в информационно-технологическом комплексе электронного обучения «Пегас» // Материалы Интернет-конференции «Современный преподаватель: личность и деятельность» URL: <http://unid.bsu.edu.ru> (дата обращения 20.08.2010)



2. Белозубов А.В., Николаев Д.Г. Система дистанционного обучения Moodle: Учеб.-метод. пособие. – СПб., 2007. – 108 с.
3. Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. Нечеткие модели и сети. – М.: Горячая Линия – Телеком, 2007. – 284 с.
4. Живенков А.Н. Анализ существующих и пути развития интеллектуальных обучающих курсов // Живенков А.Н. Информационные системы и процессы. – 2009. – Вып. 8. – С.31-37.
5. Живенков А.Н. Алгоритм построения оптимального набора учебно-тренировочных задач при создании обучающего портала / А.Н. Живенков // Моделирование систем и информационные технологии : межвуз. сб. науч. трудов. – Воронеж, 2010. – Вып. 7. – 148-152 с.
6. Маматов А.В., Немцев А.Н., Клепикова А.Г., Штифанов А.И. Методика применения дистанционных образовательных технологий преподавателями вуза: учеб. пособие. – Белгород: Изд-во БелГУ. – 2006. – 161 с.
7. Толстобров А.П. Возможности анализа и повышения качества тестовых заданий при использовании сетевой системы управления обучения MOODLE / Толстобров А.П., Коржик И.А. // Вестник ВГУ. – 2008, №2 – 100-106 с.
8. LMS Moodle. URL: <http://www.moodle.org> (дата обращения 17.07.2010).

## **CONFIGURATION OF LMS MOODLE PLUGINS FOR ADAPTIVE CONSTRUCTION OF ELECTRONIC LEARNING COURSE STRUCTURE**

**A.N. ZHIVENKOV**  
**O.G. IVANOVA**

*Tambov State  
Technical University*

The article considers the possibility of developing of plugins for learning management system (LMS) Moodle to create intellectual learning system with adaptive structure of learning course.

Key words: information system, LMS Moodle, modeling, e-Learning, indistinct networks of Petri.



---

# ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

---

УДК 54.057, 681.518.22

## МЕТОД РАСШИРЕНИЯ КЛЮЧА ДЛЯ КОДИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ, ПЕРЕДАВАЕМОЙ ПО КАНАЛУ СВЯЗИ

**Н.И. КОРСУНОВ<sup>1)</sup>**  
**В.В. МУРОМЦЕВ<sup>1)</sup>**  
**А.И. ТИТОВ<sup>2)</sup>**

*<sup>1)</sup>Белгородский  
государственный  
университет*

*<sup>2)</sup>Белгородский государственный  
технологический  
университет  
им. В.Г. Шухова*

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

Рассмотрен метод расширения ключа, который может быть использован при построении алгоритмов шифрования информации, передаваемой по каналу связи. Метод основан на использовании ключа, расширяемого на основе самокорректирующихся кодов.

Ключевые слова: код, информация, канал связи, самокорректирующиеся коды.

Предполагается, что сообщения передаются по открытому каналу связи, доступному для просмотра некоторым другим лицам, отличным от получателя. При кодировании передаваемого сообщения предполагается, что у лица, передающего сообщение, и лица их принимающего есть некоторый противник, который может перехватывать сообщения и анализировать их. Для обеспечения недоступности передаваемой информации используются алгоритмы, основанные на общих принципах кодирования: рассеивание и перемешивание. Рассеивание заключается в распространении влияния одного символа открытого текста на много символов шифрованного текста, что позволяет скрыть статистические свойства открытого текста. Перемешивание состоит в использовании преобразований, которые исключают восстановление взаимосвязи открытого и шифрованного текстов.

Распространенный способ достижения хорошего рассеивания состоит в использовании нескольких шифров, которые могут быть реализованы в виде некоторой последовательности простых шифров, каждый из которых вносит вклад в результирующий текст, образуемый рассеиванием и перемешиванием. В качестве простых шифров чаще всего используют простые подстановки, перестановки, а также методы аналитического преобразования, гаммирования и комбинированного шифрования [1, 2].



В зависимости от формы передаваемой информации используют различные методы кодирования.

При аналоговой форме представления информации защиту осуществляют одним из следующих методов.

1. Наложение защитного шума. Используют генератор псевдослучайных чисел, что приводит при подавлении шума к остаточным признакам сигнала, по которым сигнал может быть восстановлен в приемлемом качестве.

2. Временные преобразования. Осуществляется перемешиванием отрезков, временной инверсией. При этом необходим блок для запоминания некоторой части сигнала, и защищенность сигнала зависит от длины элементарных отрезков. А так как при значительном уменьшении длины отрезка возникают трудности хранения сигнала, то для шифрования сигналов такие методы малоприменимы. При перемешивании блоков возникают в местах их стыковки существенные наложения, и сигнал восстанавливается очень грубо.

3. Частотные преобразования связаны с инверсией спектра, перестановкой полос спектра. При этом используются взаимнооднозначные преобразования спектра по какому-либо закону, что уменьшает стойкость защиты и ухудшает качественные показатели восстановления сигнала.

Более эффективно строится защита информации в цифровом канале связи, основанном на построении соотношений между открытым кодом, шифрованным кодом и ключом.

При использовании ГОСТ 28147-89 открытый текст разбивается на две половины. Младшие  $A$  и старшие  $B$  биты и организуется циклический процесс, в котором на  $i$ -ом цикле

$$A_{i+1}=B_i+f(A_i,K_i), B_{i+1}=A_i,$$

где  $K_i$  – ключ, разделенный на восемь подключей по 32 бита,  $f(A_i,K_i)=A_i+K_i$  по модулю 232.

Несмотря на эффективность реализации и высокое быстродействие код может быть вскрыт с помощью дифференциального криптоанализа, формирования целевой функции от известного открытого текста, соответствующего шифрованного текста и искомого значения ключа при нахождении экстремума этой целевой функции, соответствующего истинному значению ключа [3].

При использовании других алгоритмов необходимо, чтобы избыточные группы битов открытого текста были полностью зашифрованы в шифрованном тексте, длина шифрованного текста равнялась длине открытого текста, подстановки и перестановки, используемые в алгоритмах, были некоммутативны и определялись входными данными и ключом [4].

Если в этих методах используются детерминированные преобразования, то необходимо в алгоритме использовать элемент случайности. Один из алгоритмов [4] содержит внешний и внутренний циклы. Внутренний цикл превращает открытый текст в шифрованный, повторяясь для каждого байта открытого текста. Итерация внутреннего цикла оперирует с трехбайтовым окном данных, смещаемом на один байт в каждой итерации. На каждой итерации два байта циклически сдвигаются на переменное число позиций, а над содержимым последнего байта выполняется сложение по модулю два с некоторыми битами ключа. Это делает процесс обратимым, так как каждый байт данных влияет на два байта слева от себя и на один байт справа.

При шифровании весь ключ подвергается операции сложения по модулю два со случайной константой, а затем циклически смещается влево на три бита младшего байта. Смысл случайной константы состоит в превращении ключа в псевдослучайную последовательность.

К недостаткам реализации данного кодирования информации следует отнести: выполнение только линейных операций циклического сдвига и сложения по модулю два, а также неизменность четности всех битов шифрованного и открытого текстов, вследствие чего, обладая открытым и шифрованным текстами можно предсказать четность

шифрованного текста для любого открытого. А так как четность шифрованного текста зависит только от ключа, его определение не представляет трудностей.

В предлагаемом методе кодирования информации при передаче по каналу связи предлагается использовать превращение ключа в псевдослучайную последовательность  $K_i$  с последующим сложением с исходным кодом  $A_i$  по модулю два для получения шифрованного кода

$$B_i = A_i \oplus K_i, \quad (1)$$

но при этом проводить расширение полей шифрованного кода  $B_i$  и ключа  $K_i$  за счет введения циклических кодов, задеваемых порождающими матрицами кода  $W_i$ , связанными с обнаружением и исправлением ошибок в передаваемом сообщении. Построение этих матриц связано с длиной кодовой последовательности и кратностью исправляемой ошибки. Число двоичных разрядов проверочной матрицы определяется по формуле  $n \geq 2t + 1$ , где  $t$  – кратность исправляемых ошибок. При этом контрольные коды можно образовывать всевозможными перестановками строк в матрице  $W_i$ . Это повышает надежность защиты шифрованного текста в связи с большим количеством возможных перестановок, которые можно обнаруживать только прямым перебором.

