

---

---

# ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 1 2017

ISSN 1812-7339

---

---

Журнал издается с 2003 г.

Электронная версия: <http://fundamental-research.ru>

Правила для авторов: <http://fundamental-research.ru/ru/rules/index>

Подписной индекс по каталогу «Роспечать» – 33297

**Главный редактор**

*Ледванов Михаил Юрьевич, д.м.н., профессор*

**Зам. главного редактора**

*Бичурин Мирза Имамович, д.ф.-м.н., профессор*

**Ответственный секретарь редакции**

*Бизенкова Мария Николаевна*

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

д.т.н., проф. Бошенятов Б.В. (Москва); д.т.н., проф. Важенин А.Н. (Нижний Новгород); д.т.н., проф. Гилёв А.В. (Красноярск); д.т.н., проф. Гоц А.Н. (Владимир); д.т.н., проф. Грызлов В.С. (Череповец); д.т.н., проф. Захарченко В.Д. (Волгоград); д.т.н. Лубенцов В.Ф. (Ульяновск); д.т.н., проф. Мадера А.Г. (Москва); д.т.н., проф. Пачурин Г.В. (Нижний Новгород); д.т.н., проф. Пен Р.З. (Красноярск); д.т.н., проф. Петров М.Н. (Красноярск); д.т.н., к.ф.-м.н., проф. Мишин В.М. (Пятигорск); д.т.н., проф. Калмыков И.А. (Ставрополь); д.т.н., проф. Шалумов А.С. (Ковров); д.т.н., проф. Леонтьев Л.Б. (Владивосток); д.т.н., проф. Дворников Л.Т. (Красноярск); д.э.н., проф. Макринова Е.И. (Белгород); д.э.н., проф. Роздольская И.В. (Белгород); д.э.н., проф. Коваленко Е.Г. (Саранск); д.э.н., проф. Зарецкий А.Д. (Краснодар); д.э.н., проф. Тяглов С.Г. (Ростов-на-Дону); д.э.н., проф. Титов В.А. (Москва); д.э.н., проф. Серебрякова Т.Ю. (Чебоксары); д.э.н., проф. Косякова И.В. (Самара); д.э.н., проф. Апенько С.Н. (Омск)

---

Журнал «Фундаментальные исследования» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. **Свидетельство – ПИ № 77-15598.**

Все публикации рецензируются.

Доступ к журналу бесплатен.

**Импакт-фактор РИНЦ (двухлетний) = 1,162.**

Учредитель – ИД «Академия Естествознания»

Издательство и редакция: Издательский Дом «Академия Естествознания»

Ответственный секретарь редакции –

*Бизенкова Мария Николаевна* –

+7 (499) 705-72-30

E-mail: **edition@rae.ru**

Почтовый адрес

г. Москва, 105037, а/я 47

АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ,

редакция журнала «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ»

Подписано в печать 30.01.2017

Формат 60x90 1/8

Типография

ООО «Научно-издательский центр

Академия Естествознания»,

г. Саратов, ул. Мамонтовой, 5

Технический редактор

Митронова Л.М.

Корректор

Галенкина Е.С.

Усл. печ. л. 30,13

Тираж 1000 экз. Заказ ФИ 2017/1

© ИД «Академия Естествознания»

## СОДЕРЖАНИЕ

**Технические науки (05.02.00, 05.13.00, 05.17.00, 05.23.00)**

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ ГАРАНТИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ НАЗЕМНЫХ КОМПЛЕКСОВ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ МЕТОДОМ ФОРМАЛИЗАЦИИ ПОИСКА ОТКАЗОВ И ВЫБОРА МИНИМАЛЬНОГО МНОЖЕСТВА КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПРИЗНАКОВ <i>Абсалямов Д.Р., Аитов Р.Н., Левчук А.А., Марченко М.А.</i> .....	9
ОБЗОР СТРУКТУРЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ С УЧЕТОМ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА <i>Богущи М.И., Гордиенко Л.В., Дмитриева И.А., Скачкова Е.С.</i> .....	15
ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЛЕГКОГО КОММЕРЧЕСКОГО АВТОМОБИЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЖЕСТКОСТИ НЕСУЩЕЙ СИСТЕМЫ <i>Бутин Д.А., Костин С.Ю., Васильев А.А., Середа П.В.</i> .....	21
МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ГЛОБАЛЬНО РАСПРЕДЕЛЁННОЙ ОБРАБОТКИ СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ МИКРОРАЗМЕТКИ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ <i>Галямов А.Ф., Ризванов Д.А., Сметанина О.Н., Юсупова Н.И.</i> .....	27
ТВЕРДОФАЗНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ <i>Герасимова Л.Г., Маслова М.В., Кузьмич Ю.В., Щукина Е.С.</i> .....	36
АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ СХЕМНЫХ РЕШЕНИЙ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЛИСТОВ МЕТАЛЛООБЛИЦОВКИ НУЛЕВОЙ ОТМЕТКИ СТАРТОВОГО СООРУЖЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО СТАРТОВОГО КОМПЛЕКСА «АНГАРА» <i>Гула Д.Н.</i> .....	44
УСТАНОВКА ЗОННОЙ ПЛАВКИ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СВЕРХЧИСТЫХ МЕТАЛЛОВ <i>Досмухамедов Н.К., Жолдасбай Е.Е., Нурлан Г.Б., Курмансеитов М.Б.</i> .....	50
ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГОРЕНИЯ И ТЕПЛОМАССОБМЕНА ПРИ РАБОТЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ГАЗОВЫХ ГОРЕЛОК ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ <i>Ермолаев А.Н.</i> .....	56
ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОУСТОЙЧИВОСТИ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ $ZrO_2$ , $BeO_2$ , $MgO$ В КАРБОНАТНЫХ РАСПЛАВАХ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ <i>Каплан В.А., Досмухамедов Н.К., Жолдасбай Е.Е.</i> .....	63
ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СКОРОСТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ WI-FI <i>Киренберг А.Г., Славолубова Я.В.</i> .....	68
ОБОБЩЕНИЕ ФОРМУЛЫ КОЛБРУКА – УАЙТА НА ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ТРУБЕ С ПРОИЗВОЛЬНОЙ ПЕСОЧНОЙ ШЕРОХОВАТОСТЬЮ СТЕНКИ <i>Кондратьев А.С., Ньа Т.Л., Швыдько П.П.</i> .....	74
ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМООБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА МЕХАНИЧЕСКИ ОБРАБАТЫВАЕМОГО СЛЮДОСИТАЛЛА <i>Кузьмин А.А., Яблокова М.А.</i> .....	79
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ МНОГОМЕРНЫХ ДАННЫХ В ЗАДАЧАХ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ <i>Мартышенко С.Н., Степаненко А.А.</i> .....	86

---

**ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ**

*Надеждин Е.Н.* ..... 94

**СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД  
СЛОЖНОГО СОСТАВА РЕАГЕНТНЫМ И ГАЛЬВАНОКОАГУЛЯЦИОННЫМ МЕТОДАМИ**

*Попов В.Г., Тягунова В.Г., Диньмухаметова Л.С.* ..... 101

**АНАЛИЗ РЕЖИМОВ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ НА ОТОПЛЕНИЕ  
ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ**

*Пухкал В.А.* ..... 106

**РАЗРАБОТКА СОСТАВА КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКИ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО  
ДЕЙСТВИЯ СС-ЗТН**

*Рахимов М.А., Рахимова Г.М., Хан М.А., Тоимбаева Б.М.* ..... 112

**РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ  
НА ПЛАТФОРМЕ MOODLE**

*Хамутников В.А., Давыдов А.Н., Самоделов С.К., Макуха Л.В., Сидоров А.Ю.* ..... 117

**РАСПОЗНАВАНИЕ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ СЛУЧАЙНЫХ  
РЕШАЮЩИХ ДЕРЕВЬЕВ И ГИСТОГРАММЫ НАПРАВЛЕННЫХ ГРАДИЕНТОВ**

*Чирьишев Ю.В., Атаманова А.С.* ..... 124

**СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ШПИНЕЛЕЙ  
СИСТЕМЫ  $0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-}0.7\text{CuCr}_2\text{O}_4$** 

*Шабельская Н.П., Волошина Е.Н., Сулима Е.В., Сулима С.И., Кузьмина Я.А., Жукова И.Ю.* .. 129

---

**Экономические науки (08.00.00)**
**КЛЮЧЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНОВ И СВЯЗИ (ЗАВИСИМОСТИ)  
МЕЖДУ НИМИ: МЕТОДЫ, МОДЕЛИ, МЕТОДИКА ОЦЕНКИ**

*Адамадзиев К.Р., Адамадзиева А.К., Ахмедов А.С.* ..... 134

**СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ТОРГОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ  
РОССИИ И КИТАЯ**

*Астахова Е.В., Ван Чжэ* ..... 140

**МЕТОДЫ ПРЯМОГО УЧАСТИЯ ГОСУДАРСТВА В ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

*Валишвили М.А., Никитская Е.Ф.* ..... 146

**ОБ УЧЕТЕ ФАКТОРА ВРЕМЕНИ ПРИ ОЦЕНКЕ СТОИМОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО  
КАПИТАЛА ДОХОДНЫМ ПОДХОДОМ**

*Гапоненко Т.В.* ..... 154

**СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
В РЕСПУБЛИКЕ БУРЯТИЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

*Дашиева Т.Б., Дондокова И.В., Убонова Д.З.* ..... 160

**ОЦЕНКА ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ РЕГИОНОВ ЦФО ПО УРОВНЮ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ**

*Зюкин Д.А., Куркина М.П.* ..... 165

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ  
В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА**

*Кауфман Н.Ю., Ширинкина Е.В.* ..... 169

**РАЗВИТИЕ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ РЕГИОНОВ ЦФО**

*Куркина М.П., Зюкин Д.А.* ..... 173

**РАЗРАБОТКА И ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ NIROSE ДЛЯ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ  
БРЕНДА РОССИЙСКОЙ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ КОМПАНИИ**

*Максимов Д.А., Халиков М.А.* ..... 177

---

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ИНДЕКСА ИННОВАТИВНОСТИ РОССИИ <i>Михалевский Д.А., Уфимцева А.Ю., Пеклеванная М.В.</i> .....	186
ИНИЦИАТИВНО-ЦЕЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРОННОГО ПРАВИТЕЛЬСТВА РЕГИОНА И ТЕХНОЛОГИЙ КРАУДСОРСИНГА <i>Петрова Е.А., Калинина В.В., Шевандрин А.В.</i> .....	193
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ЕДИНОГО ЕВРОАЗИАТСКОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РЫНКА <i>Решетняк Е.И., Данько Н.И., Астахова Е.В., Ван Чжихуэй</i> .....	198
К ИССЛЕДОВАНИЮ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА СОДЕРЖАНИЕ БЮДЖЕТНЫХ УСЛУГ В ТРАНСФОРМАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКЕ ТАДЖИКИСТАНА <i>Ризокулов Т.Р., Давлатов Д.А.</i> .....	204
АНАЛИЗ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РЕГИОНА: МУНИЦИПАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ <i>Суржиков В.И.</i> .....	209
АСИММЕТРИЯ РОССИЙСКОЙ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ В КОНТЕКСТЕ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ <i>Титов В.А., Тихомирова Е.И.</i> .....	214
ПРОГРАММА СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЛЕЧЕБНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО ТУРИЗМА И ЕЁ РЕАЛИЗАЦИЯ В РЕСПУБЛИКЕ ДАГЕСТАН <i>Умаханова А.Ш., Амирова М.М.</i> .....	219
ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ И СИБИРСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ В 2009–2014 ГГ. <i>Уфимцева А.Ю., Михалевский Д.А., Пеклеванная М.В.</i> .....	223
МЕЖДУНАРОДНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ КАК ВОЗМОЖНОСТЬ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ <i>Черданцев В.П.</i> .....	228
АНАЛИЗ ЗАТРАТ НА ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ МОДИФИЦИРОВАННОГО КАМЕННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ОТСЕВОВ ДРОБЛЕНИЯ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ <i>Черепов В.Д., Шевнина А.Е., Красикова О.В.</i> .....	232
ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ КУЛЬТУРЫ ОРГАНИЗАЦИИ <i>Якимова З.В., Масилова М.Г.</i> .....	237