Предлагаемый метод включает выполнение следующих действий.

1. Случайным образом задать ключ  $K_i$  и, пользуясь (1) по известному коду  $A_i$ , сформировать шифрованный код  $B_i$

2. Задать матрицу  $W_{1i}$ ,  $W_{2i}$ , используя которые сформировать расширенные векторы кодов

$$K_i = W_{1i}K_i, \quad B_i = W_{2i}B_i, \quad (2)$$

которые и передать по каналу связи.

$W_{1i}$  – представляет некоторое конечное число матриц, для которых существуют обратные матрицы.

Последние представляют блоки закрытых ключей и могут передаваться простым шифрованным адресом при передаче информации от передатчика к приемнику. Не исключен выбор конкретной матрицы  $W_{kr}$  случайным образом из заданного множества.

В выражении (2) используются в отличие от известных методов шифрования значения ключей  $K_i$  шифрованного кода  $B_i$ , образованных наложением шумов  $h_1^1$   $h_1^2$  на сформированные ранее в соответствии с (1) значения  $K_i$ ,  $B_i$ , т.е.

$$K_i^* = K_i \oplus h_1^1, \quad B_i^* = B_i \oplus h_1^2.$$

На приемной стороне по шифрованному адресу выбирается необходимая обратная матрица  $W_{ji}^{-1}$ , которая при использовании циклических кодов при передаче позволяет по значениям  $K_i^*$  и  $B_i^*$  восстановить значения  $K_i$  и  $B_i$ .

А так как при шифровании используется (1), то дешифрование осуществляется в соответствии с выражением  $A_i = B_i \oplus K_i$ .

При реализации передачи необходимо каждый шифрованный блок снабжать кодами начала и конца и вводить дополнительные поля, определяющие требуемые обратные матрицы  $W_{ji}$ , шифрованные зашумленные данные и ключ.

Предлагаемый метод защиты информации при передаче по каналам связи не позволяет исходному тексту и шифрованному тексту восстанавливать ключ, т.к. помимо превращения ключа в псевдослучайную последовательность производится расширение длины ключа и шифрованного текста с последующим зашумлением значений ключа и шифрованного текста.

### Литература

1. Рябко Б.Я., Фионов А.Н. Криптографические методы защиты информации. – М.: Горячая линия-Телеком, 2005. – 229 с.
2. Корсунов Н.И., Титов А.И., Глушак А.В. Повышение эффективности защиты информации модификацией шифра Вижинера // Научные ведомости БелГУ. – 2010. № 7 (78) вып. 14. – С. 171-175.



3. Игнатьев В.В. Информационная безопасность современного коммерческого предприятия – Старый Оскол: ООО ТНТ, 2005. – 448 с.  
4. Панасенко С.П. Алгоритмы шифрования: спец. спр. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 576 с.

## **THE COMPUTERIZED SYSTEM OF MEASUREMENT OF DIELECTRIC PROPERTIES OF FIRM BODIES**

**N.I. KORSUNOV<sup>1)</sup>**  
**V.V. MUROMTSEV<sup>1)</sup>**  
**A.I. TITOV<sup>2)</sup>**

*<sup>1)</sup>Belgorod State University*

*<sup>2)</sup>Belgorod State Technological  
University them V.G. Shukhov*

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

Presents a method of expanding the key, which can be used in the construction of encryption of information transmitted over a communication channel. The method is based on the use of key enhanced through self-correcting codes.

Key words: a code, the information, a communication channel, self-correcting codes.

УДК 621.397

## МЕТОД АНАЛИЗА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИЙ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПО ЗАДАНЫМ ЧАСТОТНЫМ ИНТЕРВАЛАМ

**А.А. ЧЕРНОМОРЕЦ**  
**О.Н. ИВАНОВ**

*Белгородский  
государственный  
университет*

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

В работе изложен метод анализа распределения энергий изображений по заданным частотным интервалам, который основывается на вычислениях точных значений соответствующих долей энергий.

Ключевые слова: изображения, частотные интервалы, доли энергии, субполосные матрицы.

Использование частотных представлений в задачах цифровой обработки изображений позволяет естественным образом сформулировать задачу анализа свойств изображений на основе соотношения их с выделенными, исходя из тех или иных соображений, частотными интервалами специального вида. Одной из наиболее важных и часто определяемых характеристик является доля энергии изображения, попадающей в заданный частотный интервал. В частотной области традиционно обработка изображений предполагает применение дискретного преобразования Фурье (ДПФ) или быстрого преобразования Фурье (БПФ). Следует отметить, что получаемые оценки долей энергий затем используются для принятия тех или иных решений. Достижение максимально возможной обоснованности возможно только тогда, когда минимальны погрешности вычислений. Вместе с тем, применение алгоритма БПФ приводит к большим погрешностям при оценивании попадающей в выбранный частотный интервал доли энергии анализируемых изображений, особенно в случае интервала малой ширины. Поэтому целесообразно вычислять точные значения долей энергий, при этом время получения результата можно уменьшить при использовании распараллеливания вычислений при применении соответствующих архитектур вычислителей, что без особых проблем позволяют осуществить современные технические средства.

### **1. Частотные представления в задачах анализа изображений.**

Возможность проведения анализа изображений на основе частотных представлений определяется тем, что в визуальных данных зачастую наблюдается периодичность или квазипериодичность отображаемых процессов. На изображении могут присутствовать повторяющиеся объекты, которые задают некоторую периодичность изменению яркости изображения.

В процессе преобразований изображение можно определить как двумерную функцию  $f(x, y)$  на плоскости. Известно, что любая функция, периодически воспроизводящая свои значения и удовлетворяющая условиям Дирихле, может быть представлена в виде суммы синусов и/или косинусов различных частот, умноженных на некоторые коэффициенты. В этом случае рассматривается преобразование Фурье [1].

Пусть  $f(x, y)$  – некоторая функция с конечной или неограниченной областью определения. Тогда при выполнении указанных условий [2, 3] справедливо следующее представление:

$$f(x, y) = \frac{1}{4\pi^2} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} F(u, v) e^{jux} e^{jvy} dx dy. \quad (1)$$

Равенства

$$e^{jux} = \cos(ux) + j \sin(ux) \quad \text{и} \quad e^{jvy} = \cos(vy) + j \sin(vy)$$

определяют набор базисных функций, с помощью которых представляется функция (функция  $f(x, y)$  представляется в базисе Фурье).

Таким образом, функция  $f(x, y)$ , описывающая некоторое изображение, определяется через множество базисных функций, являющихся функциями синус и косинус различных аргументов. Каждая синусоидальная базисная функция характеризуется своей частотой, что позволяет говорить о частотных представлениях функций, задающих различные изображения.

Значение трансформанты Фурье  $F(u, v)$  функции  $f(x, y)$  определяется выражением [1, 4]:

$$F(u, v) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) e^{-jux} e^{-jvy} dx dy. \quad (2)$$

В содержательном отношении указанным соотношениям (1) и (2) можно придать разный смысл, который и определяет роль частотных представлений в задачах анализа и обработки изображений. В частности, представление (1) является выражением принципа суперпозиции в общем случае бесконечного количества периодических компонент, на которые может быть, согласно (2), разложена исходная функция. При этом справедливо равенство Парсевала [2, 4, 5]:

$$\int_a^b \int_c^d f^2(x, y) dx dy = \frac{1}{4\pi^2} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} |F(u, v)|^2 dudv,$$

которое можно преобразовать к виду

$$\int_a^b \int_c^d f^2(x, y) dx dy = \frac{1}{4\pi^2} \sum_{r_1=0}^{\infty} \sum_{r_2=0}^{\infty} \iint_{(u,v) \in \Omega_{r_1 r_2}} |F(u, v)|^2 dudv,$$

где интервалы  $\Omega_{r_1 r_2}$  определяют разделение частотной области на непересекающиеся интервалы.

Таким образом, оказывается возможным осуществить анализ энергетических характеристик исследуемой функции на основе частотных представлений, так как интегралы

$$S_{r_1 r_2} = \frac{1}{4\pi^2} \iint_{(u,v) \in \Omega_{r_1 r_2}} |F(u, v)|^2 dudv \quad (3)$$

определяют части энергии, попадающие в выбранные частотные интервалы. В частности, можно выделить частотные интервалы, в которых сосредоточена подавляющая доля энергии, или выделить квазипериодические компоненты исходной функции, энергии которых сосредоточены в разных интервалах.

В настоящее время для нахождения энергетических характеристик в большинстве случаев используется традиционный подход, основанный на использовании преобразования Фурье, а именно: пусть  $\Phi = (f_{ik})$  – некоторое изображение, заданное матрицей яркости точек изображения (пикселей) размерностью  $M \times N$ ,  $i = 1, 2, \dots, M$ ,  $k = 1, 2, \dots, N$ ,  $F(u, v)$  – его Фурье-образ.

Тогда дискретное преобразование Фурье определяется следующим выражением [1, 4]:

$$F(u, v) = \sum_{i=1}^M \sum_{k=1}^N f_{ik} e^{-j\frac{2\pi}{M}(i-1)(u-1)} e^{-j\frac{2\pi}{N}(k-1)(v-1)},$$

$$u = 1, 2, \dots, M, \quad v = 1, 2, \dots, N.$$

Энергетический спектр [1] преобразования Фурье для дискретных значений частот  $u, v$ ,  $u = 1, 2, \dots, M$ ,  $v = 1, 2, \dots, N$  определяется как

$$P(u, v) = |F(u, v)|^2 = R^2(u, v) + I^2(u, v), \quad (4)$$

где величины  $R(u, v)$  и  $I(u, v)$  обозначают действительную и мнимую части величины  $F(u, v)$  соответственно.

Подход, основанный на использовании выражения (4) для нахождения энергетического спектра преобразования Фурье, обладает существенной вычислительной сложностью (трудоемкостью). В настоящее время для построения энергетического спектра традиционно используют быстрое преобразование Фурье (БПФ). Исследования [6, 7] показали, что алгоритмы, использующие преобразование Фурье и БПФ, не позволяют находить точные значения энергетического спектра одномерного сигнала в заданных частотных диапазонах. Одна из проблем ДПФ – приближенное нахождение части энергии в некотором частотном интервале. В данном случае оно строится как сумма дискретных значений, попадающих в интервал, что приводит к неточным результатам.

**2. Метод анализа распределения энергий изображений по заданным частотным интервалам.**

Для нахождения точных значений доли энергии  $P_\Omega$  изображения  $\Phi$  в заданном частотном интервале  $\Omega$  предлагается использовать выражение

$$P_\Omega = \frac{E_\Omega}{E_0}, \tag{5}$$

где  $E_\Omega$  – часть энергии изображения  $\Phi$ , соответствующая частотному интервалу  $\Omega$ ,  $E_0$  – энергия изображения  $\Phi$ .

Частотный интервал, в котором предлагается определять точные значения долей энергий, является симметричной двумерной частотной областью  $\Omega$  (субинтервал), задаваемой следующим выражением:

$$\Omega: \{ \Omega(u, v) \mid (u \in [\alpha_1, \alpha_2], v \in [\beta_1, \beta_2]) \cup (u \in [\alpha_1, \alpha_2], v \in [-\beta_2, -\beta_1]) \cup (u \in [-\alpha_2, -\alpha_1], v \in [-\beta_2, -\beta_1]) \cup (u \in [-\alpha_2, -\alpha_1], v \in [\beta_1, \beta_2]) \}, \tag{6}$$

где  $0 \leq \alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2 \leq \pi$ .

Изображение будем рассматривать в виде непрерывной двумерной функции  $f(x, y)$ . Обозначим  $F(u, v)$  – Фурье-преобразование функции  $f(x, y)$ , то есть имеем

$$F(u, v) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) e^{-jux} e^{-jvy} dx dy.$$

Из выражения (3) следует, что точное значение части энергии  $E_\Omega$  изображения  $f(x, y)$  в частотной области  $\Omega$  при известном Фурье-образе  $F(u, v)$  определяется выражением

$$E_\Omega = \frac{1}{4\pi^2} \iint_{(u,v) \in \Omega} |F(u, v)|^2 du dv. \tag{7}$$

Значение энергии функции  $f(x, y)$  на всей области определения задается соотношениями

$$E_0 = \|f\|^2 = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f^2(x, y) dx dy.$$

Можно показать, что соотношение для вычисления точного значения доли энергии функции  $f(x, y)$  в выбранном частотном интервале  $\Omega$  (6) имеет следующий вид

$$P_{\Omega} = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x_1, y_1) f(x_2, y_2) A_{\alpha}(x_1, x_2) A_{\beta}(y_1, y_2) dx_1 dy_1 dx_2 dy_2}{\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f^2(x, y) dx dy}, \quad (8)$$

где

$$A_{\alpha}(x_1, x_2) = \begin{cases} \frac{2 \cos \frac{(\alpha_2 + \alpha_1)(x_1 - x_2)}{2} \sin \frac{(\alpha_2 - \alpha_1)(x_1 - x_2)}{2}}{\pi(x_1 - x_2)}, & x_1 \neq x_2, \\ \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\pi}, & x_1 = x_2 \end{cases}, \quad (9)$$

$$A_{\beta}(y_1, y_2) = \begin{cases} \frac{2 \cos \frac{(\beta_2 + \beta_1)(y_1 - y_2)}{2} \sin \frac{(\beta_2 - \beta_1)(y_1 - y_2)}{2}}{\pi(y_1 - y_2)}, & y_1 \neq y_2, \\ \frac{\beta_2 - \beta_1}{\pi}, & y_1 = y_2 \end{cases}. \quad (10)$$

Следует отметить, что функции  $A_{\alpha}(x_1, x_2)$  и  $A_{\beta}(y_1, y_2)$  обладают свойством

$$\begin{aligned} A_{\alpha}(x_1, x_2) &= A_{\alpha}(-x_1, -x_2), \\ A_{\beta}(y_1, y_2) &= A_{\beta}(-y_1, -y_2) \end{aligned} \quad (11)$$

и при конкретных значениях  $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$  представляют собой волну (рис. 1)

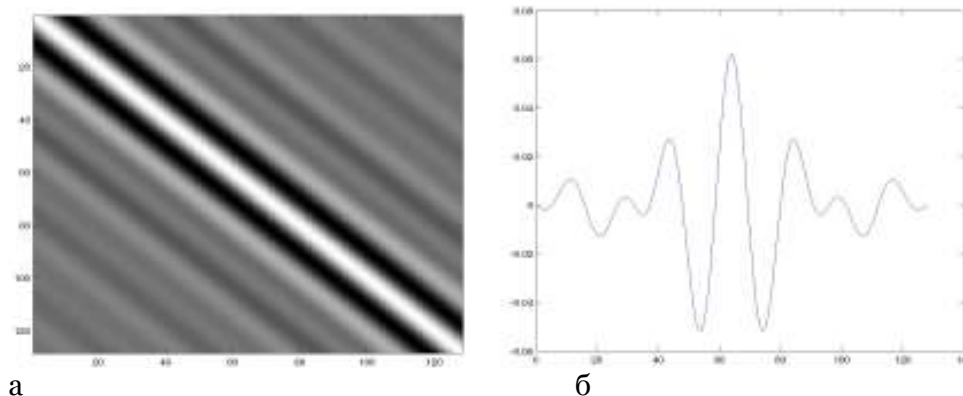


Рис. 1. Графическое представление функции  $A_{\alpha}(x_1, x_2)$ :

а – функция в виде изображения, б – значения функции при конкретном значении  $x_1$

Рассмотрим далее дискретный случай. Дискретную конечную двумерную функцию будем задавать в виде матрицы, что соответствует форме описания изображений в цифровом виде.

Рассмотрим некоторое изображение  $\Phi$  в виде матрицы  $\Phi = (f_{ik})$ ,  $i = 1, 2, \dots, M$ ,  $k = 1, 2, \dots, N$ , элементы которой представляют собой значения яркости в равноотстоящих точках пространственной области изображения.