---

**CONTENTS**
**Technical sciences (05.02.00, 05.13.00, 05.17.00, 05.23.00)**

INCREASED RELIABILITY GUARANTEED POWER SUPPLY SYSTEMS GROUND SYSTEMS SPACE ASSIGNMENT OF METHOD OF FORMAL DESCRIPTION OF FAILURES AND THE CHOICE OF A MINIMUM SET OF CONTROLLED CHARACTERISTICS <i>Absalyamov D.R., Aitov R.N., Levchuk A.A., Marchenko M.A.</i>	9
A REVIEW OF THE STRUCTURE OF THE AUTOMATED SYSTEM ASSESSMENT OF THE OCCUPATIONAL RISKS WITH A HUMAN FACTOR DEVELOPMENT <i>Bogush M.I., Gordienko L.V., Dmitrieva I.A., Skachkova E.S.</i>	15
STUDY OF STABILITI OF LIGHT COMMERCIAL VEHICLES REGARD TO THE STIFFNESS OF THE FRAME <i>Butin D.A., Kostin S.Yu., Vasiliev A.A., Sereda P.V.</i>	21
GLOBALLY DISTRIBUTED PROCESSING OF STRUCTURED DATA FOR DECISION MAKING BASED ON METADATA <i>Galyamov A.F., Rizvanov D.A., Smetanina O.N., Yusupova N.I.</i>	27
SOLID-PHASE PROCESSES AT THE TECHNOLOGY OBTAINING FUNCTIONAL MATERIALS <i>Gerasimova L.G., Maslova M.V., Kuzmich Yu.V., Schukina E.S.</i>	36
ANALYSIS OF POSSIBLE SCHEMATICS ATTACH SHEETS METALLOOBLITSOVKI ZERO MARK THE LAUNCH CONSTRUCTION UNIVERSAL LAUNCH COMPLEX «ANGARA» <i>Gula D.N.</i>	44
INSTALLATION ZONE MELTING AND ITS APPLICATION TO HIGH PURITY METALS <i>Dosmukhamedov N.K., Zholdasbay E.E., Nurlan G.B., Kurmanseitov M.B.</i>	50
NUMERICAL INVESTIGATION OF COMBUSTION AND HEAT AND MASS TRANSFER DURING OPERATION HIGH-TEMPERATURE GAS INFRARED HEATERS <i>Ermolaev A.N.</i>	56
STUDY OF WEAR-RESISTANT CERAMIC MATERIALS BASED ON ZRO <sub>2</sub> , BEO <sub>2</sub> , MGO IN THE CARBONAT MELT ALKALI METALS AT HIGH TEMPERATURES <i>Kaplan V.A., Dosmukhamedov N.K., Zholdasbay E.E.</i>	63
PRELIMINARY ASSESSMENT DATA RATE WIRELESS NETWORKS WI-FI <i>Kirenberg A.G., Slavolyubova Ya.V.</i>	68
THE COLEBROOK-WHITE GENERAL FORMULA IN PIPE FLOW FOR ARBITRARY SAND ROUGHNESS OF PIPE WALL <i>Kondratev A.S., Nha T.L., Shvydko P.P.</i>	74
EFFECT OF HEAT TREATMENT ON THE PROPERTIES OF THE MECHANICALLY PROCESSED MICA GLASS-CERAMIC MATERIAL <i>Kuzmin A.A., Yablokova M.A.</i>	79
AUTOMATION OF MULTIDIMENSIONAL DATA PROCESSING TASKS IN COGNITIVE MODELING <i>Martyshenko S.N., Stepanenko A.A.</i>	86
APPLIED PROBLEMS OF THE SEMANTIC ANALYSIS OF TEXT DOCUMENTS <i>Nadezhdin E.N.</i>	94

COMPARISON OF CHEMICAL AND GALVANO-CHEMICAL TECHNIQUES FOR THE INDUSTRIAL COMPLEX WASTEWATER TREATMENT <i>Popov V.G., Tyagunova V.G., Dinmukhametova L.S.</i> .....	101
THE ANALYSIS OF HEAT CONSUMPTION MODES IN SERVICED RESIDENTIAL BUILDINGS <i>Pukhkal V.A.</i> .....	106
DEVELOPMENT OF THE INTEGRATED ADDITIVE MULTIFUNCTIONAL ACTION OF SS-3TN <i>Rakhimov M.A., Rakhimova G.M., Khan M.A., Toimbaeva B.M.</i> .....	112
EXTENSION OF CAPABILITIES OF ELECTRONIC EDUCATIONAL SYSTEMS BASED ON MOODLE PLATFORM <i>Khamutnikov V.A., Davydov A.N., Samodelov S.K., Makukha L.V., Sidorov A.Yu.</i> .....	117
ROUND WOOD RECOGNITION USING RANDOM FOREST AND HISTOGRAM OF ORIENTED GRADIENTS <i>Chiryshhev Yu.V., Atamanova A.S.</i> .....	124
SYNTHESIS AND STUDY OF CATALYTIC PROPERTIES OF THE SPINEL SYSTEM $0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4-0.7\text{CuCr}_2\text{O}_4$ <i>Shabelskaya N.P., Voloshina E.N., Sulima E.V., Sulima S.I., Kuzmina Ya.A., Zhukova I.Yu.</i> .....	129
<b>Economic sciences (08.00.00)</b>	
HIGHLIGHT FIGURES OF REGIONS' ECONOMY AND RATIOS (CORRELATIONS) BETWEEN THEM: METHODS, MODELS, EVALUATION METHODOLOGY <i>Adamadziev K.R., Adamadzieva A.K., Akhmedov A.S.</i> .....	134
RUSSIA AND CHINA CONTEMPORARY TRADE TRENDS <i>Astakhova E.V., Wang Zhe</i> .....	140
METHODS OF DIRECT STATE PARTICIPATION IN INVESTMENT ACTIVITY <i>Valishvili M.A., Nikitskaya E.F.</i> .....	146
ON ACCOUNT OF TIME FACTOR IN THE ASSESSMENT OF VALUE OF INTELLECTUAL CAPITAL INCOME APPROACH <i>Gaponenko T.V.</i> .....	154
STRATEGIC PLANNING OF INNOVATION ACTIVITY DEVELOPMENT IN THE REPUBLIC OF BURYATIA: PROBLEMS AND PROSPECTS <i>Dashieva T.B., Dondokova I.V., Ubonova D.Z.</i> .....	160
THE ESTIMATION OF THE DIFFERENTIATION OF CENTRAL FEDERAL DISTRICT REGIONS THE STANDART OF POPULATION LIVING <i>Zyukin D.A., Kurkina M.P.</i> .....	165
FEATURES OF FORMATION OF MANAGERIAL INNOVATIONS IN THE DEVELOPMENT OF HUMAN CAPITAL <i>Kaufman N.Yu., Shirinkina E.V.</i> .....	169
THE DEVELOPMENT OF SOCIAL INFRASTRUCTURE OF THE CENTRAL FEDERAL DISTRICT REGIONS <i>Kurkina M.P., Zyukin D.A.</i> .....	173
DEVELOPMENT AND VERIFICATION OF HIROSE MODEL FOR BRAND VALUE ASSESSMENT OF THE RUSSIAN TELECOMMUNICATION COMPANY <i>Maksimov D.A., Khalikov M.A.</i> .....	177

---

THE RESEARCH OF THE POTENTIAL INNOVATION INDEX IN RUSSIA <i>Mikhalevskiy D.A., Ufimtseva A.Yu., Peklevannaya M.V.</i> .....	186
INITIATIVE GOALS MANAGEMENT WITH USE OF ELEMENTS OF THE ELECTRONIC GOVERNMENT OF THE REGION AND TECHNOLOGIES OF CROWDSOURCING <i>Petrova E.A., Kalinina V.V., Shevandrin A.V.</i> .....	193
SIMULATION OF THE SINGLE MARKET EURASIAN ENERGY <i>Reshetnyak E.I., Danko N.I., Astakhova E.V., Baths Zhihui</i> .....	198
THE STUDY OF FACTORS AFFECTING ON THE CONTENT OF BUDGET OF TRANSFORMATION THE ECONOMY OF TAJIKISTAN <i>Rizokulov T.R., Davlatov D.A.</i> .....	204
ANALYSIS OF INVESTMENT OPPORTUNITIES IN THE REGION: MUNICIPAL LEVEL <i>Surzhikov V.I.</i> .....	209
THE ASYMMETRY OF THE RUSSIAN TERRITORIAL SYSTEM IN THE CONTEXT OF THE DEVELOPMENT OF THE INFORMATION ECONOMY <i>Titov V.A., Tikhomirova E.I.</i> .....	214
STRATEGIC DEVELOPMENT PROGRAM OF MEDICAL TOURISM AND ITS IMPLEMENTATION IN THE REPUBLIC OF DAGESTAN <i>Umakhanova A.Sh., Amirova M.M.</i> .....	219
THE DEMOGRAPHIC SITUATION IN THE IRKUTSK REGION AND SIBERIAN FEDERAL DISTRICT IN 2009–2014 <i>Ufimtseva A.Yu., Mikhalevskiy D.A., Peklevannaya M.V.</i> .....	223
INTERNATIONAL INTEGRATION AS AN OPPORTUNITY OF INDUSTRIAL UPGRADING <i>Cherdantsev V.P.</i> .....	228
THE ANALYSIS OF THE COST OF IMPLEMENTATION A TECHNOLOGICAL LINE FOR PRODUCTION OF MODIFIED STONE MATERIAL BASED ON SCREENINGS CRUSHING OF CARBONATE ROCKS OF THE REPUBLIC OF MARI EL <i>Cherepov V.D., Shevnina A.E., Krasikova O.V.</i> .....	232
DIAGNOSTIC FEATURES OF THE CULTURE OF THE ORGANIZATION <i>Yakimova Z.V., Masilova M.G.</i> .....	237



УДК 621.565.9

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ ГАРАНТИРОВАННОГО  
ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ НАЗЕМНЫХ КОМПЛЕКСОВ КОСМИЧЕСКОГО  
НАЗНАЧЕНИЯ МЕТОДОМ ФОРМАЛИЗАЦИИ ПОИСКА  
ОТКАЗОВ И ВЫБОРА МИНИМАЛЬНОГО МНОЖЕСТВА  
КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПРИЗНАКОВ**

**Абсалямов Д.Р., Аитов Р.Н., Левчук А.А., Марченко М.А.**

*ФГБВОУ ВО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского», Санкт-Петербург,  
e-mail: vka@mail.ru*

Предлагается метод формализации поиска отказов по основным показателям рабочих процессов в двигателях внутреннего сгорания резервных источников электроснабжения, в котором обучающая процедура совмещена с процедурой выбора минимального множества контролируемых показателей. В рамках предлагаемого метода рассматривается способ группировки обучающих образов и ранжирования групп с целью ускорения сходимости процесса обучения, а также модификация обучающей процедуры при малом объеме и недостаточном качестве априорной информации о системе. При разработке математического обеспечения распознавания отказов в технических системах важнейшими задачами являются формирование множества контролируемых признаков и формальное описание на данной основе каждого отказа. Решение задачи выбора минимального множества контролируемых показателей производится на основе свойств ортогональных векторных систем.

**Ключевые слова:** процедура обучения, система гарантированного электропитания, отказ, контролируемый показатель, обучающая выборка, рекуррентное соотношение, ортонормированный базис

**INCREASED RELIABILITY GUARANTEED POWER SUPPLY SYSTEMS  
GROUND SYSTEMS SPACE ASSIGNMENT OF METHOD OF FORMAL  
DESCRIPTION OF FAILURES AND THE CHOICE OF A MINIMUM  
SET OF CONTROLLED CHARACTERISTICS**

**Absalyamov D.R., Aitov R.N., Levchuk A.A., Marchenko M.A.**

*Mozhaisky Military Space Academy, Sankt-Petersburg, e-mail: vka@mail.ru*

Abstract Proposed method formalization of search failures on the major indicators of workflows in internal combustion of engines standby power supply, the educational of procedure being combined with the choice of minimum set of control parameters procedure. In this method the way of grouping educational pattern and rating of groups for speeding study process of convergence and also the modification of educational procedure in case of small volume and insufficient quality of aprior system are considered. The solution of the problem of minimum set choice of controlled characteristics of the state technical devices is done on the basis of orthogonal vector system properties.

**Keywords:** studying procedure, system guaranteed power supply refusal, controlled characteristic, educational choice, recurrent relation, orthonormal basis

Успешное функционирование наземных комплексов космического назначения (НККН) в значительной степени зависит от бесперебойной работы специальных технических систем, важнейшей из которых является система гарантированного электропитания (СГЭП).

СГЭП предназначена для бесперебойного и гарантированного обеспечения всех потребителей НККН электрической энергией в соответствии с государственными стандартами [1], определяющими требования к качеству электроэнергии в режимах дежурства, штатной работы, а также при аварийных отключениях от основных источников.

При разработке математического обеспечения распознавания отказов в технических системах важнейшими задачами

являются формирование множества контролируемых признаков и формальное описание на данной основе каждого отказа.

В дальнейшем формальное описание отказа ДГУ СГЭП, как составной части математической модели, называется его изображением. Изначально приведенное множество контролируемых показателей в ДВС РИЭ, как правило, является избыточным. Необходимо определить минимальное множество таких показателей, что позволит снизить размерность математической модели, при этом повышая ее достоверность, а следовательно, и надежность ДГУ СГЭП. Это обусловлено снижением количества измерений в системах, каждое из которых сопровождается методическими и метрологическими погрешностями, а также

и уменьшением времени на принятие решений по устранению выявленных отказов.

В настоящей статье рассматривается метод формального описания отказов по основным рабочим диагностическим признакам ДГУ СГЭП, в котором, в отличие от известных методов, совмещены процессы построения отображений отказов и выбора минимального множества контролируемых диагностических признаков.

В работе [2] предложен подход к преобразованию траекторий выходных процессов системы на основе теории пространств измеримых функций и интеграла Лебега. В результате преобразования траекторий формируется вектор  $\mathbf{Y}_{\langle n \rangle}$  числовых характеристик, которые и принимаются в качестве диагностических признаков ДГУ СГЭП. Этот вектор называется наблюдаемым состоянием исследуемой системы (в дальнейшем – «системы») [7].

### Теоретико-множественная формулировка задачи построения изображений отказов ДГУ

На множестве векторов  $\mathbf{Y}_{\langle n \rangle}$  может быть задана структура  $n'$ -мерного евклидова пространства  $Y$ . В данном пространстве выделяются подмножества  $Y^i$  ( $i = \overline{1, m}$ ) наблюдаемых состояний системы, каждое из которых соответствует недопустимым значениям (отказу) по  $i$ -му диагностическому признаку ДГУ СГЭП. Подмножества  $Y^i$  с топологической точки зрения представляют собой области в пространстве  $Y$ .

В общем случае области  $Y^i$  частично пересекаются между собой. Иначе, элементы  $\mathbf{Y}_{\langle n \rangle}$  находятся между собой в отношении толерантности  $\Omega \subset Y \times Y$ , которое обладает следующими свойствами [3]: рефлексивности:  $\forall \mathbf{Y} \in Y, (\mathbf{Y}, \mathbf{Y}) \in \Omega$ ; симметричности:  $\forall \mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2 \in Y: (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \in \Omega \Rightarrow (\mathbf{Y}_2, \mathbf{Y}_1) \in \Omega$ ; анти-транзитивности:  $\exists \mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2, \mathbf{Y}_3 \in Y: (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \in \Omega, (\mathbf{Y}_2, \mathbf{Y}_3) \in \Omega \Rightarrow (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_3) \notin \Omega$ . Из приведенных свойств вытекает, что области  $Y^i$  ( $i = \overline{1, m}$ ) могут рассматриваться как классы толерантности, а фактор-пространство  $Y/\Omega = \{Y^i | i = \overline{1, m}\}$  является покрытием пространства  $Y$  [7].