В дискретном случае непрерывным переменным  $x_1, y_1$  и  $x_2, y_2$  в выражениях (8, 9, 10) соответствуют порядковые номера  $i_1, k_1$  и  $i_2, k_2$  элементов матрицы  $\Phi$ . Функциям  $A_{\alpha}(x_1, x_2)$  и  $A_{\beta}(y_1, y_2)$  (9, 10) соответствуют матрицы  $A = (a_{i_1 i_2})$  и  $A_{\beta} = (a_{k_1 k_2}^{\beta})$ , размерно-



сти  $M \times M$  и  $N \times N$  (называемые субполосными матрицами [2]), элементы которых задаются следующими соотношениями:

$$a^{\alpha}_{i_1 i_2} = \begin{cases} \frac{2 \cos \frac{(\alpha_2 + \alpha_1)(i_1 - i_2)}{2} \sin \frac{(\alpha_2 - \alpha_1)(i_1 - i_2)}{2}}{\pi(i_1 - i_2)}, & i_1 \neq i_2, \\ \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\pi}, & i_1 = i_2, \end{cases} \quad (12)$$

$$a^{\beta}_{k_1 k_2} = \begin{cases} \frac{2 \cos \frac{(\beta_2 + \beta_1)(k_1 - k_2)}{2} \sin \frac{(\beta_2 - \beta_1)(k_1 - k_2)}{2}}{\pi(k_1 - k_2)}, & k_1 \neq k_2, \\ \frac{\beta_2 - \beta_1}{\pi}, & k_1 = k_2. \end{cases} \quad (13)$$

Данное представление элементов субполосных матриц позволяет разработать быструю процедуру приближенного вычисления значений элементов матриц.

Таким образом, для определения точного значения доли энергии изображения  $\Phi = (f_{ik})$  в частотном субинтервале  $\Omega$  (6), используя выражения (12, 13), можем указать следующее соотношение:

$$P_{\Omega} = \frac{\text{tr}(A_{\alpha}^T \cdot \Phi \cdot A_{\beta} \cdot \Phi^T)}{\text{tr}(\Phi \Phi^T)}, \quad (14)$$

где  $\Phi$  – матрица исходного изображения,  $A_{\alpha}$  и  $A_{\beta}$  – субполосные матрицы, значения элементов которых определяются на основании выражения (12, 13), функция «tr» – след матрицы.

Представление (14) определяет метод анализа распределения энергий изображений по заданным частотным интервалам на основе частотных представлений и позволяет разработать вычислительный алгоритм нахождения доли энергии  $P_{\Omega}$  дискретного изображения  $\Phi$  в частотном двумерном субинтервале  $\Omega$ , не вычисляя при этом трансформанту Фурье.

### Выводы

Возможность вычисления точных значений указанных долей энергий без перехода в пространство трансформант Фурье определяет основное преимущество предложенного метода перед используемыми в настоящее время методами, основанными на вычислении ДПФ. Значимость такой возможности определяется тем, что эти доли являются одними из важнейших физических характеристик, и интерес к ним проявляется почти всегда, когда для анализа изображений используются частотные представления.

С целью проверки работоспособности разработанного метода был проведен ряд вычислительных экспериментов, результаты которых показали, что данный метод анализа распределений энергий изображений по заданным частотным интервалам является инвариантным к повороту изображений на  $90^{\circ}$  и к изменениям яркости; данный факт позволяет применять разработанный метод в качестве эффективного инструмента выявления частотных свойств различных изображений.

Метод анализа распределения энергий изображений по заданным частотным интервалам может быть использован при создании алгоритмов и программ, позволяющих решать проблему выделения квазициклических компонент, соответствующих частотным субинтервалам, в которых сосредоточена подавляющая доля энергии изображения, в задачах сжатия при хранении, передаче и повышении скрытности визуальной информации.



### Литература

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М.: Техносфера, 2006. – 1072 с.
2. Жилияков Е. Г. Методы анализа и построения функций по эмпирическим данным на основе частотных представлений / Е. Г. Жилияков. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2007. – 160 с.
3. Хургин Я. И. Фinitные функции в физике и технике / Я. И. Хургин, В. П. Яковлев. – М.: Либроком, 2010. – 414 с.
4. Сойфер В. А. Методы компьютерной обработки изображений / В. А. Сойфер. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 784 с.
5. Рабинер Л. Теория и применение цифровой обработки сигналов / Л. Рабинер, Б. Гоулд. – М.: Мир, 1978. – 327 с.
6. Жилияков Е. Г. Вариационные алгоритмы анализа и обработки изображений на основе частотных представлений / Е. Г. Жилияков, А.А. Черноморец. – Белгород: Изд-во «ООО ГиК», 2009. – 146 с.
7. Жилияков Е.Г. Об эффективности метода оценивания значений долей энергии изображений на основе частотных представлений / Е.Г. Жилияков, А.А. Черноморец, А.Н. Заливин // Известия ОрелГТУ. Информационные системы и технологии. – 2009. – № 2/52 (563). С. 12-22.

## METHOD OF ANALYSIS OF IMAGE ENERGY DISTRIBUTION IN SPECIFIED FREQUENCY INTERVALS

**A.A. CHERNOMORETS**  
**O.N. IVANOV**

*Belgorod State University*

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

In this work we propose a method of analysis of image energy distribution in specified frequency intervals based on calculation of exact values of corresponding energy parts.

Key words: image, frequency interval, energy parts, subband matrices.

## О ВЫЧИСЛЕНИИ ДИСПЕРСИИ ВЫХОДНОЙ РАЗНОСТИ СЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ ПРИ НЕЛИНЕЙНОСТИ АМПЛИТУДНО-ФАЗОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФАЗОМЕТРА

**Н.Г. ПЕРЕХОД**

*Белгородский университет  
потребительской  
кооперации*

В работе рассмотрено влияние нелинейности амплитудно-фазовой характеристики фазометра на приращение дисперсии выходной разности фаз. Выявлено влияние характера нелинейности на приращение дисперсии. Даны практические рекомендации по уменьшению погрешностей измерения статистических характеристик разности фаз случайных сигналов.

Ключевые слова: разность фаз, дисперсия, приращение, нелинейность, статистические характеристики, случайные сигналы.

Фазовые методы широко используются в радиолокации, радионавигации, при оптических методах исследования турбулентности и неоднородности атмосферы, измерения теплофизических свойств материалов, исследованиях вибрационных свойств и жесткости механических конструкций. Фазовые методы нашли широкое применение в научных исследованиях и промышленности. Такому успеху фазовые методы обязаны их высокой точности определения физического параметра преобразованного в фазу сигнала.

Однако достичь высокой точности измерения фазы сигнала можно только при условии учета и компенсации погрешностей, которые возникают в самом фазоизмерительном устройстве в силу особенностей фазовой характеристики фазоизмерителя (разрывности и периодичности).

Погрешность измерения фазы зависит не только от величины измерений фазы сигнала, но и из-за нелинейности фазовой характеристики, преобразования амплитудных флуктуаций в фазовые, что приводит к изменению статистических характеристик фазы входного сигнала на выходе фазоизмерителя.

Так на входе фазометра фаза и амплитуда сигнала при наличии шума флуктуируют. На выходе закон флуктуации измеряется за счет нелинейности амплитудно-фазовой характеристики фазометра и из-за преобразования амплитудных флуктуаций в фазовые [1].

Суммарный сигнал, поступающий на вход фазометра, может быть представлен как

$$u(t) = U_{\Sigma}(t) \cos[\omega_0 t + \psi(t)] + U_m \cos(\omega_0 t + \varphi_0), \quad (1)$$

где  $U_{\Sigma}(t)$  – амплитуда шума;  $\psi(t)$  – фаза шума с равновероятным законом распределения в интервале от 0 до  $2\pi$ ;  $U_m$  – амплитуда сигнала;  $\varphi_0$  – постоянный фазовый сдвиг;  $\omega_0$  – частота сигнала и шума (считаем процесс узкополосным).

Для узкополосного процесса выражение (1) приводится к виду

$$u(t) = U_{\Sigma}(t) \cos[\omega_0 t + \gamma(t)], \quad (2)$$

где  $\gamma(t)$  – фаза суммарного процесса  $u(t)$ ;  $U_{\Sigma}(t)$  – амплитуда суммарного процесса  $u(t)$ .

Для анализа влияния нелинейности амплитудно-фазовой характеристики (НАФХ) фазометра на дисперсию выходной разности фаз представим НАФХ в виде степенного ряда

$$\varphi(u) = \sum_{i=1}^{\infty} A_i U_m^i, \quad (3)$$

где  $\varphi(u)$  – амплитудно-фазовая характеристика фазометра;  $A_i$  – коэффициенты ряда,  $i=1, 2, 3, \dots, \infty$ .