Процесс отнесения текущего состояния системы к той или иной области  $Y^i$  в покрытии  $Y/\Omega$  характеризуется значительной степенью неопределенности из-за наличия пересечений областей и может давать ошибочные результаты. Поэтому очевидно, что при разработке математической модели распознавания отказов системы каждую область  $Y^i$  необходимо заменить одним элементом – изображением  $i$ -го отказа

$$\mathbf{E}_i = (e_{i1}, e_{i2}, \dots, e_{in'})^T, \quad i = \overline{1, m}, \quad (1)$$

которое интегрально описывает свойства всей области.

Известно, что на евклидовых пространствах реализуется принцип сжимающих отображений [3, 4]. В соответствии с данным принципом всегда может быть найдена та или иная вычислительная схема, которая позволяет выразить целую область изображением вида (1). Такие вычислительные схемы имеют единую математическую основу и реализуются в рамках процедур обучения.

### Теоретические основы обучающей процедуры

Пусть задан перечень всех отказов по диагностическим признакам ДГУ СГЭП

$$Q = \{q_i | i = \overline{1, m}\}; \quad (2)$$

– определён состав контролируемых показателей ДГУ СГЭП

$$\mathbf{Y} = (y_1, y_2, \dots, y_{n'})^T; \quad (3)$$

– сформирована ограниченная по объёму обучающая выборка реализаций наблюдаемых состояний (образов), соответствие которых каждому отказу известно:

$$\{\mathbf{Y}_{\langle n' \rangle k}^1 | k = \overline{1, N^1}\} \subset Y^1,$$

$$\{\mathbf{Y}_{\langle n' \rangle k}^2 | k = \overline{1, N^2}\} \subset Y^2, \dots,$$

$$\{\mathbf{Y}_{\langle n' \rangle k}^m | k = \overline{1, N^m}\} \subset Y^m, \quad (4)$$

где  $N^i$  – мощность множества обучающих образов, содержащихся в области  $Y^i$ .

На основе исходных данных (2)–(4) требуется построить изображения (1), которые оптимальным образом (в смысле достоверности распознавания) описывают признаки соответствующих отказов  $q_i$  ( $i = \overline{1, m}$ ).

Обучающая выборка (4), как правило, является неоднородной и ограниченной по объёму. Следовательно, для обучения необходимо использовать методы непараметрической статистики [6], которые позволяют обрабатывать неоднородную статистическую информацию малого объёма. Одним из них является метод стохастической аппроксимации, который базируется на операциях итеративного градиентного поиска. В соответствии с данным методом для каждого подмножества  $Y^i$  ищется аппроксимация разделяющей функции  $h_i$  в  $n'$ -мерном евклидовом пространстве  $Y$ , которая является неизвестной. Поэтому следует выбрать аппроксимирующую функцию  $h(\mathbf{E}_i, \mathbf{Y}_{\langle n \rangle})$ , с помощью которой ищется оптимальное приближение к разделяющей функции [7].

В алгоритмическом аспекте процедура обучения значительно упрощается, если применить разложение аппроксимирующей функции по ортонормированному базису  $G(\mathbf{Y}) = (g_1(\mathbf{Y}), g_2(\mathbf{Y}), \dots, g_n(\mathbf{Y}))^T$  в соответствии с выражением

$$h(\mathbf{E}_i^T, \mathbf{Y}_{<n'>}) = \mathbf{E}_i^T G(\mathbf{Y}) = \sum_{j=1}^{n'} e_{ij} g_j(\mathbf{Y}), \quad (5)$$

а в качестве меры отклонения аппроксимирующей функции от аппроксимируемой выбрать квадратичную меру

$$H(\mathbf{E}_i, \mathbf{Y}) = (h_i - \mathbf{E}_i^T G(\mathbf{Y}))^2. \quad (6)$$

Далее базис  $G(\mathbf{Y})$  называется  $G$ -преобразованием вектора  $\mathbf{Y}$ .

В работе [6] показано, что при выполнении условий (5) и (6) обучающая процедура представляется в виде рекуррентного соотношения

$$\mathbf{E}_i(k) = \mathbf{E}_i(k-1) - a_k [\mathbf{E}_i(k-1) - G(\mathbf{Y}(k))], \quad (7)$$

где  $a_k$  ( $k = 1, 2, \dots$ ) – элемент последовательности положительных чисел, удовлетворяющий условиям

$$\lim_{k \rightarrow \infty} a_k = 0, \quad \sum_{k=1}^{\infty} a_k = \infty, \quad \sum_{k=1}^{\infty} a_k^2 < \infty.$$

Наиболее простым примером такой последовательности является гармонический ряд

$$\{1/k\} = \{1, 1/2, 1/3, \dots\}. \quad (8)$$

С учётом (8) рекуррентное соотношение (7) принимает вид

$$\mathbf{E}_i(k) = \mathbf{E}_i(k-1) - \frac{1}{k} [\mathbf{E}_i(k-1) - G(\mathbf{Y}(k))], \quad (9)$$

а для каждой координаты  $e_{ij}$  вектора  $\mathbf{E}_i$  соотношение представляется как

$$e_{ij}(k) = e_{ij}(k-1) - \frac{1}{k} [e_{ij}(k-1) - g_j(\mathbf{Y}(k))]. \quad (10)$$

По мере увеличения числа шагов изображение  $\mathbf{E}_i$  стремится к своему оптимальному значению  $\mathbf{E}_i^*$  с вероятностью единица:

$$P[\lim_{k \rightarrow \infty} (\mathbf{E}_i(k) - \mathbf{E}_i^*) = 0] = 1.$$

Каждый из векторов  $\mathbf{E}_i^*$  может трактоваться и как точка в  $n'$ -мерном евклидовом пространстве  $Y$ , и как набор весовых коэффициентов уравнения гиперплоскости, отделяющей данное подмножество  $Y$  от других подмножеств в пространстве  $Y$ . Очевидно, что каждая координата  $e_{ij}$  ( $i = 1, m; j = 1, n'$ ) показывает степень сходства наблюдаемых состояний по  $j$ -му контролируемому признаку.

При реализации процесса обучения на основе рекуррентного соотношения (9) фактически решается градиентное уравнение

$$\text{grad} H(\mathbf{E}_i, \mathbf{Y}) = \text{grad} (h_i - \mathbf{E}_i^T G(\mathbf{Y}))^2 = 0. \quad (11)$$

Уравнение (11) решается методом последовательных приближений. На каждом шаге используются данные из обучающей выборки (4) [7].

### Группировка обучающих образов ДГУ СГЭП и ранжирование групп

Пусть  $Y$  – подмножество обучающих образов технических состояний, соответствие которых  $i$ -му отказу ДГУ СГЭП системы известно. В данном подмножестве выделяется группа  $Y_1^i$ , которая включает наибольшее количество неразличимых между собой элементов. Один из этих элементов  $\mathbf{Y}_{<n'>1}^i \in Y_1^i$  после  $G$ -преобразования принимается в качестве вектора начального приближения:  $G(\mathbf{Y}_1^i(0)) = \mathbf{E}_i(0)$ . Элементы считаются неразличимыми, если их одноимённые координаты отличаются друг от друга на величины, сопоставимые с погрешностями регистрации соответствующих траекторий в контрольных точках системы. Во вторую группу  $Y_2^i$  входит не больше неразличимых элементов, чем в первую, и не меньше, чем в остальные. В третьей группе  $Y_3^i$  количество неразличимых между собой элементов не больше, чем во второй, и не меньше, чем в остальных. Аналогичным образом формируются все группы [7].

Если через  $J$  обозначить индексное множество обучающих образов ( $|J| = N^i$ , где  $|J|$  – мощность множества  $J$ ), соответствующих  $i$ -му отказу ДГУ СГЭП, то результаты их группировки и ранжирования полученных групп можно представить следующим образом:

$$\begin{aligned} Y_1^i &= (\mathbf{Y}_k^i)_{k \in J_1}, J_1 \subseteq J, |J_1| = N_1^i, N_1^i \leq N^i; \\ Y_2^i &= (\mathbf{Y}_k^i)_{k \in J_2}, J_2 \subseteq J \setminus J_1, |J_2| = N_2^i, N_2^i \leq N_1^i; \\ Y_3^i &= (\mathbf{Y}_k^i)_{k \in J_3}, J_3 \subseteq J \setminus J_1 \cup J_2, |J_3| = N_3^i, N_3^i \leq N_2^i; \\ &\dots \dots \dots \\ Y_p^i &= (\mathbf{Y}_k^i)_{k \in J_p}, J_p \subseteq J \setminus \bigcup_{l=1}^{p-1} J_l, |J_p| = N_p^i, N_p^i \leq N_{p-1}^i. \end{aligned} \quad (12)$$

Порядок использования групп в ходе обучения совпадает с их номером (рангом), а последовательность применения обучающих образов в рамках одной и той же группы произвольна. Указанные действия выполняются для каждого подмножества  $Y^i$  ( $i = \overline{1, m}$ ) из обучающей выборки (4).

Изложенный способ группировки и ранжирования означает задание на множествах  $Y^i$  ( $i = \overline{1, m}$ ) отношений эквивалентности  $\Sigma_i$ , которые обеспечивают объединение в рамках одной группы неразличимых (эквивалентных) между собой элементов, а затем ранжирование групп по убыванию количества содержащихся в них образов. В результате из обучающей выборки по каждому отказу ДГУ СГЭП формируется упорядоченное фактор-множество  $Y^i / \Sigma_i = \{Y_1^i, Y_2^i, \dots, Y_p^i\}$ ,  $i = \overline{1, m}$ , элементы которого удовлетворяют соотношениям (12).

Обучение с группировкой и ранжированием обеспечивает максимальное влияние на формирование изображений тех образов, которые наиболее характерны для соответствующих отказов ДГУ СГЭП. Данное утверждение объясняется тем, что коэффициент  $1/k$  в соотношениях (9) и (10) на предыдущем шаге обучения больше, чем на последующем. Поэтому каждый предыдущий образ более значим, чем последующий [7].

### Модификация обучающей процедуры

Если ДГУ СГЭП находятся в стадии разработки или эксплуатируются в единичных экземплярах и непродолжительное время, то объем и качество априорной информации об объекте исследования могут оказаться недостаточными даже для приближенной оценки диапазонов значений контролируемых показателей при различных отказах. В этом случае наиболее конструктивным является подход, основанный на информации о фактах выхода значений контролируемых показателей ДГУ СГЭП за допустимые интервалы

$$\Delta_j = [y_{0j}^a; y_{0j}^b], \quad j = \overline{1, n'} \quad (13)$$

соответствующие удовлетворительному (работоспособному) состоянию системы ( $y_{0j}^a, y_{0j}^b$  – соответственно нижнее и верхнее допустимые значения  $j$ -го контролируемого показателя). При реализации предлагаемого подхода целесообразно использовать бинарные значения контролируемых показателей, определяемые выражением [7]

$$s_j = \begin{cases} 1, & \text{если } y_j \in \Delta_j, \\ -1, & \text{если } y_j \notin \Delta_j. \end{cases} \quad (14)$$

В качестве базисных функций  $g_j(\mathbf{Y})$ , которые используются в рекуррентных соот-

ношениях (9) и (10), могут быть приняты функции

$$g_j(\mathbf{Y}) = s_j \delta_{rj}, \quad r, j = \overline{1, n'}, \quad (15)$$

где  $\delta_{rj} = \begin{cases} 1, & \text{если } r = j, \\ 0, & \text{если } r \neq j. \end{cases}$  – символ Кронекера.

Анализ в соответствии со схемой, изложенной в работе [8], показывает, что функции  $\{g_j(\mathbf{Y}) | j = \overline{1, n'}\}$  вида (15) образуют полную систему ортонормированных функций. Из выражений (14) и (15) следует, что  $r$ -я базисная функция при  $r = j$  определяется как  $g_j(\mathbf{Y}) = s_j$ . Тогда ортонормированный базис представляет собой вектор значений контролируемых показателей в бинарной форме:  $G(\mathbf{Y}) = (s_1, s_2, \dots, s_{n'})^T = \mathbf{S}$ . Произвольное наблюдаемое состояние  $\mathbf{Y}^i$ , соответствующее  $i$ -му отказу, преобразуется аналогично:  $G(\mathbf{Y}^i) = (s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{in'})^T = \mathbf{S}^i$ . Аппроксимирующая функция (5) записывается в форме

$$h(\mathbf{E}_i^T, \mathbf{Y}) = \sum_{j=1}^{n'} e_{ij} s_j.$$

Рекуррентное соотношение (9) принимает вид

$$\mathbf{E}_i(k) = \mathbf{E}_i(k-1) - \frac{1}{k} [\mathbf{E}_i(k-1) - \mathbf{S}^i(k)]. \quad (16)$$

Изображения, полученные в соответствии с выражением (16), представляются как векторы нормализованных показателей

$$\mathbf{E}_i = (e_{i1}, e_{i2}, \dots, e_{ij}, \dots, e_{in'})^T,$$

$$e_{ij} \in [-1, 1], \quad i = \overline{1, m}. \quad (17)$$

Положительное значение показателя  $e_{ij}$  указывает на то, что в обучающей выборке преобладают отказы, при которых значения  $j$ -го контролируемого показателя не выходят из допустимого интервала (13), и наоборот в случае отрицательного значения [7].

### Выбор минимального множества контролируемых показателей

В общем случае размерность вектора  $\mathbf{Y}_{\langle n \rangle}$  наблюдаемого состояния ДГУ является избыточной. Это означает, что существует такой вектор контролируемых показателей  $\mathbf{Y}_{\langle n' \rangle}$  меньшей размерности ( $n' < n$ ), на котором все отказы являются наблюдаемыми.

Далее рассматривается процедура формирования минимального множества контролируемых показателей, связанная со сжатием изображений (1) или (17) отказов ДГУ СГЭП. Предлагаемая процедура позволяет выявлять и исключать малоинформативные контролируемые показатели [7].

Известно [9], что минимальная различимость двух векторов одинаковой размерно-

сти обеспечивается при условии их линейной независимости. Причем степень различимости увеличивается при возрастании меры обладания ими свойством ортогональности. Следовательно, для обеспечения наблюдаемости отказов требуется два условия.

1. Матрица  $\mathbf{E}$  транспонированных векторов изображений  $\mathbf{E}_i$  ( $i = \overline{1, m}$ ) не должна содержать одинаковых или пропорциональных строк:  $\mathbf{E}_i \neq a_1 \mathbf{E}_k, \forall a_1 \in \{R \setminus 0\}, i, k = \overline{1, m}, i \neq k$ , где  $R$  – множество вещественных чисел. Данное условие указывает на линейную независимость строк матрицы  $\mathbf{E}$ .

2. Значение скалярного произведения векторов  $\mathbf{E}_i$  и  $\mathbf{E}_k$  должно стремиться к нулю:  $(\mathbf{E}_i, \mathbf{E}_k) \rightarrow 0, i, k = \overline{1, m}, i \neq k$ . Чем ближе к нулю значение скалярного произведения, тем больше мера обладания векторами  $\mathbf{E}_i$  и  $\mathbf{E}_k$  свойством ортогональности.

В зависимости от требований к достоверности контроля технического состояния необходимо задаваться некоторым пороговым значением  $a_2$ , чтобы выполнялось условие

$$(\mathbf{E}_i, \mathbf{E}_k) < a_2, i, k = \overline{1, m}, i \neq k, a_2 \in R^+, \quad (18)$$

где  $R^+$  – множество положительных вещественных чисел.

С целью вывода правила для задания  $a_2$  и определения минимального состава контролируемых признаков, следует рассмотреть механизм получения ортогональных систем векторов при условии, что имеются исходные линейно независимые, но не ортогональные системы. К ним относится и система векторов  $\mathbf{E}_1, \mathbf{E}_2, \dots, \mathbf{E}_m$ . Наиболее эффективным способом решения подобных задач является процедура ортогонализации Грама – Шмидта [9]. Она позволяет путем линейного преобразования системы  $\mathbf{E}_1, \mathbf{E}_2, \dots, \mathbf{E}_m$  получить ортогональную систему  $\mathbf{E}_1^\perp, \mathbf{E}_2^\perp, \dots, \mathbf{E}_m^\perp$ , если общее число векторов  $m$  меньше их размерности  $n'$ :  $m < n'$ . С помощью указанной процедуры связь между исходными и преобразованными векторами задается следующими выражениями:

$$\mathbf{E}_1^\perp = a_{11} \mathbf{E}_1, \mathbf{E}_2^\perp = \mathbf{E}_2 - a_{21} \mathbf{E}_1^\perp,$$

$$\mathbf{E}_3^\perp = \mathbf{E}_3 - a_{31} \mathbf{E}_1^\perp - a_{32} \mathbf{E}_2^\perp, \dots,$$

$$\mathbf{E}_m^\perp = \mathbf{E}_m - \sum_{k=1}^{m-1} a_{mk} \mathbf{E}_k^\perp, \quad (19)$$

где

$$a_{11} = 1, a_{ik} = \frac{(\mathbf{E}_i, \mathbf{E}_k^\perp)}{(\mathbf{E}_k^\perp, \mathbf{E}_k^\perp)},$$

$$i = \overline{2, m}, k = \overline{1, m-1}. \quad (20)$$

Из выражений (19) очевидно, что всякий вектор  $\mathbf{E}_i^\perp$  ортогональной системы представляет собой некоторую линейную комбинацию векторов  $\mathbf{E}_1, \mathbf{E}_2, \dots, \mathbf{E}_m$  и, следовательно, является ненулевым. В противном случае оказались бы линейно зависимыми векторы  $\mathbf{E}_1, \mathbf{E}_2, \dots, \mathbf{E}_m$ , что не соответствует начальному условию.

Векторы  $\mathbf{E}_i^\perp$  ( $i = \overline{1, m}$ ) образуют матрицу  $\mathbf{E}^\perp$ , которая связана с исходной матрицей  $\mathbf{E}$  соотношением  $\mathbf{E}^\perp = \mathbf{A}\mathbf{E}$ . Оператор преобразования  $\mathbf{A}$  является левой треугольной матрицей, диагональные элементы которой равны единице, а внедиагональные определяются по формулам (20), т.е.

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ -a_{21} & 1 & 0 & \dots & 0 \\ -a_{31} & -a_{32} & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ -a_{m1} & -a_{m2} & -a_{m3} & \dots & 1 \end{bmatrix}. \quad (21)$$

Матрица  $\bar{\mathbf{E}}^\perp$ , составленная из скалярных произведений вида  $(\mathbf{E}_i^\perp, \mathbf{E}_k^\perp)$ ,  $i, k = \overline{1, m}$  называется матрицей Грама. Определитель этой матрицы (определитель Грама) имеет вид [7]

$$\det \bar{\mathbf{E}}^\perp = \begin{vmatrix} (\mathbf{E}_1^\perp, \mathbf{E}_1^\perp) & (\mathbf{E}_1^\perp, \mathbf{E}_2^\perp) & \dots & (\mathbf{E}_1^\perp, \mathbf{E}_m^\perp) \\ (\mathbf{E}_2^\perp, \mathbf{E}_1^\perp) & (\mathbf{E}_2^\perp, \mathbf{E}_2^\perp) & \dots & (\mathbf{E}_2^\perp, \mathbf{E}_m^\perp) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ (\mathbf{E}_m^\perp, \mathbf{E}_1^\perp) & (\mathbf{E}_m^\perp, \mathbf{E}_2^\perp) & \dots & (\mathbf{E}_m^\perp, \mathbf{E}_m^\perp) \end{vmatrix}. \quad (22)$$

Все внедиагональные элементы определителя (22) равны нулю:

$$(\mathbf{E}_i^\perp, \mathbf{E}_k^\perp) = 0, i, k = \overline{1, m}, i \neq k, \quad (23)$$

поскольку векторы  $\mathbf{E}_i^\perp$  и  $\mathbf{E}_k^\perp$  ортогональны. Для диагональных элементов справедливо неравенство

$$(\mathbf{E}_i^\perp, \mathbf{E}_i^\perp) > 0, i = \overline{1, m}, \quad (24)$$

так как в матрице  $\bar{\mathbf{E}}^\perp$  нет нулевых строк. По этой причине  $\det \bar{\mathbf{E}}^\perp > 0$ , следовательно, ранг матрицы  $\bar{\mathbf{E}}^\perp$  равен  $m$ :

$$\text{rang} \bar{\mathbf{E}}^\perp = m. \quad (25)$$

В работе [10] показано, что если матрица Грама системы векторов  $\mathbf{E}_1, \mathbf{E}_2, \dots, \mathbf{E}_m$  имеет ненулевые ведущие миноры и в каждой  $i$ -й строке данной матрицы диагональный элемент имеет наибольшее значение среди всех других элементов данной строки, то справедливы следующие утверждения [7].

1. Существует  $n$  таких координат ( $m \leq n < n'$ ), что сформированные из них

векторы  $\mathbf{E}_i = (e_{i1}, e_{i2}, \dots, e_{in})^T$ ,  $i = \overline{1, m}$  будут попарно ортогональны.

2. Для обеспечения ортогональности не требуется линейного преобразования исходной системы векторов  $\mathbf{E}_1, \mathbf{E}_2, \dots, \mathbf{E}_m$ , так как матрица преобразования вырождается в единичную матрицу. Если в качестве линейного преобразования применяется процедура Грама – Шмидта, то в единичную обращается матрица (21).

Следовательно, для обеспечения наблюдаемости всех отказов системы на множестве из  $n$  контролируемых показателей необходимо и достаточно, чтобы выполнялись условия:

1)  $M_b \neq 0$ , где  $M_b$  – ведущие миноры матрицы Грама;

2)  $(\mathbf{E}_i, \mathbf{E}_k) > (\mathbf{E}_i, \mathbf{E}_i)$ ,  $i, k = \overline{1, m}$ ,  $i \neq k$ .

Первое условие выполняется, так как справедливо равенство (25). Второе условие выполняется в силу справедливости (23), (24) и (25) [2]. Данное условие можно использовать при задании порогового значения  $a_2$  в неравенстве (18):  $a_2 = \min\{(\mathbf{E}_i, \mathbf{E}_i)\}$ ,  $i = \overline{1, m}$ .

Таким образом, из исходного множества контролируемых признаков может быть выбрано  $n$  ( $m \leq n < n'$ ) таких, которые обеспечивают наблюдаемость всех отказов системы. Практически должен быть реализован случай, когда  $n = m$ , поскольку именно в этом случае достигается минимально возможное множество контролируемых показателей [7].

### Заключение

Адекватное математическое описание отказов по основным рабочим диагностическим признакам ДГУ СГЭП наряду с использованием минимального множества информативных контролируемых показателей является одним из ключевых условий повышения достоверности и оперативности принятия решений о фактическом состоянии и функциональной пригодности ДГУ СГЭП, а следовательно, повышения надежности работы всей системы электроснабжения наземных комплексов космического назначения.

### Список литературы

1. ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения / Госстандарт России. – М., 1998. – 31 с.
2. Сеньченков В.И. Математическое обеспечение контроля технического состояния мехатронных комплексов // Авиакосмическое приборостроение. – 2005. – № 10.

3. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. – М.: Физматлит, 2009.

4. Треногин В.А. Функциональный анализ. – М.: Наука, 1980.

5. Сеньченков В.И. Процедура обучения при разработке моделей контроля технического состояния сложных систем // Извест. Вузов. Приборостроение. – 2010. – Т. 53, № 1.

6. Тарасенко Ф.П. Непараметрическая статистика. – Томск: Изд-во Томского университета, 1976.

7. Абсаямов Д.Р. Повышение надежности систем теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха методом формализации поиска отказов по показателям эффективности использования топливно-энергетических ресурсов // Инженерно-строительный журнал «Гидравлика. Инженерные системы зданий». – СПб, 2012. – № 2(28).

8. Суэтин П.К. Классические ортогональные полиномы. – М.: Наука, 1979.

9. Дьяков А.Н., Решетников Д.В., Бояршинов С.Н. Моделирование системы поддержания работоспособного состояния сложных технических систем // Вооружение и экономика. – М.: Региональная общественная организация «Академия проблем военной экономики и финансов», 2016. – № 3 (36). – С. 35–43.

10. Дьяков А.Н., Кокарев А.С., Решетников Д.В. Моделирование системы технического обслуживания и ремонта сложных технических систем ракетно-космических комплексов // Труды ВКА имени А.Ф. Можайского. Вып. 645. / под общ. ред. Ю.В. Кулешова. – СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2014. – С. 23–30.

### References

1. GOST 13109-97. Normy kachestva jelektricheskoj energii v sistemah jelektronsnabzhenija obshhego naznacheniya / Gosstandart Rossii. M., 1998. 31 p.
2. Senchenkov V.I. Matematicheskoe obespechenie kontrolja tehničeskogo sostojanija mehatronnyh kompleksov // Aviakosmicheskoe priborostroenie. 2005. no. 10.
3. Kolmogorov A.N., Fomin S.V. Jelementy teorii funkcij i funkcionalnogo analiza. M.: Fizmatlit, 2009.
4. Trenogin V.A. Funkcionalnyj analiz. M.: Nauka, 1980.
5. Senchenkov V.I. Procedura obucheniya pri razrabotke modelej kontrolja tehničeskogo sostojanija slozhnyh sistem // Izvest. Vuzov. Priborostroenie. 2010. T. 53, no. 1.
6. Tarasenko F.P. Neparametricheskaja statistika. Tomsk: Izd-vo Tomskogo universiteta, 1976.
7. Absaljamov D.R. Povyshenie nadezhnosti sistem teplosnabzhenija, ventiljacii i kondicionirovanija vozduha metodom formalizacii poiska otkazov po pokazateljam jeffektivnosti ispolzovanija toplivo-jenergetičeskij resursov // Inzhenerno-stroitelnyj zhurnal «Gidravlika. Inzhenernye sistemy zdaniy». SPb, 2012. no. 2(28).
8. Suetin P.K. Klassičeskie ortogonalnye polinomy. M.: Nauka, 1979.
9. Djakov A.N., Reshetnikov D.V., Bojarshinov S.N. Modelirovanie sistemy podderzhanija rabotosposobnogo sostojanija slozhnyh tehničeskijh sistem // Vooruzhenie i jekonomika. M.: Regionalnaja obshhestvennaja organizacija «Akademija problem voennoj jekonomiki i finansov», 2016. no. 3 (36). pp. 35–43.
10. Djakov A.N., Kokarev A.S., Reshetnikov D.V. Modelirovanie sistemy tehničeskogo obsluzhivaniya i remonta slozhnyh tehničeskijh sistem raketno-kosmicheskijh kompleksov // Trudy VKA imeni A.F. Mozhajskogo. Vyp. 645. / pod obshh. red. Ju.V. Kuleshova. SPb.: VKA imeni A.F. Mozhajskogo, 2014. pp. 23–30.

УДК 004.043

## ОБЗОР СТРУКТУРЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ С УЧЕТОМ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА

<sup>1</sup>Богуш М.И., <sup>2</sup>Гордиенко Л.В., <sup>1</sup>Дмитриева И.А., <sup>1</sup>Скачкова Е.С.