Суммирование (2) производится от  $i=1$ , так как при  $i=0$  имеем постоянный фазовый сдвиг, не влияющий на оценку дисперсии. Этот сдвиг представляет интерес при измерении математического ожидания разности фаз. Для флуктуаций, при которых фазометр можно считать безынерционным, мгновенное значение фазы на выходе будет



$$\varphi[u(t)] = \sum_{i=1}^{\infty} A_i U_{\Sigma}^i(t) + \mathcal{L}(t), \quad (4)$$

где  $\mathcal{L}(t)$  – флуктуации фазы на выходе фазометра при наличии их на входе и отсутствии амплитудно-фазовой погрешности;  $U_{\Sigma}^i(t)$  – амплитуда суммарного процесса, мгновенное значение фазы которой равно

$$\gamma(t) = \arctg \frac{U_m(t) \sin \psi(t) + U_m \sin \varphi_0}{U_m(t) \cos \psi(t) + U_m \cos \varphi_0}. \quad (5)$$

Для упрощения выражения (5) положим

$$\varphi_0 = 0 \text{ и } U_m(t) \ll U_m. \quad (6)$$

Общность рассуждений при принятом условии (6) не изменится, а случай  $U_m(t) \ll U_m$  часто имеет место на практике.

Тогда можно принять

$$\gamma(t) \approx \frac{U_m(t)}{U_m} \sin \psi(t). \quad (7)$$

Из выражения (7) видно, что фаза суммарного процесса зависит от отношения сигнал-шум и случайной фазы  $\psi(t)$ .

Амплитуда сигнала  $u(t)$  определится как

$$U_{\Sigma}(t) = \sqrt{U_m^2 + U_m^2(t) + 2U_m U_m(t) \cos[\varphi_0 - \psi(t)]}. \quad (8)$$

С учетом (6) выражение (8) упрощается

$$U_{\Sigma}(t) = U_m \left\{ 1 + \frac{1}{2} \left[ \frac{U_m^2(t)}{U_m^2} + 2 \frac{U_m(t)}{U_m} \cos \psi(t) \right] \right\} \approx U_m + U_m(t) \cos \psi(t). \quad (9)$$

Изменение фазы сигнала на выходе фазометра из-за нелинейности амплитудно-фазовой характеристики равно

$$\Delta\beta(t) = \sum_{i=1}^N A_i U_{\Sigma}^i(t) = \Delta\varphi_0 + \Delta\varphi(t), \quad (10)$$

где  $N$  – любое конечное число членов ряда;  $\Delta\varphi_0$  – смещение среднего значения разности фаз;  $\Delta\varphi(t)$  – дополнительная случайная составляющая изменения фазы сигнала  $u(t)$  на выходе фазометра.

Смещение среднего значения разности фаз может быть найдено из выражения

$$\Delta\varphi_0 = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T \sum_{i=1}^N A_i U_{\Sigma}^i(t) dt, \quad (11)$$

а дополнительная случайная составляющая равна

$$\Delta\varphi(t) = \Delta\beta(t) - \Delta\varphi_0 = \sum_{i=1}^N A_i U_{\Sigma}^i(t) - \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T \sum_{i=1}^N A_i U_{\Sigma}^i(t) dt. \quad (12)$$

После замены в выражении (12)  $U_{\Sigma}(t)$  его значением из (9) и ряда математических преобразований получим

$$\Delta\varphi(t) = \sum_{i=1}^N A_i U_m^i \sum_{k=1}^i \frac{i! \sigma_{\Sigma}^{ik}(t)}{k!(i-2k)! U_m^k} \cos^k \psi(t) - \sum_{i=1}^N A_i U_m^i \sum_{k=1}^{i/2} \frac{i! \sigma_{\Sigma}^{ik}}{k!(i-2k)! 2^k U_m^k}. \quad (13)$$

Суммарное значение флуктуации фазы на выходе фазометра равно

$$\gamma_{\Sigma}(t) = \gamma(t) + \Delta\varphi_0 + \Delta\varphi(t). \quad (14)$$

После подстановки (7), (11) и (13) в (14) выражение для суммарного значения флуктуации фазы на выходе фазометра приобретает вид

$$\begin{aligned} \gamma_{\Sigma}(t) = & \frac{U_m(t)}{U_m} \sin \psi(t) + \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T \sum_{i=1}^N A_i U_{\Sigma}^i(t) dt + \sum_{i=1}^N A_i U_m^i \sum_{k=1}^i \frac{i!}{k!(i-k)!} \times \frac{U_m^k(t)}{U_m^k} \cos^k \psi(t) - \\ & - \sum_{i=1}^N A_i U_m^i \sum_{k=1}^{i/2} \frac{i! \sigma_{\Sigma}^{ik}}{k!(i-2k)! U_m^k}. \end{aligned} \quad (15)$$

Первое слагаемое в (15) представляет собой флуктуации фазы на выходе фазометра при наличии их на входе и отсутствии амплитудно-фазовой погрешности фазометра. Второе слагаемое есть смещение среднего значения разности фаз при наличии амплитудно-фазовой погрешности.

Третье и четвертое слагаемые являются дополнительной случайной составляющей изменения фазы сигнала на выходе фазометра при наличии амплитудно-фазовой погрешности. При отсутствии амплитудно-фазовой погрешности фазометра второе, третье



и четвертое слагаемые обращаются в нуль, и суммарное значение флуктуации фазы зависит только от соотношения сигнал-шум (первого слагаемого).

Используя (15), можно получить выражение для определения приращения дисперсии на выходе фазометра.

Дисперсия разности фаз случайных сигналов на выходе фазометра из-за НАФХ согласно выражению (15) равна

$$D\varphi = \frac{\sigma_m^2}{U_m^2} + \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^N A_i A_k U_m^{i+k} \sum_{n=1}^{(i+k)/2} \frac{(i+k)! \sigma_m^{2n}}{[(i+k)-2n]! n! U_m^{2n}} - \left[ \sum_{c=1}^N A_c U_m^c \sum_{p=1}^{c/2} \frac{c! \sigma_m^{2p}}{(c-2p)! p! 2^p U_m^{2p}} \right]^2. \quad (16)$$

В выражении (16) первое слагаемое есть минимум дисперсии и зависит оно только от соотношения сигнал-шум. Второе и третье слагаемые – дополнительная дисперсия флуктуирующей разности фаз на выходе фазометра из-за НАФХ фазометра.

При  $i=k=c$  и  $n=p$  можно получить формулу для определения дисперсии при наличии любого  $i$ -го члена ряда (3):

$$D\varphi = \frac{\sigma_m^2}{U_m^2} + A_i^2 U_m^{2i} \sum_{n=1}^i \frac{(2i)! \sigma_m^{2n}}{(i-2n)! n! 2^n U_m^{2n}} - A_i^2 U_m^{2i} \left[ \sum_{n=1}^{i/2} \frac{i! \sigma_m^{2n}}{(i-2n)! n! 2^n U_m^{2n}} \right]^2. \quad (17)$$

После преобразования выражения (17) и нормировки относительно  $A_i^2 U_m^{2i}$  окончательно получим нормированную зависимость измерения дисперсии флуктуирующей разности фаз

$$\frac{D\varphi - \sigma_m^2 / U_m^2}{A_i^2 U_m^{2i}} = \sum_{n=1}^i \frac{2i! \sigma_m^{2n}}{(2i-2n)! n! 2^n U_m^{2n}} - \left[ \sum_{n=1}^{i/2} \frac{i! \sigma_m^{2n}}{(i-2n)! n! 2^n U_m^{2n}} \right]^2. \quad (18)$$

Полученное выражение позволяет выяснить характер зависимости приращения дисперсии флуктуирующей разности фаз от числа  $i$  членов ряда аппроксимации амплитудно-фазовой характеристики.

Измерение дисперсии флуктуирующей разности фаз сильно зависит от  $i$ . Пользоваться такими результатами затруднительно. Желательно получить выражение для приращения дисперсии, не зависящее очень слабо. Такие результаты можно получить, если использовать не характеристику, а крутизну  $\varphi'(u)$  амплитудно-фазовой характеристики.