<sup>1</sup>*Южный федеральный университет, Институт управления в экономических, экологических и социальных системах, Таганрог, e-mail: idmitrieva2004@mail.ru;*

<sup>2</sup>*Южный федеральный университет, Институт нанотехнологий, электроники и приборостроения, Таганрог, e-mail: lgordienko@sfedu.ru*

Настоящая статья посвящена исследованию подходов к созданию информационных систем оценки профессиональных рисков с учетом человеческого фактора. Актуальность данного исследования обусловлена высокой степенью производственного травматизма, в основе которого лежит человеческий фактор. В работе данную проблему предлагается решать с использованием автоматизированной системы, которая позволяет планировать и учитывать риски профессиональной деятельности. Показано, что применение автоматизированных систем, учитывающих человеческий фактор, уменьшает значение риска системы «человек – машина». В статье проведен подробный анализ существующих информационных систем для оценки рисков, рассмотрена методология неклассической рациональности при изучении рисков, их виды. Выявлено, что добавление пространственной составляющей и накопленного опыта в структуру системы позволит организовать планирование рисков на более качественно высоком уровне.

**Ключевые слова:** риск, управление рисками, профессиональный риск, автоматизация, охрана труда, планирование

## A REVIEW OF THE STRUCTURE OF THE AUTOMATED SYSTEM ASSESSMENT OF THE OCCUPATIONAL RISKS WITH A HUMAN FACTOR DEVELOPMENT

<sup>1</sup>Bogush M.I., <sup>2</sup>Gordienko L.V., <sup>1</sup>Dmitrieva I.A., <sup>1</sup>Skachkova E.S.

<sup>1</sup>*Southern Federal University, Institute of management in economic, environmental and social systems, Taganrog, e-mail: idmitrieva2004@mail.ru;*

<sup>2</sup>*Southern Federal University, Institute of nanotechnology, electronics and instrumentation, Taganrog, e-mail: lgordienko@sfedu.ru*

This article is devoted to the study of approaches to the development of information systems for the estimation of occupational risks, taking into account the human factor. The relevance of this study caused to the high degree of injury, which is based on the human factor. The paper proposed to solve this problem with the use of an automated system that allows to plan and take into account the risks of professional activities. It is shown that the use of automated systems, taking into account the human factor, reduces the risk's value of the system «man-machine». The article gives a detailed analysis of the existing information systems for risk assessment methodology is considered non-classical rationality in the study of risks, their types. It was found that the addition of a spatial component and the experience gained in the structure of the system allows to organize the planning risks at a qualitatively higher level.

**Keywords:** risk, risk management, professional risk, automation, safety, planning

Актуальность данного исследования обусловлена следующими причинами: по оценкам Международной организации труда (МОТ), ежегодно во всем мире от профессиональных травм и заболеваний умирают более 2,3 млн работающих женщин и мужчин. Свыше 350 тыс. человек погибают по причине несчастных случаев и почти 2 млн человек – по причине профессиональных заболеваний. Анализ причин производственного травматизма показывает, что большинство несчастных случаев связано с «человеческим фактором» (до 70–80%). На наш взгляд, одним из способов решения проблемы производственного травматизма является организация эффективного управления предприятием. В помощь руководи-

телю в принятии решений по обеспечению безопасности призвана информационная система оценки профессиональных рисков с учетом человеческого фактора. С этой целью был проведен литературный обзор по данной проблеме.

В своей статье «Основные принципы создания информационных систем управления профессиональными рисками» Д.А. Мельникова, М.А. Кривова, Г.Н. Яговкин указывают на трудоёмкость обработки имеющейся информации для управления профессиональными рисками, так как число факторов, влияющих на правильность принятия управленческого решения, велико [10].

Предлагается разработанный подход к созданию информационных систем

управления профессиональными рисками. Основные принципы при построении информационных систем указываются следующие: преэмптентность, приоритетность решения задач, поэтапная реализация, открытость, комплексная обработка информации, автоматизация наиболее важных процессов, сохранение ведущей роли руководителя в принятии решения. Не менее важными принципами, на наш взгляд, являются: защита информации, автоматизация документооборота. Указываются основные задачи, которые должна решать информационная система: хранение и систематизация законов и нормативно-правовых актов, выявление факторов и управление профессиональными рисками, выдача рекомендаций, мониторинг и совершенствование информационной системы. Информационная система должна включать базы данных: нормативно-технической документации, оперативных данных, результаты специальной оценки условий труда, эффективность проводимых и планируемых мероприятий, финансирование мероприятий, необходимая информация для идентификации и расчета рисков, обеспеченность и срок годности средств индивидуальной защиты, обучение персонала правилам и нормам охраны труда и промышленной безопасности, аварии и травматизм, и профзаболеваемость

В работе Г.А. Каминской, Г.А. Еселхановой «Апробация различных методик по оценке профессионального риска на производстве» описан опыт применения трех наиболее простых и применяемых в практике методов: финского, унифицированного, клинского. В качестве объектов исследования были выбраны 9 предприятий (Казахстана) различных отраслей. По результатам проведенного исследования были предложены меры профилактики и управления профессиональными рисками [9].

В работе В.В. Захаренкова, А.М. Олещенко и др. «Автоматизированная информационная система (АИС) оценки профессионального риска для здоровья работников предприятий черной металлургии: медицинская технология (МТ)» описана АИС МТ, аналогов которой в России и за рубежом нет. АИС МТ включает методику расчета рисков профессиональной заболеваемости, хронических интоксикаций и безопасного стажа работы в основных профессиональных группах и др. База данных для проведения расчетов риска включает показатели загрязнения токсичными веществами и аэрозолями, уровни физических факторов, персонифицированные данные на работников. АИС МТ позволяет на индивидуальном уровне определить группу профессиональ-

ного риска работников основных профессий предприятий черной металлургии, их безопасный стаж, дать индивидуальные рекомендации по медико-профилактическим, реабилитационно-коррекционным мероприятиям [8].

В Минздравсоцразвития РФ применяется автоматизированная система «Профессиональные риски». Эта система является «государственным информационным ресурсом, содержит данные о физических лицах и рабочих местах и ориентирована на совершенствование информатизации в сфере трудовых отношений и производственных рисков в интересах обеспечения прав граждан в части охраны их здоровья и обеспечения необходимых условий труда, устойчивого экономического и социального развития государства, а также проведения гибкой налоговой политики в отношении работодателей» [1].

Инструментарий системы включает средства для объединения ведомственных БД о состоянии условий труда и производственных рисках в целях формирования прогноза производственного травматизма и профессиональной заболеваемости. Автоматизированная система «Профессиональные риски» направлена на повышение эффективности государственного управления в области охраны труда.

Следует отметить, что в основе структуры в описанных выше системах оценки профессиональных рисков лежат базы данных.

На этапе проектирования информационной системы постараемся учесть опыт ряда исследователей и их рекомендации.

В большинстве отечественных и зарубежных публикаций, посвященных особенностям современного информационного общества, отмечается распространение различного вида рисков. Риски характеризуются как имманентно присущие современному высокотехнологическому обществу, как его обязательный признак. По своей природе они амбивалентны: с одной стороны, риск является необходимым условием жизни людей в динамично изменяющемся мире, с другой – является причиной негативных тенденций современного социума, что приводит к непоправимым авариям и катастрофам. Причина состоит в неумении человека управлять рисками.

Возникает вопрос – можно ли избежать рисков? Нет, потому что любое развивающееся общество всегда находится в переходном состоянии, которое характеризуется наличием неопределенности. Неопределенность порождает риски. Однако управление рисками справедливо рассматривается как обязательное условие снижения вероятности их появления [2, 3].



Какие бывают риски, в чем их особенность? Основной характеристикой рисков является неопределенность будущих результатов. Поэтому изучать риски возможно с применением методологии неклассической рациональности. Согласно этой методологии, случайные события в рисках играют определяющую роль по сравнению с необходимыми событиями. Также определяющую роль играет субъект с его социальными ценностями и целями [11]. Поэтому задача управления рисками заключается в создании таких систем управления, где определяющая роль будет принадлежать необходимым событиям. Потому что только в этом случае такие события можно предвидеть.

В научной литературе рассматриваются различные виды рисков: производственные, коммерческие, финансовые, связанные с покупательной способностью денег и многие другие [7]. Разновидности рисков выделяются автором по характеру последствий, по сфере возникновения, по основной причине. Все критерии классификации рисков, как видно из вышеперечисленного, имеют своей основой деятельность человека в различных профессиональных сферах. Поэтому считаем нужным обобщить эту достаточно объемную классификацию в понятие «профессиональный риск».

Для современного этапа развития России актуальным является рассмотрение профессиональных рисков в аспекте нарушения работодателем законодательства об охране труда и норм трудового законодательства. Часто риски скрываются предпринимателем, что влечет за собой гибель от несчастных случаев на производстве. Как научиться управлять рисками, чтобы, во-первых, снизить до минимума индивидуальные риски, во-вторых, сделать прозрачной деятельность работодателя в отношении рисков на предприятии?

Как отмечает У. Бек, риск в современном обществе необходимо порождается научно-техническими системами [4]. Однако, по нашему мнению, научно-технические системы заключают в себе возможность не только порождать риски, но и управлять ими, сводить до минимума. Можно выделить основные принципы управления рисками на промышленном предприятии. К ним относятся, во-первых, принятие и реализация решений, направленных на сохранение жизни и здоровья человека в процессе труда, во-вторых, совершенствование технологического процесса, сопровождающееся минимизацией рисков для человека, в третьих, применение автоматического и дистанционного управления производ-

ственными процессами. Но можно применять эти принципы на практике, но не получить положительных результатов. Почему? Положительных результатов можно добиться в том случае, если автоматизация системы управления охраной труда будет преобразована в «гибкие» формы организации и управления. Гибкое планирование предусматривает, что планы должны быть представлены в электронной форме. В таких системах люди и технологии объединены в целесообразное целое. «В содержание понятия «управление» при этом включаются процессы самоорганизации, где управление является необходимым внутренним свойством системы» [5, с. 55]. Необходимость, как главное свойство системы, будет доминировать по отношению к случайности, которая характерна для рисков. Следовательно, в таких системах риск будет сведен к минимуму, его можно научно вычислить.

Проанализировав работы ученых, мы выявили, что при разработке автоматизированных информационных систем оценки профессиональных рисков не учитывается пространственная информация. При этом любая деятельность человека реализуется в некотором пространстве.

Анализ производственных рисков является одной из важных задач для предприятия, связанных с обеспечением безопасности производства, трудоспособности персонала и комфортности деятельности.

Оценка производственных рисков подразумевает выявление и учет опасностей, которые свойственны той или иной производственной деятельности и могут нанести вред здоровью специалистов. Повышению качества данного процесса способствует учет ранее выявленных рисков или произошедших рисков ситуаций. При этом следует учитывать риски как во время стандартного рабочего процесса, так и при возникновении нештатных ситуаций (ремонт, сбой, простой). Процесс прогнозирования рисков является достаточно трудоемким и подразумевает всесторонний анализ разнородных данных, неопределенность и изменчивость внешней среды. Данный процесс направлен на прогнозирование и минимизацию рисков ситуаций.

Сама система оценки производственных рисков представляет собой часть сложной автоматизированной системы управления предприятием и включает картографическую основу, подсистемы визуализации, доступа к данным, диалога с пользователем, базу данных нормативно-правовых актов и базу данных рисков ситуаций, подсистему оценки профессиональных рисков, которая на основе мо-

дудей определения виктимности, профессионального уровня и физиологических характеристик позволяет оценить уровень риска с учетом человеческого фактора. Структура автоматизированной системы оценки профессиональных рисков приведена на рис. 1.

Уровень профессионализма определяется на основе оценок экспертов.

Виктимность – повышенная способность человека в силу ряда духовных, физических, социальных качеств, при определенных обстоятельствах становиться жертвой [2]. Уровень виктимности определяется с помощью специализированной диагностической системы.

К физиологическим качествам относятся: общее состояние здоровья, внимание, память, интеллект, которые определяются на основе специализированных тестов.

Также в данной работе в структуру системы предлагается добавить модуль Картографическая основа, который хранит и обрабатывает информацию о пространственном расположении объектов. Помимо этого целесообразно добавление данных

о произошедших несчастных случаях с отметкой их на карте [6]. Картографическое представление порождает естественное для человека образное мышление. Средства картографического анализа позволяют обнаружить «скрытые» взаимосвязи и получить полезные знания об объектах, событиях и их взаимодействиях.

Подсистема диалога с пользователем позволяет манипулировать источниками данных и способами представления полученной информации.

Данная система должна обеспечивать постоянный мониторинг профессиональных рисков всех работников предприятия. Также система должна оценивать уровень риска каждого нового специалиста и нового рабочего места.

База данных передает атрибутивную информацию о произошедших событиях рабочей области картографической основы. С помощью подсистемы визуализации возможно послойное представление данных на карте, которое позволяет визуализировать не только место произошедшего события, но и выявить область его ущерба.

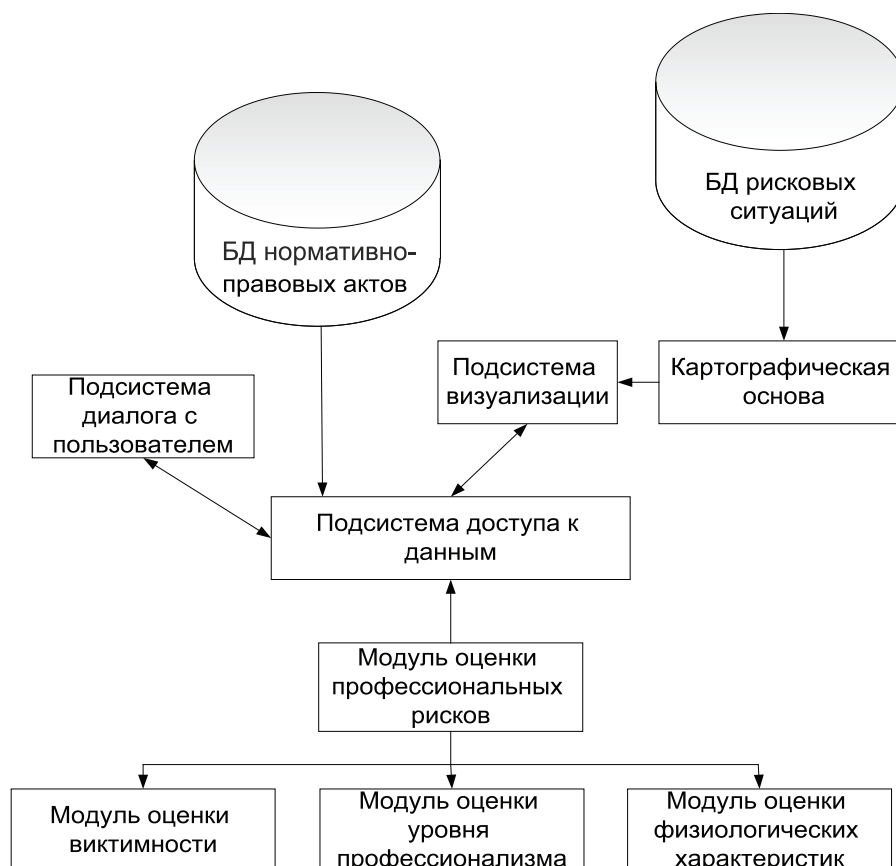


Рис. 1. Структура автоматизированной системы оценки профессиональных рисков

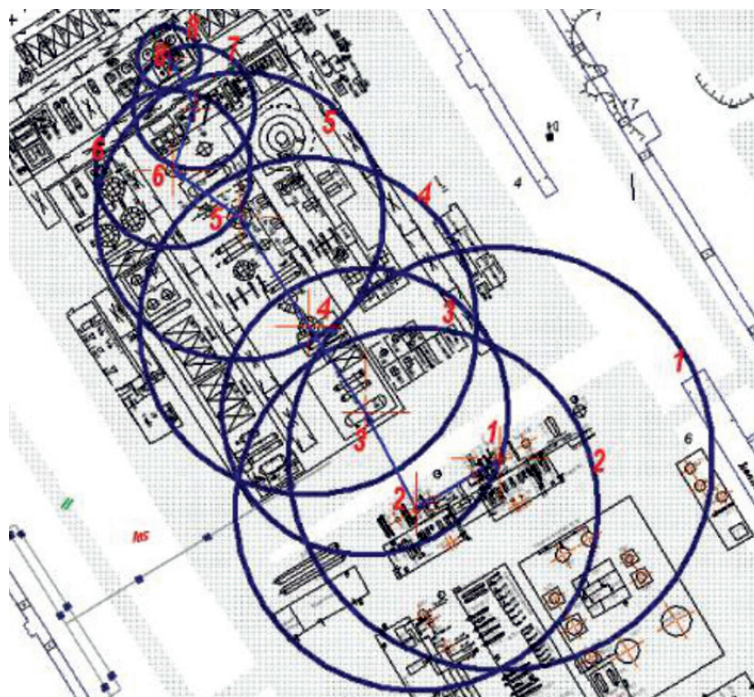


Рис. 2. Результаты зонирования критических областей ущерба

Предложенная система работает по следующим сценариям:

- Оценка рисков конкретного специалиста – система позволяет выявить опасности, которые могут причинить вред здоровью человека по причине его личностных особенностей.

- Оценка рисков рабочего пространства – система позволяет учитывать ранее выявленные или произошедшие риски с учетом планировки производственных помещений, рабочих зон, производственных процессов и ремонтов.

Основными пользователями системы являются:

- Администратор – поддерживает работоспособность и актуальность системы;
- Эксперты – добавляют и используют оценки качественных характеристик;
- Аналитики – обеспечивают актуальность информации в базах данных;
- Управляющие производственными процессами – для планирования рабочих процессов и отслеживания рисков.

Таким образом, система оценки производственных рисков включает большое количество разнородных данных, постоянно наполняется не только атрибутивной информацией о несчастных случаях (причина возникновения, последствия, ущерб), но и пространственными данными о месте

возникновения события. Впоследствии накопленный опыт позволит планировать производственные процессы с учетом минимизации риска возникновения несчастных случаев.

### Список литературы

1. Автоматизированная система «Профессиональные риски» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rosmintrud.ru/ministry/gis/12/> (дата обращения: 11.12.16).
2. Бакаева Т.Н., Дмитриева И.А. Виктимность как фактор профессионального риска // Субъект профессиональной деятельности: стратегии развития и риски: материалы международной научно-практической конференции (Ростов-на-Дону, 17–18 апреля 2014 г.). – Ростов н/Д, ДГТУ, 2014. – 340 с.
3. Бакаева Т.Н., Дмитриева И.А. О некоторых вопросах профотбора // Инженерный вестник Дона. – 2014. – № 4, ч. 2; <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4h2y2014/2635>.
4. Бек У. Общество риска. На пути к другому модерну [Текст] / У. Бек – М.: Прогресс-Традиция, 2000. – 384 с.
5. Виттих В.А. Концепция управления открытыми организационными системами [Текст] / В.А. Виттих // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 1999. – Т. 1, № 1. – С. 55–76.
6. Гордиенко Л.В. Особенности геоинформационных технологий для управления материальными потоками на железнодорожном транспорте // Сборник научных трудов международной конференции «Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта 2015». – Д.: НГУ, 2015. – С. 270–274.
7. Данов А.А. Классификация рисков [Текст] / А.А. Данов // Вестник Тамбовского университета. Серия: гуманитарные науки. – 2008. – № 10. – С. 350–354.

8. Захаренков В.В., Олешенко А.М., Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Корсакова Т.Г. Автоматизированная информационная система оценки профессионального риска для здоровья работников предприятий черной металлургии: медицинская технология // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – Т. 1, № 3. – С. 101–102.

9. Каминская Г.А. Аprobация различных методик по оценке профессионального риска на производстве [Текст] / Г.А. Каминская, Г.А. Еселханова // Вектор науки ТГУ. – 2013. – № 3 (25). – С. 188–190.

10. Мельникова Д.А. Основные принципы создания информационных систем управления профессиональными рисками [Текст] / Д.А. Мельникова, М.А. Кривова, Г.Н. Яговкин // Потенциал современной науки. – 2015. – № 3. – С. 20–24.

11. Степин В.С. Философская антропология и философия науки [Текст] / В.С. Степин. – М.: Высшая школа, 1992. – 191 с.

### References

1. Avtomatizirovannaja sistema «Professional'nye riski» [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.rosmintrud.ru/ministry/gis/12/> (data obrashhenija: 11.12.16).

2. Bakaeva T.N., Dmitrieva I.A. Viktimnost kak faktor professionalnogo riska // Subjekt professionalnoj dejatel'nosti: strategii razvitija i riski: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii (Rostov-na-Donu, 17–18 aprelja 2014 g.). Rostov n/D, DGTU, 2014. 340 p.

3. Bakaeva T.N., Dmitrieva I.A. O nekotoryh voprosah profotbora // Inzhenernyj vestnik Dona. 2014. no. 4, ch. 2; <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4h2y2014/2635>.

4. Bek U. Obshestvo riska. Na puti k drugomu moder- nu [Tekst] / U. Bek M.: Progress-Tradicija, 2000. 384 p.

5. Vittih V.A. Koncepcija upravlenija otkrytymi organizacionnymi sistemami [Tekst] / V.A. Vittih // Izvestija Samar- skogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. 1999. T. 1, no. 1. pp. 55–76.

6. Gordienko L.V. Osobennosti geoinformacionnyh tehnologij dlja upravlenija materialnymi potokami na zhe- leznodorozhnom transporte // Sbornik nauchnyh trudov mezhdunarodnoj konferencii «Sovremennye innovacionnye tehnologii podgotovki inzhenernyh kadrov dlja gornoj promyshlennosti i transporta 2015». D.: NGU, 2015. pp. 270–274.

7. Danov A.A. Klassifikacija riskov [Tekst] / A.A. Danov // Vestnik Tambovskogo universiteta. Serija: gumanitarnye nauki. 2008. no. 10. pp. 350–354.

8. Zaharenkov V.V., Oleshchenko A.M., Surzhikov D.V., Kislicyna V.V., Korsakova T.G. Avtomatizirovannaja informacionnaja sistema ocenki professionalnogo riska dlja zdoro- vja rabotnikov predpriyatij chernoj metallurgii: medicinskaja tehnologija // Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimentalnogo obrazovanija. 2015. T. 1, no. 3. pp. 101–102.

9. Kaminskaja G.A. Aprobacija razlichnyh metodik po ocenke professionalnogo riska na proizvodstve [Tekst] / G.A. Kaminskaja, G.A. Eselhanova // Vektor nauki TGU. 2013. no. 3 (25). pp. 188–190.

10. Melnikova D.A. Osnovnye principy sozdanija informacionnyh sistem upravlenija professionalnymi riskami [Tekst] / D.A. Melnikova, M.A. Krivova, G.N. Jagovkin // Potencial sovremennoj nauki. 2015. no. 3. pp. 20–24.

11. Stepin V.S. Filosofskaja antropologija i filosofija nauki [Tekst] / V.S. Stepin. M.: Vysshaja shkola, 1992. 191 p.

УДК 629.113

## ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЛЕГКОГО КОММЕРЧЕСКОГО АВТОМОБИЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЖЕСТКОСТИ НЕСУЩЕЙ СИСТЕМЫ

<sup>1</sup>Бутин Д.А., <sup>1</sup>Костин С.Ю., <sup>1</sup>Васильев А.А., <sup>2</sup>Середа П.В.

<sup>1</sup>Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,  
(Институт транспортных систем), Нижний Новгород, e-mail: Butin91@yandex.ru;

<sup>2</sup>Группа ГАЗ Россия, Нижний Новгород

Статья посвящена исследованию влияния жесткости несущей системы на устойчивость легкого коммерческого автомобиля по правилам ГОСТ 31507-2012. Исследования проводились методом имитационного моделирования в программном пакете ADAMS/CAR. Апробация модели осуществлялась сопоставлением результатов полученными модельными и натурными испытаниями. В качестве методов исследований управляемости использовались такие испытания, как «Вход в поворот», «Переставка». В качестве методов исследований устойчивости использовались такие испытания, как «Устойчивость» и «Вход в поворот». В результате исследований была установлена положительная зависимость между крутильной жесткостью несущей системы вдоль продольной оси, а влияние крутильной жесткости несущей системы признано негативным. Зависимость крутильной жесткости на показатели управляемости и устойчивости не линейна. Крутильная жесткость исследуемого автомобиля оптимальна.

**Ключевые слова:** жесткость несущей системы, устойчивость, легкий коммерческий автомобиль

## STUDY OF STABILITI OF LIGHT COMMERCIAL VEHICLES REGARD TO THE STIFFNESS OF THE FRAME

<sup>1</sup>Butin D.A., <sup>1</sup>Kostin S.Yu., <sup>1</sup>Vasiliev A.A., <sup>2</sup>Sereda P.V.

<sup>1</sup>Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, Transport Systems Institute,  
Nizhny Novgorod, e-mail: Butin91@yandex.ru;

<sup>2</sup>GAZ Group, Nizhny Novgorod

The article devoted to the influence of the stiffness of the chassis system on the handling and stability of a light commercial vehicle by the rules GOST 31507-2012. The studies were conducted by simulation in ADAMS / CAR software package. Testing of the model was carried out by comparing the results obtained by the model and real car tests. As the methods of control studies used tests such as the «Going into corner», «Line change». As sustainability research methods were used such tests as: «Roll over» and «Going into a turn». Results studies have found a positive relationship between the torsional stiffness of the chassis system along the longitudinal axis, and the effect of the chassis system torsional stiffness to recognize negative. The dependence of the torsional stiffness on the performance handling and stability is not linear. The torsional stiffness of the test vehicle is optimal.

**Keywords:** stiffness of frame, stability, light commercial vehicle

Исследованием управляемости автомобиля, а также моделированием процесса управления занималось достаточно много ученых [1, 6]. Автомобиль настолько сложная динамическая система, что проведение реальных исследований влияния отдельных конструктивных параметров на показатели управляемости вызывает много сложностей. Влияние жесткости несущей системы на показатели управляемости автомобиля показано в работе [2].

Объектом исследования является автомобиль ГАЗель. Основные параметры были выбраны от автомобиля ГАЗель NEXT, имеющего полную массу 3500 кг с распределением между передней и задней осью 37,4% к 62,5% соответственно. Колесная база модели a21r22 составляет 3145 мм, ширина колеи передней оси 1750 мм, ширина колеи задней оси 1560 мм. Подвеска перед-

ней оси на двойных поперечных рычагах со стабилизатором поперечной устойчивости. Подвеска задней оси зависимая, на полуэллиптических рессорах с подрессорниками и стабилизатором поперечной устойчивости. Привод от двигателя осуществляется на заднюю ось. Рулевое управление реечного типа. На исследуемом образце установлены шины размерностью 185/75R16с.

Исследование влияния жесткости несущей системы проводилось методом имитационного моделирования в программном пакете MSC ADAMS/CAR, на рис. 1 представлена модель автомобиля. Для учета жесткости несущей системы, в модели использовались упругие тела, такие как рама, кабина, грузовая платформа. Упругие тела построены методом конечных элементов в ПО MSC Nastran/Patran. Подготовка моделей упругих тел для последующего их

использования в динамических системах MSC.Adams подразумевает использование метода модальной редукции конечноэлементных моделей или получение матриц Крэйга – Бэмптона. Этот метод позволяет моделировать в MSC.Adams только упругие (линейные) деформации гибких тел, что является допущением.