Опуская промежуточные выводы, приведем окончательное выражение нормированной зависимости приращения дисперсии флуктуирующей разности фаз в виде

$$\frac{\Delta\sigma^2}{U_m^2 [\varphi'(u)]^2} = r \sigma_0^2, \quad (19)$$

где  $r$  – коэффициент, зависящий от  $i$  и отношения сигнал-шум. Коэффициент  $r$  в пределе при  $i \rightarrow \infty$  стремится к двум, что следует из выражений (18) при  $n = 1$ . Тогда выражение (19) может быть записано как

$$\frac{\Delta\sigma^2}{\sigma_0^2} = 2U_m^2 [\varphi'(u)]^2. \quad (20)$$

Так как выражение (20) от  $i$  не зависит, его можно обобщить на любую нелинейность. Максимальное приращение дисперсии будет при  $i=1$  и равно

$$\frac{\Delta\sigma_{\max}^2}{\sigma_0^2} = U_m^2 [\varphi'_{\max}(u)]^2. \quad (21)$$

Зная конкретную амплитудно-фазовую характеристику фазометра или другого фазометрического устройства, можно определить  $\varphi'_{\max}(u)$  в области рабочей точки и подсчитать максимальную погрешность по выражению (21).

Если производная на рабочем участке характеристик изменяется значительно, то область рабочей точки выбирается по вероятности попадания амплитуды в эту область, например, с вероятностью 95%, что в большинстве случаев, представляющих интерес для практики, вполне допустимо.

Полученные результаты позволяют судить о существенном влиянии нелинейности амплитудно-фазовой характеристики разности фаз случайных сигналов. При конкретной амплитудно-фазовой характеристике фазометра выражение (21) позволяет рассчитать максимальное приращение дисперсии и сформулировать требования к узлам



фазометра с точки зрения уменьшения приращения дисперсии выходной разности фаз случайных сигналов.

### Литература

1. Переход Н.Г. Ошибка измерения флуктуации фазы из-за амплитудно-фазовых погрешностей фазометра / Томский институт радиоэлектроники и электронной техники. – Томск, 1968. – 8 с. Доп. (В НИИЭНР 07.11.68. №21-20184).

## **DISPERSION OF THE OUTPUT PHASE DIFFERENCE OF THE RANDOM SIGNALS IN NONLINEARITY OF PEAK-PHASE CHARACTERISTIC OF PHASE METER**

**N.G. PEREKHOD**

*Belgorod university  
of consumers'  
cooperative society*

This article considered the influence of nonlinearity of the amplitude-phase characteristics of phase meter on an increment of a dispersion of the output phase difference. The influence of the nature of nonlinearity on the increment of the variance is revealed. Practical recommendations for reducing errors in measurement of statistical characteristics of the phase difference of the random signals are given.

Key words: phase difference, a dispersion, an increment, nonlinearity, statistical characteristics, the random signals.

## О РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИИ ВЫЧИСЛЕНИЙ В ЗАДАЧЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ НА КОСМОФОТОСНИМКАХ

**А.А. БАРСУК**

*Белгородский  
государственный  
университет*

В статье рассмотрен подход к реализации параллельных вычислений в методе автоматической вариационной классификации объектов на спутниковых фотографиях земной поверхности, рассмотрены современные технологии разработки параллельных программ.

Ключевые слова: параллельные вычисления, MPI, OpenMP, CUDA, классификация объектов, изображение, вариационный принцип, максимизация функционала качества разбиения, разрезание графов, минимальное остовое дерево.

Основной тенденцией в развитии современной компьютерной техники является разработка многопроцессорных и многоядерных вычислительных систем. Это связано с постоянным ростом потребности в вычислительных ресурсах, с одной стороны, и с достижением максимальных тактовых частот, на которых могут работать микропроцессоры при существующих технологиях их производства, с другой. Широкое распространение таких компьютерных систем приводит к необходимости разработки нового, принципиально отличающегося от существующего, программного обеспечения, способного работать в параллельном режиме. Так же бурно развиваются технологии и программные средства для написания упомянутых программ. Развитие таких областей науки, как обработка изображений, распознавание образов, обработка речи и многие другие напрямую зависит от возможности использования параллельных вычислительных систем.

Одним из основных направлений развития информационных технологий является разработка методов и алгоритмов обработки и анализа изображений, что обусловлено тенденцией использования естественных для человека форм информационного обмена, к которым относятся визуальные отображения реальности. Среди интенсивно развивающихся направлений обработки изображений можно выделить анализ космофотоснимков земной поверхности получаемых со спутников. Важность этого направления исследований определяется задачами обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и, в частности, выделения на изображениях некоторых особенностей (дешифрирование) в целях принятия соответствующих управленческих решений.

Одной из процедур дешифрирования является выделение на изображениях отдельных групп объектов, объединяемых на основе некоторых признаков (классификация), для чего предложены различные подходы. Приписывание объектов в изображениях к определенным классам является, подобно многим другим аспектам обработки изображений и анализа, несомненно, междисциплинарной задачей, которая характерна не для анализа изображений, а для самого общего типа методов [7].

В настоящее время существует достаточно широкий спектр алгоритмов автоматической классификации объектов на изображениях, использующих в своей основе различные принципы. В современных программных средствах обработки изображений (ENVI, arcGIS, ERMAP Imagine) для решения задачи автоматической классификации объектов используются алгоритмы K-Means (K-внутригрупповых средних) и ISODATA (ИСОМАД). Отдельно следует выделить разработанный авторами метод и алгоритм автоматической вариационной классификации объектов на спутниковых фотографиях земной поверхности, который во многих случаях дает лучшие, более адекватные разбиения с позиции человеческих представлений об адекватности классификации по сравнению с вышеупомянутыми алгоритмами [5].

Существенной проблемой при использовании многих алгоритмов классификации является их высокая вычислительная сложность в совокупности с большим количеством обрабатываемых объектов. В том числе это относится к методу автоматической вариационной классификации объектов на спутниковых фотографиях земной поверхности, т.к. в его состав входят алгоритмы, имеющие сложность  $O(n^3)$ . Основным способом повышения скорости вычислений, и тем самым улучшения как количественных, так и качественных его характеристик, представляется распараллеливание алгоритмов, используемых в методе.

В основе метода лежит функционал качества разбиения, который был сконструирован, опираясь на результаты психологических тестов [4] и собственные представления об адекватности разбиения исходного множества на классы. В основе функционала лежит мера информационной однородности [6]. Вид данного функционала представлен выражением 1:

$$L = \frac{1}{V}, \quad (1)$$

где

$$V = 1 + \sum_{i=1}^K \frac{\frac{S_i}{Norm} * Ln\left(\frac{S_i}{Norm}\right)}{Ln(K)}, \quad (2)$$

$$Norm = \sum_{i=1}^K S_i, \quad (3)$$

$$S_i = - \sum_{q=1}^{M_i} \rho_{iq} * Ln(\rho_{iq}), \quad (4)$$

$$\rho_{iq} = \frac{r_{iq}}{R_q}, \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^{M_q-1} r_{iq} = R_q, \quad (6)$$

где  $R_q$  – общая длина внутренних ребер  $q$ -го подмножества;  $r_{iq}$  – длина  $i$ -ого ребра в  $q$ -ом подмножестве ( $i = 1, \dots, M_q-1$ ).

Эксперименты показали, что в задачах классификации объектов на изображениях представленный функционал позволяет получить разбиения, характеризующиеся высоким уровнем адекватности [5].

В упрощенном виде алгоритм вариационной автоматической классификации объектов на спутниковых фотографиях земной поверхности состоит из 2 основных частей (рис. 1):

- 1) подготовка изображения к классификации;
- 2) непосредственно классификация множества объектов.

На этапе подготовки изображения к классификации производится квантование по уровню каналов интенсивности пикселей изображения и формирование списка объектов, подлежащих классификации. Задается максимально допустимое количество уровней квантования  $CK_{max}$  по одному каналу. Максимально возможное количество векторов пиксельных интенсивностей вычисляется с использованием соотношения 7:

$$C_{max} = CK_{max}^n, \quad (7)$$

где  $n$  – количество каналов изображения.





Рис. 1. Упрощенная схема алгоритма вариационной автоматической классификации объектов на изображениях

Новые значения пиксельных интенсивностей рассчитываются согласно соотношения 8:

$$S_k = I_{k \max} \div CK_{\max}, \tag{8}$$

$$I_{ijk} = S_k \times \left[ r_{ijk} \div S_k \right], \quad i = 1, 2, \dots, M; j = 1, 2, \dots, N.$$

Здесь  $S_k$  – шаг квантования по  $k$ -каналу,  $r_{ijk}$  – интенсивность  $ij$  пикселя по  $k$ -каналу,  $I_{k \max}$  – максимально возможное значение интенсивности в канале,  $[ ]$  – оператор взятия целой части,  $M, N$  – ширина и высота изображения в пикселях. После проведения такого преобразования количество цветов на изображении не превышает  $C_{\max}$ .