В модели учитывается кинематика направляющего механизма подвесок, а также характеристики упругих и демпфирующих элементов. При исследованиях управляемости скорость движения достигает 80 км/ч, на таких скоростях влияние сопротивления воздуха становится значительным, поэтому в модели учитывается сила лобового сопротивления воздуха. В модели автомобиля

используется модель шин PAC2002, учитывающая жесткость по вертикальной, поперечной и продольной оси, а также жесткость к боковому уводу. Модель автомобиля показала хорошую сходимость с результатами реальных испытаний, результаты апробации модели приведены в статье [4]. При создании модели использовались материалы Феоктистова о моделировании автомобилей с деформируемыми телами [1].

Испытание «Устойчивость» проводилось в рамках исследования статической устойчивости АТС в поперечной плоскости. В качестве испытательной методики применялся ГОСТ 31507-2012. На рис. 2 представлены фрагменты с реального и виртуально-го испытания устойчивости автомобиля.

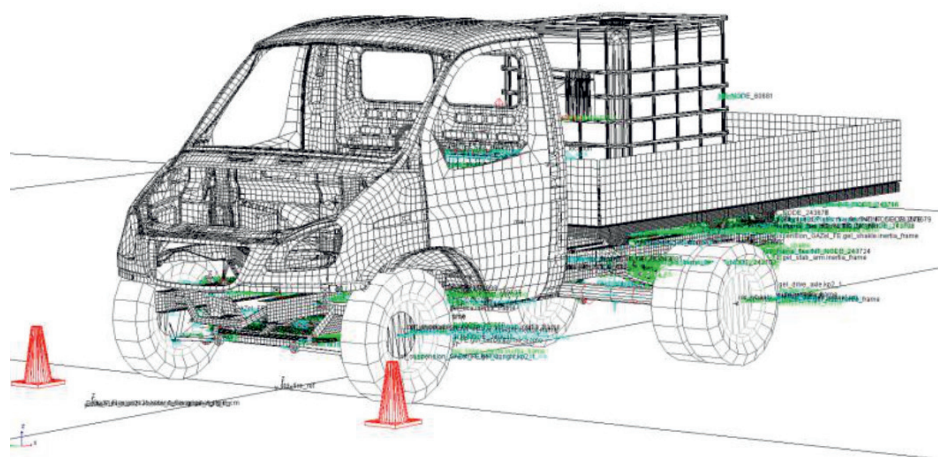
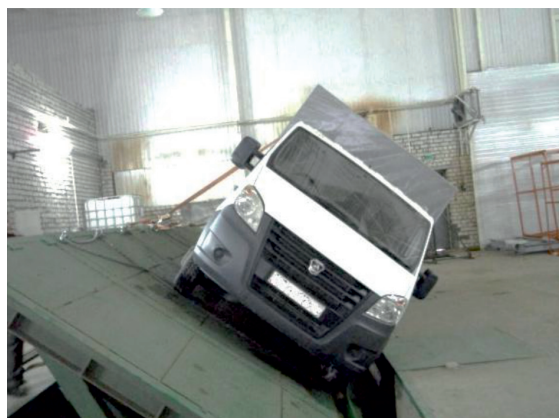
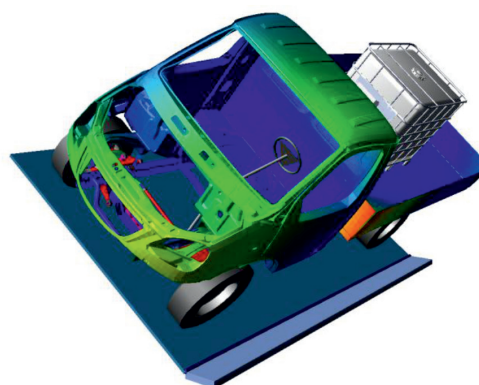


Рис. 1. Визуальное представление модели с упругими элементами несущей системы



а) натурные испытания



б) моделирование

Рис. 2. Испытание «Устойчивость»

Основным показателем испытания «Устойчивость» является критический угол наклона опорной площадки. На рис. 2 а) и б) представлены АТС и его модель с упругой несущей системой во время испытания. Сравнение результатов натурных испытаний и моделирования испытания показало расхождение критического угла наклона опорной поверхности у модели с недеформируемой несущей системой 4,2% и 5,2% у модели с деформируемой несущей системой. Наибольший критический угол был получен при натурном испытании 38,8°, модель с неупругой несущей системой имела критический угол 37,2°, модель с деформируемой несущей системой достигла критического угла в 36,79°. Во время поперечного наклона платформы вследствие несимметричного распределения массы между осями и неодинаковой жесткостью подвесок происходит деформация несущей системы. Деформация выражается в виде закручивания рамы автомобиля вдоль продольной оси, что приводит к дополнительному перераспределению вертикальных сил на колесах. На основании этого был сделан вывод о негативном эффекте влияния крутильной жесткости несущей системы на устойчивость автомобиля.

При исследовании управляемости и устойчивости по методикам, описанным в ГОСТ 31507-2012, устойчивость имеет прямое влияние на показатели управляемости, так как критическая скорость прохождения испытания, которая является одним из основных показателей управляемости, определяется по отрыву колес от опорной поверхности или наезда на элементы вертикальной разметки. Поскольку во время статического испытания устойчивости было определено, что крутильная жесткость несущей системы оказывает влияние на показатели устойчивости, возникло предположение о влиянии крутильной жесткости несущей системы на показатели управляемости.

Для установления зависимости, влияния крутильной жесткости несущей системы автомобиля на показатели управляемости и устойчивости, были проведены испытания «Вход в поворот» и «Переставка» с моделями автомобилей обладающих различной крутильной жесткостью. В исследованиях участвовало 4 модели различающихся жесткостью несущей системы. Модели и их отличительные особенности описаны в таблице.

Модели и их отличительные свойства

Модель	Колесная база, м	Тип несущей системы	Крутильная жесткость несущей системы, Нм/град
1	3,1	Неупругая	–
2	3,1	Упругая стандартной толщины	1780
3	3,1	Упругая: продольные лонжероны утолщены на 2 мм, а поперечные на 1 мм	2138
4	3,1	Упругая: продольные лонжероны утончены на 2 мм, а поперечные на 1 мм	826



а) натурные испытания



б) моделирование

Рис. 3. Испытание «Вход в поворот»

Испытание «Вход в поворот» проводилось в рамках исследования управляемости АТС. В качестве испытательной методики применялся ГОСТ 31507-2012. На рис. 3 представлены фрагменты с реального и виртуального испытания управляемости автомобиля.

Основным показателем управляемости выступает критическая скорость прохождения испытания. На рис. 4 представлены графики с зависимостью критической скорости от крутильной жесткости несущей системы относительно продольной оси

автомобиля. Сравнение результатов испытаний реального автомобиля и модели с упругими элементами несущей системы показало расхождение 2%. Анализ результатов испытаний сводится к установлению зависимости критической скорости от крутильной жесткости.

Из графиков видно, что жесткость несущей системы относительно продольной оси автомобиля имеет положительную связь с критической скоростью прохождения испытания «Вход в поворот».

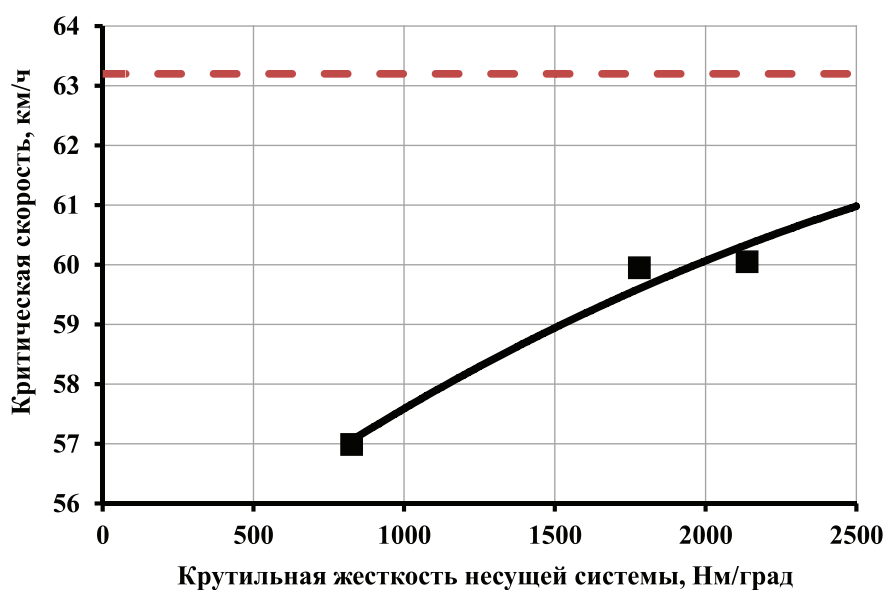


Рис. 4. Зависимость критической скорости прохождения испытания «Вход в поворот» от крутильной жесткости несущей системы относительно продольной оси автомобиля

— критическая скорость модели с неупругой несущей системой;  
 — линия изображающая тенденцию критической скорости от крутильной жесткости несущей системы



а) натурные испытания



б) моделирование

Рис. 5. Испытание «Переставка»



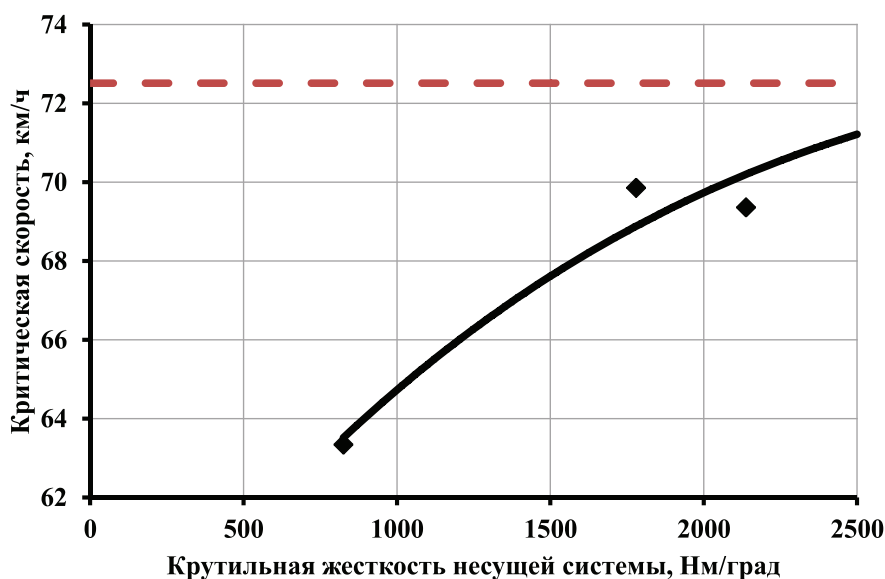


Рис. 6. Зависимость критической скорости прохождения испытания «Переставка» от крутильной жесткости несущей системы относительно продольной оси автомобиля  
 — критическая скорость модели с неупругой несущей системой;  
 — линия изображающая тенденцию критической скорости от крутильной жесткости несущей системы

Испытание «Переставка» проводилось в рамках исследования управляемости АТС. В качестве испытательной методики применялся ГОСТ 31507-2012. На рис. 5 представлены фрагменты с реального и виртуального испытания управляемости автомобиля.

Основным показателем управляемости выступает критическая скорость прохождения испытания. На рис. 6 представлены графики с зависимостью критической скорости от крутильной жесткости несущей системы относительно продольной оси автомобиля. Сравнение результатов испытаний реального автомобиля и модели с упругими элементами несущей системы показало расхождение 3,6%. Анализ результатов испытаний сводится к установлению зависимости критической скорости от крутильной жесткости.

Из графиков видно, что жесткость несущей системы относительно продольной оси автомобиля имеет положительную связь с критической скоростью прохождения испытания «Переставка».

Испытание «Вход в поворот» показало, что уменьшение крутильной жесткости несущей системы на 53,6% (с 1780 Н•м/град до 826 Н•м/град) приводит к снижению критической скорости прохождения маневра на 5,1% (с 59,95 км/ч до 56,988 км/ч), а увеличение крутильной жесткости несущей системы на 20,11% (с 1780 Н•м/град до

2138 Н•м/град) приводит к незначительному увеличению скорости.

Испытание «Переставка» показало, что уменьшение крутильной жесткости несущей системы на 53,6% (с 1780 Н•м/град до 826 Н•м/град) приводит к снижению максимальной скорости прохождения маневра на 10,61% (с 70,86 км/ч до 63,34 км/ч), а увеличение крутильной жесткости несущей системы на 20,11% приводит к незначительному уменьшению скорости прохождения маневра на 3,53% (с 70,86 км/ч до 68,36 км/ч).

### Выводы

С увеличением крутильной жесткости улучшаются показатели устойчивости – критическая скорость выполнения маневров «Вход в поворот» и «Переставка». Критическая скорость с увеличением крутильной жесткости несущей системы стремится к значению соответствующему неупругой несущей системе, это видно по линиям тренда на рис. 4 и 6, зависимость критической скорости от крутильной жесткости не линейна. Увеличение крутильной жесткости несущей системы положительно влияет на устойчивость легких коммерческих автомобилей. Зависимость крутильной жесткости от показателей управляемости и устойчивости не линейна. Крутильная жесткость исследуемого автомобиля оп-

тимальна, так как дальнейшее увеличение крутильной жесткости не приведет к существенному увеличению показателей управляемости и устойчивости, которые и сейчас достаточные, а увеличение массы может быть существенным.

#### Список литературы

1. Литвинов А.С. Управляемость и устойчивость автомобиля. – М.: Машиностроение, 1971.
2. Сергеев А.В. Влияние жесткости каркаса кузова на управляемость легкового автомобиля: дис. ... канд тех наук: 05.05.03. – М., 2000.
3. Tumasov K., Shashkina G., Konikova A., Groshev A., Bezrukov Y. Trusov Estimation Of Steerability And Cornering Stability Of Light Commercial Vehicle By Results Of Road Tests And Simulation. FISITA 2014 World Automotive Congress, the Netherlands, Maastricht, 2–6 June – F2014-IVC-048. <http://www.fisita2014.com/programme/sessions/F2014-IVC-048>.
4. Tumasov R., Musarsky G., Konikova A., Groshev S., Kostin Y. Trusov Estimation Of Light Commercial Vehicles Dynamics By Results Of Road Tests And Simulation . 16th International Conference on Advanced Vehicle Technologies (AVT), ASME 2014, USA, Buffalo NY, 17–20 August – DETC2014-34641. <http://www.asmeconferences.org/IDETC2014/ViewAcceptedAbstracts.cfm>.