Сложность алгоритма квантования линейна, каждый пиксель изображения обрабатывается независимо. Распараллеливание вычислительного процесса на  $K$  вычислительных устройствах позволит достичь выигрыша в производительности в  $K$  раз.

В результате квантования на изображении появляется большое количество пикселей, описанных одинаковыми векторами значений интенсивностей. Поэтому следующим этапом будет являться подсчет и выделение различных векторов интенсивностей, присутствующих на изображении. В основе алгоритма подсчета лежит алгоритм пирамидальной сортировки, сложность которого составляет  $O(n \cdot \ln(n))$ . Использование параллельных алгоритмов сортировки позволит получить ускорение в  $K$  раз.

Следующим этапом является построение минимального остового дерева или кратчайшего незамкнутого (КНП). Для этого используется модифицированный алгоритм Краскала, сложность которого составляет  $O(n^3)$ . Столь высокая сложность обуславливается невозможностью хранения в памяти всех ребер исходного графа. Параллельный алгоритм построения КНП будет иметь временную сложность  $O(n^3/K)$  [3]. Несмотря на неизменный порядок временной сложности алгоритма, реальный выигрыш во времени его выполнения может составить  $K$  раз.

Следующим этапом работы алгоритма автоматической вариационной классификации будет разрезание максимального ребра КНП. На основе полученного разбиения вычисляется функционал качества  $L$  (рис. 2).

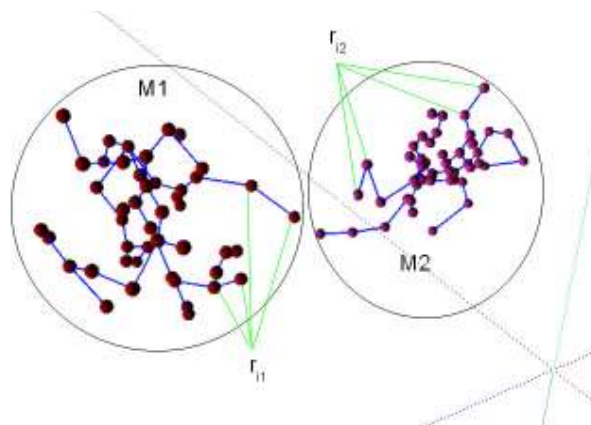


Рис. 2. Пример разрезания КНП на два поддерева, соответствующих двум классам

Расчет компонент функционала качества разбиения производится в процессе обхода ребер поддеревьев, полученных в результате разрезания исходного дерева. Очевидно, что такой обход можно производить параллельно. Таким образом, возможно получить ускорение в  $K$  раз.

В настоящее время самыми широко распространенными технологиями параллельного программирования являются OpenMP, MPI и технология параллельных вычислений на графических процессорах CUDA.

Одним из наиболее популярных средств программирования для компьютеров с общей памятью, базирующихся на традиционных языках программирования и использовании специальных комментариев, в настоящее время является технология OpenMP. За основу берётся последовательная программа, а для создания её параллельной версии пользователю предоставляется набор директив, функций и переменных окружения. Интерфейс OpenMP задуман как стандарт для программирования на масштабируемых SMP-системах (SSMP, ccNUMA и других) в модели общей памяти. В стандарт OpenMP входят спецификации набора директив компилятора, вспомогательных функций и переменных среды. OpenMP реализует параллельные вычисления с помощью многопоточности, в которой «главный» (master) поток создает набор «подчиненных» (slave) потоков, и задача распределяется между ними. Предполагается, что потоки выполняются параллельно на машине с несколькими процессорами [1]. OpenMP максимально подходит для эффективной реализации параллельных программ современных многоядерных процессоров.

Наиболее распространенной технологией программирования для параллельных компьютеров с распределенной памятью в настоящее время является MPI *Message Passing Interface*. Основным способом взаимодействия параллельных процессов в таких системах является передача сообщений друг другу. Стандарт MPI фиксирует интерфейс, который должен соблюдаться как системой программирования на каждой вычислительной платформе, так и пользователем при создании своих программ.

Интерфейс MPI поддерживает создание параллельных программ в стиле MIMD (Multiple Instruction Multiple Data), что подразумевает объединение процессов с различными исходными текстами. Однако писать и отлаживать такие программы очень сложно, поэтому на практике программисты гораздо чаще используют SPMD-модель (Single Program Multiple Data) параллельного программирования, в рамках которой для всех параллельных процессов используется один и тот же код [2]. MPI предназначена для разработки параллельных программ, исполняемых на вычислительных кластерах и суперкомпьютерах.

CUDA (Compute Unified Device Architecture) — программно аппаратная вычислительная архитектура, позволяющая программистам реализовывать алгоритмы, выполнимые на графических процессорах ускорителей GeForce восьмого поколения и старше. CUDA даёт разработчику возможность по своему усмотрению организовывать доступ к набору инструкций графического ускорителя и управлять его памятью, организовывать на нём сложные параллельные вычисления. Графический ускоритель с поддержкой CUDA становится мощной программируемой открытой архитектурой, приближаясь к современным центральным процессорам, а в массово параллельных задачах существенно превосходя их. В данной технологии реализован SIMD-принцип компьютерных вычислений, что накладывает определенные ограничения на эффективное использование CUDA.

Выбор конкретной технологии зависит от масштаба решаемых задач и наличия необходимого оборудования. Программная реализация алгоритма автоматической вариационной классификации объектов на спутниковых фотографиях земной поверхности для ЭВМ-класса «IBM-PC совместимые» может быть разработана с использованием технологий OpenMP и CUDA (при наличии соответствующего графического ускорителя). Это позволит за приемлемое время (минуты) производить обработку 3-канальных снимков с  $CK_{\max} = 20$ . Использование же технологии MPI даст возможность производить вычисления на кластерах и суперкомпьютерах, что позволит изменить порядок ограничений на входные данные.

*Статья подготовлена в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы*

#### Литература

1. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГУ, 2009. – 77 с.
2. Антонов А. С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 71 с.
3. Макконнелл Дж. Основы современных алгоритмов. – 2-е доп. изд. – М: Техносфера, 2004. – 368 с.
4. Елкина В.Н., Загоруйко Н.Г. Количественные критерии качества таксономии и их использование в процессе принятия решений // Вычислительные системы. – Новосибирск, 1969. – Вып. 36. – С. 29-46.
5. Жиликов Е.Г., Барсук А.А. О компьютерной реализации автоматической вариационной классификации объектов на спутниковых фотографиях земной поверхности // Вопросы радиоэлектроники. – 2010. – Вып. 1. – С. 166-171
6. Маматов Е.М. Применение информационной меры однородности в задачах автоматической классификации объектов и распознавания образов (Системный анализ, управление и обработка информации (информационно-телекоммуникационные системы)) : дис. ... канд. техн. наук. – Белгород, 2006. – 126 с.
7. Яне Б. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2007. – 584 с.

## ABOUT THE PARALLELIZING OF COMPUTATIONS IN THE TASK OF AUTOMATIC CLASSIFICATION OF OBJECTS AT THE SATELLITE PHOTOS

**A.A. BARSUK**

*Belgorod State University*

An approach to the implementation of parallel computations in the variational method of automatic classification of objects in satellite images of Earth's surface is presented. The modern technology of developing parallel programs are considered.

Key words: parallel computing, MPI, OpenMP, CUDA, object classification, image, variational principle, maximization of partitioning quantity functional, graph splitting, minimal spanning tree.



## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Анохин Д.А.** – аспирант кафедры информационного менеджмента Белгородского государственного университета
- Барсук А.А.** – аспирант кафедры математического и программного обеспечения информационных систем Белгородского государственного университета
- Богомяжкова И.В.** – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и организации горного, химического и строительного производства Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасский политехнический институт)
- Белецкая И.Ю.** – аспирант кафедры менеджмента организации Белгородского государственного университета
- Великая Я.Г.** – старший преподаватель кафедры математического и программного обеспечения информационных систем Белгородского государственного университета
- Винтаев В.Н.** – кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем и технологий Белгородского университета потребительской кооперации
- Демин П.В.** – ЗАО «РК-Телеком», г. Москва
- Живенков А.Н.** – аспирант кафедры информационных систем и защиты информации Тамбовского государственного технического университета
- Жиляков Е.Г.** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информационно-телекоммуникационных систем и технологий Белгородского государственного университета
- Жихарев А. Г.** – аспирант кафедры прикладной информатики Белгородского государственного университета
- Зимина И.В.** – кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента Сыктывкарского государственного университета
- Иванов И.И.** – студент медицинского факультета Белгородского государственного университета
- Иванов О.Н.** – доктор физико-математических наук, руководитель Центра коллективного пользования научным оборудованием Белгородского государственного университета «Диагностика структуры и свойств наноматериалов»
- Иванова О.Г.** – кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем и защиты информации Тамбовского государственного технического университета
- Кайдалова И.К.** – врач-кардиолог Белгородской городской больницы №1
- Клевцов С.М.** – старший преподаватель кафедры региональной экономики и менеджмента Юго-Западного государственного университета, г. Курск

- 
- Кочетков С.В.** – кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента организации Белгородского государственного университета
- Кравченко Н.Н.** – ассистент кафедры экономики, бухгалтерского учета, финансов и менеджмента Алексеевского филиала Белгородского государственного университета
- Корсунов Н.И.** – доктор технических наук, профессор кафедры математического и программного обеспечения информационных систем Белгородского государственного университета
- Кривошеев А.О.** – ЗАО «РК-Телеком», г. Москва
- Лихачев В.А.** – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры организации и технологии защиты информации Белгородского университета потребительской кооперации
- Ломакин В.В.** – кандидат технических наук, заведующий кафедрой информационного менеджмента Белгородского государственного университета
- Ломовцева О.А.** – доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой менеджмента организации Белгородского государственного университета
- Маторин С.И.** – доктор технических наук, профессор кафедры прикладной информатики Белгородского государственного университета
- Михелев М.В.** – аспирант кафедры прикладной информатики Белгородского государственного университета
- Мишунин В.В.** – кандидат технических наук, доцент кафедры информационного менеджмента и кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий Белгородского государственного университета
- Муромцев В.В.** – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики Белгородского государственного университета
- Никитин В.М.** – доктор технических наук, профессор кафедры информационного менеджмента Белгородского государственного университета
- Паболкова Н.С.** – ассистент кафедры математического и программного обеспечения информационных систем Белгородского государственного университета
- Переход Н.Г.** – доктор технических наук, профессор кафедры организации и технологии защиты информации Белгородского университета потребительской кооперации
- Прядко С.Н.** – ассистент кафедры менеджмента организации Белгородского государственного университета
- Путивцева Н.П.** – ассистент кафедры прикладной информатики Белгородского государственного университета



- 
- Разгоняева В.В.** – соискатель кафедры мировой и национальной экономики Воронежской государственной лесотехнической академии
- Ряскова М.В.** – кандидат экономических наук, доцент кафедры политической экономики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова
- Савченко Т.В.** – кандидат экономических наук, профессор, директор Алексеевского филиала Белгородского государственного университета
- Стрельцова Е.Д.** – доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры электронных вычислительных машин Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасский политехнический институт)
- Стрельцов В.С.** – кандидат технических наук, доцент кафедры электронных вычислительных машин Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасский политехнический институт)
- Титов А.И.** – аспирант Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова
- Тубольцев М.Ф.** – кандидат технических наук, доцент кафедры математического и программного обеспечения информационных систем Белгородского государственного университета
- Тубольцева О.М.** – студентка кафедры прикладной информатики Белгородского государственного университета
- Ушакова Н.Н.** – кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем и технологий Белгородского университета потребительской кооперации
- Ферару Г.С.** – доктор экономических наук, профессор кафедры менеджмента организации Белгородского государственного университета
- Харченко Е.В.** – кандидат экономических наук, доцент кафедры региональной экономики и менеджмента Юго-Западного государственного университета, г. Курск
- Черноморец А.А.** – кандидат технических наук, заведующий кафедрой прикладной информатики Белгородского государственного университета
- Яковлева Е.А.** – доктор экономических наук, заведующая кафедрой мировой и национальной экономики Воронежской государственной лесотехнической академии

## 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 включается следующая информация:

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1) УДК научной статьи;</li> <li>2) аннотация статьи (не более 1200 знаков);</li> <li>3) ключевые слова;</li> <li>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);</li> </ol> | } | <p><i>на русском и английском языках</i></p> |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>5) внешняя рецензия доктора наук (для аспирантов и кандидатов наук);</li> <li>6) текст статьи;</li> <li>7) ссылки.</li> </ol>   | } | <p><i>на русском языке</i></p>               |

#### Технические требования к оформлению текста

1. Текст набирается в Microsoft Word 2000/2003. Лист – А4, портретный. Без переносов.

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, ФИО 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  
государственный  
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 State 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 университета 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85, Белгородский государственный 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 2-х 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.

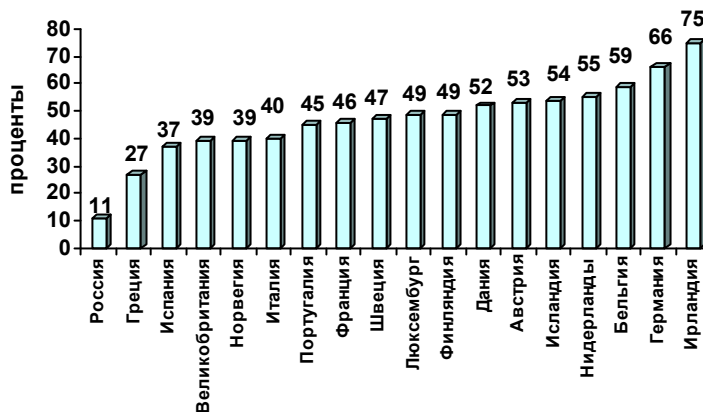


Рис. 1. Уровень инновационной активности в России, странах ЕС, Норвегии, Исландии

2. Изображение графического объекта должно быть в виде рисунка или сгруппированных объектов.

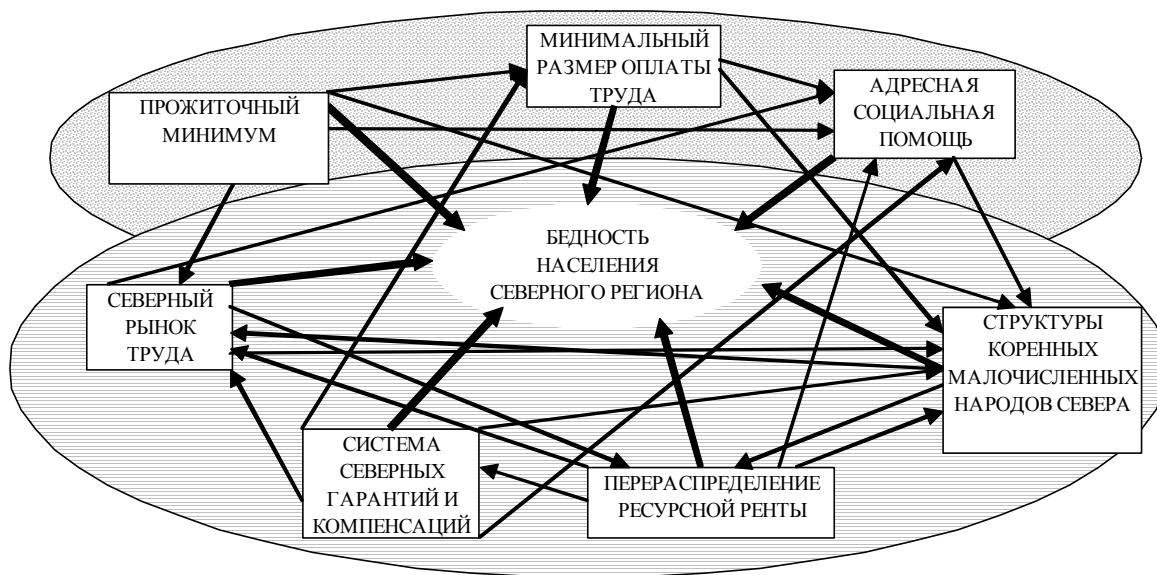


Рис 2. Институциональная среда существования бедности населения северного региона России

3. Изображение графического объекта не должно выходить за пределы полей страницы.

4. Изображение графического объекта не должно превышать одной страницы.

За публикацию рукописи в журнале «Научные ведомости Белгородского государственного университета» плата с авторов не взимается.