5. Feoktistov M.N. Simulation of vehicle dynamics using the program package MSC.ADAMS And MSC.NASTRAN, 2004.
6. Milliken W.F. Milliken D.L. Race Car Vehicle Dynamics, 1994.

#### References

1. Litvinov A.S. Upravljajemost i ustojchivost avtomobilja. M.: Mashinostroenie, 1971.
2. Sergeev A.V. Vlijanie zhestkosti karkasa kuzova na upravljajemost legkovogo avtomobilja: dis. ... kand teh nauk: 05.05.03. M., 2000.
3. Tumasov K., Shashkina G., Konikova A., Groshev A., Bezrukov Y. Trusov Estimation Of Steerability And Cornering Stability Of Light Commercial Vehicle By Results Of Road Tests And Simulation. FISITA 2014 World Automotive Congress, the Netherlands, Maastricht, 2–6 June F2014-IVC-048. <http://www.fisita2014.com/programme/sessions/F2014-IVC-048>.
4. Tumasov R., Musarsky G., Konikova A., Groshev S., Kostin Y. Trusov Estimation Of Light Commercial Vehicles Dynamics By Results Of Road Tests And Simulation . 16th International Conference on Advanced Vehicle Technologies (AVT), ASME 2014, USA, Buffalo NY, 17–20 August DETC2014-34641. <http://www.asmeconferences.org/IDETC2014/ViewAcceptedAbstracts.cfm>.
5. Feoktistov M.N. Simulation of vehicle dynamics using the program package MSC.ADAMS And MSC.NASTRAN, 2004.
6. Milliken W.F. Milliken D.L. Race Car Vehicle Dynamics, 1994.

УДК 004.822

## МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ГЛОБАЛЬНО РАСПРЕДЕЛЁННОЙ ОБРАБОТКИ СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ МИКРОРАЗМЕТКИ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Галямов А.Ф., Ризванов Д.А., Сметанина О.Н., Юсупова Н.И.

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», Уфа,  
e-mail: galyamov.artur@gmail.com

Настоящая статья посвящена вопросам разработки моделей и алгоритмов глобально распределённой обработки слабоструктурированных данных, представленных с использованием микроразметки для поддержки принятия решений. Предложенный подход к организации глобальной обработки слабоструктурированных данных базируется на REST-подходе и использовании технологий Semantic Web. На основе этого подхода разработана архитектура, использующая веб-онтологии для описания слабоструктурированных данных. Предложен алгоритм глобально распределённой обработки слабоструктурированных данных, который базируется на извлечении этих данных в соответствии с их семантической разметкой на основе стандартных и пользовательских словарей (веб-онтологий), интеграции их в общем описании, а также возможности запросов к этим данным. Предлагаемые решения реализованы в рамках проекта ПрофПорт.рф для сбора информации о компетенциях потенциальных сотрудников, с использованием фреймворка RubyOnRails и gem RDFa.

**Ключевые слова:** микроразметка, глобально распределённая обработка данных, слабоструктурированные данные, поддержка принятия решений, веб-онтологии, компетенции

## GLOBALY DISTRIBUTED PROCESSING OF STRUCTURED DATA FOR DECISION MAKING BASED ON METADATA

Galyamov A.F., Rizvanov D.A., Smetanina O.N., Yusupova N.I.

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, e-mail: galyamov.artur@gmail.com

This article is dedicated to the study of the developing models and algorithms of globally distributed structured data processing, aimed to decision making system. This data is represented with metadata. The globally distributed structured data processing approach, based on REST-approach and Semantic Web technologies, is proposed. There is developed architecture based on proposed approach, using web-ontologies for description of the structured data. Also globally distributed structured data processing algorithm is implemented. It is based on parsing of this data, corresponding with their metadata. Standard and custom vocabularies (web-ontologies) are used. It is possible to get necessary data via queries. Proposed approach, architecture and algorithm are applied in Profport.org project for gathering info about skills of junior professionals. Algorithm is developed using RubyOnRails framework and gem RDFa.

**Keywords:** metadata, globally distributed data processing, structured data, decision making, web-ontologies, skills

Одним из источников информации, необходимой для принятия решений, являются информационно-вычислительные сети. По мнению ряда специалистов, в настоящее время объем информации в интернете удваивается каждые полтора года. Соответственно, возрастает сложность извлечения данных и поиска необходимой (релевантной) информации. Это усугубляется распределённостью самих сетей и неоднородностью описаний данных. Одним из примеров может служить организация поиска и обработки данных о необходимых для того или иного вида деятельности потенциальных сотрудниках [3, 8–9]. В качестве другого примера с характерной проблематикой можно привести поиск и сравнение информации о товарах, анализ отзывов об этих товарах и услугах в области электронной коммерции [1, 7, 13].

Проблеме обработки данных посвящено много исследований [1–13]. Вопро-

сы использования семантического поиска и семантической паутины, веб-онтологий, дескриптивной логики рассмотрены в трудах Т. Бернса Ли, Ф. Баадера, С. Колуччи, Т.А. Гавриловой, Б.Е. Федунова, В.А. Виттиха, С.В. Смирнова, Л.Р. Черняховской и др.

Вопросам разработки и применения информационных моделей данных, моделей представления знаний, проектирования глобальных распределённых информационных систем с использованием слабоструктурированных данных посвящены труды Р. Филдинга [11], В.В. Миронова, Н.И. Юсуповой, О.Н. Сметаниной [1–2, 4–7, 10, 13] и др. Вопросами выявления особенностей представления слабоструктурированных данных занимаются многие исследователи, в частности О.В. Журавлева, В.И. Миронов, К.Ю. Лисовский, В.И. Никитин, Н.И. Юсупова и др. Следует отметить, что в публикациях отражены исследования в области создания интеллектуальных информацион-

ных систем, баз данных и знаний, извлечения слабоструктурированных данных, интеграции разнородных баз данных с возможностью формирования запросов к ним, информационной поддержки принятия решений с использованием интеллектуальных технологий. Однако до настоящего времени недостаточно проработанным остается вопрос глобально распределённой обработки слабоструктурированных данных с помощью микроразметки с использованием гибридного подхода, когда данные могут быть представлены в различных форматах.

Статья отражает результаты исследования, целью которого является повышение эффективности (информативности и полноты) глобально распределённой обработки слабоструктурированных данных и знаний на основе разработки подхода с использованием микроразметки, включающего архитектуру, алгоритм и его программную реализацию.

#### **Методы представления слабоструктурированных данных и вопросы использования онтологий для поиска**

Слабоструктурированные данные обладают рядом особенностей [7, 9], в частности не существует фиксированной схемы данных; нет чёткого различия между данными и их схемой; отсутствует строгая типизация; изменение схемы данных представляет собой рутинную операцию, сравнимую с внесением изменений в данные; объем данных сравним со сложностью их схемы; схема данных является описывающей, а не предписывающей и может быть получена из самих данных; полное знание схемы данных не является необходимым для построения запросов, возможны запросы, полностью игнорирующие схему данных.

Среди способов представления и обработки подобной информации отмечают [7]: метод представления многопризнаковых данных мультимножествами, например, для распознавания печатных букв; табличный способ представления данных, применяемый при решении задач классификации с помощью нейронных сетей и т.д.; представление с использованием логической парадигмы, например, на логическом языке программирования Datalog и дедуктивные СУБД; метод фазовых траекторий для обработки мультимодальной информации; процедурное представление данных в виде набора правил; декларативное представление в виде базы данных либо базы знаний (хранилище информации).

Существуют различные направления использования онтологий и технологий

Semantic Web [7, с. 38], например: улучшение релевантности запросов поисковыми системами за счёт семантической разметки; полнотекстовый поиск с учётом морфологии и опечаток; организация семантического доступа к базам данных; реализация семантических фильтров; поиск подходящего прецедента и т.д.

#### **Постановка задачи поиска и обработки информации для поддержки принятия решений**

Будем использовать декларативное представление слабоструктурированных данных, в частности онтологии (представление с использованием языков LOOM, CycL, KL-One и ряда других) и веб-онтологии (с использованием OIL, RDF, OWL) [3–9].

Предлагаемый подход основан на технологиях SemanticWeb с применением микроразметки. Ряд технологий стека Semantic Web не смогли найти широкого практического применения, однако представляют академический интерес. Ряд технологий и их модификаций, таких как микроразметки, нашли своё применение в ряде областей, например при построении социального графа в Facebook с использованием протокола OpenGraph, либо микроразметки информации о бизнесе для автосервисов.

В формулировке постановки рассматриваемой задачи предполагается, что:

– Дано:  $M^{ini} = \langle m^{ini}_1, m^{ini}_2, \dots, m^{ini}_n \rangle$  – множество глобально распределённых источников данных/информации, содержащих сведения, относящиеся к одной общей предметной области. Как правило, это веб-ресурсы, содержащие слабоструктурированные данные.

– Необходимо разработать:  $P = \langle Mod, Tex, Aгx, Alg, Mex \rangle$  – подход глобально распределённой обработки слабоструктурированных данных, включающий модели (Mod), технологии (Tex), архитектуры (Aгx) и алгоритмы (Alg), программная реализация (Pr) которого с использованием механизма (Mex) позволит по поисковому запросу получить наиболее релевантный результат поиска (Rez), на основании извлечённых данных из источников. Полученные результаты поиска применяются для поддержки принятия решений. Один из возможных вариантов расчёта релевантности Rez – отношение количества релевантной (т.е. соответствующей запросу) результатов к общему числу результатов запроса.

Предполагается, что работоспособность предложенного подхода должна быть проверена с использованием программной реализации в конкретной предметной области  $Rez = \langle M^{ini}, Pr(P) \rangle$ .

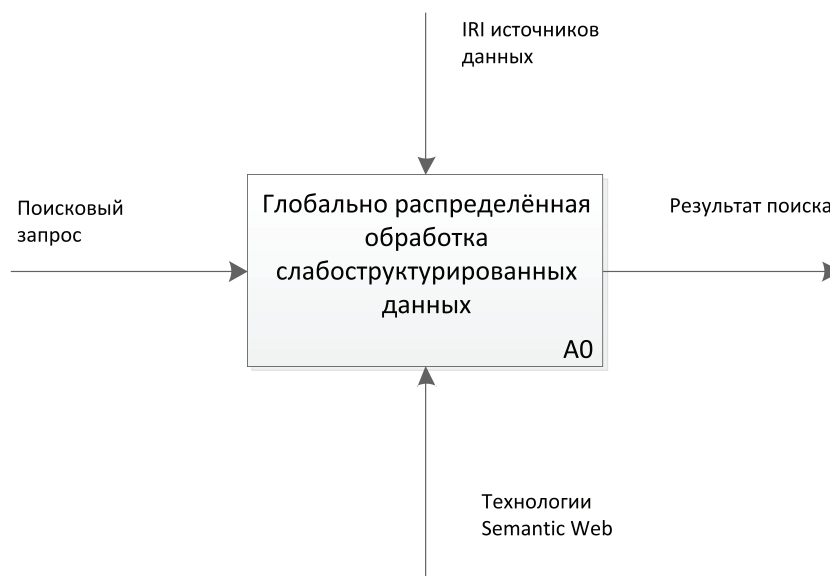


Рис. 1. Функциональная модель глобально распределённой обработки слабоструктурированных данных

Функциональная модель процесса глобально распределённой обработки слабоструктурированных данных представлена на рис. 1. В качестве механизма используются технологии Semantic Web.

#### **Гибридный подход к организации глобально распределённой обработки слабоструктурированных данных**

Для решения рассматриваемой задачи предлагается гибридный подход на основе компиляции и адаптации существующих [12, с. 30; 11, с. 94], в которых используются технологии Semantic Web, в т.ч. форматы микроразметки.

Среди основных положений предлагаемого подхода можно отметить следующие: процесс обработки базируется на трёхуровневой архитектуре (клиент, веб-сервер и сервер базы знаний/базы данных) как модификации архитектуры клиент-сервер; сервер не хранит состояние представления; применяется единообразный интерфейс доступа к ресурсам, основанный на использовании IRI (как расширения URI); рассмотрение процесса обработки данных осуществляется на трёх уровнях абстракции (прикладной уровень, где осуществляется поиск (управляется пользователями); промежуточный уровень (использование медиаторов), где реализуется сбор и консолидация данных; на этом уровне разрабатывается веб-онтология, которая объединяет различные описания (управляется экспертами по знаниям, он-

тологистами); уровень источников данных (управляется администраторами сайтов); предполагается использование микроразметки, т.е. внедрение в HTML дополнительных тегов/атрибутов, чтобы указывать веб-приложениям, в первую очередь поисковым роботам, что именно находится в том либо ином элементе (особая роль отведена вопросам применения RDFa Lite, микроданных и микроформатов в микроразметке); использование языка Semantic Web Rules Language (SWRL) для представления правил поддержки принятия решений.

Эти положения позволяют обеспечить: адаптивность, гибкость, лёгкость в изменении в связи с появлениями новых требований; унификацию доступа к разнородным источникам данных за счёт реализации семантической интеграции с помощью веб-онтологий; подготовку данных для формирования правил поддержки принятия решений; надёжность (за счёт отсутствия необходимости сохранять информацию о состоянии клиента, которая может быть потеряна); масштабируемость; простоту доступа.

#### **Архитектура глобально распределённой обработки слабоструктурированных данных с использованием микроформатов**

Архитектура глобально распределённой обработки слабоструктурированных данных с использованием микроразметки представлена на рис. 2.

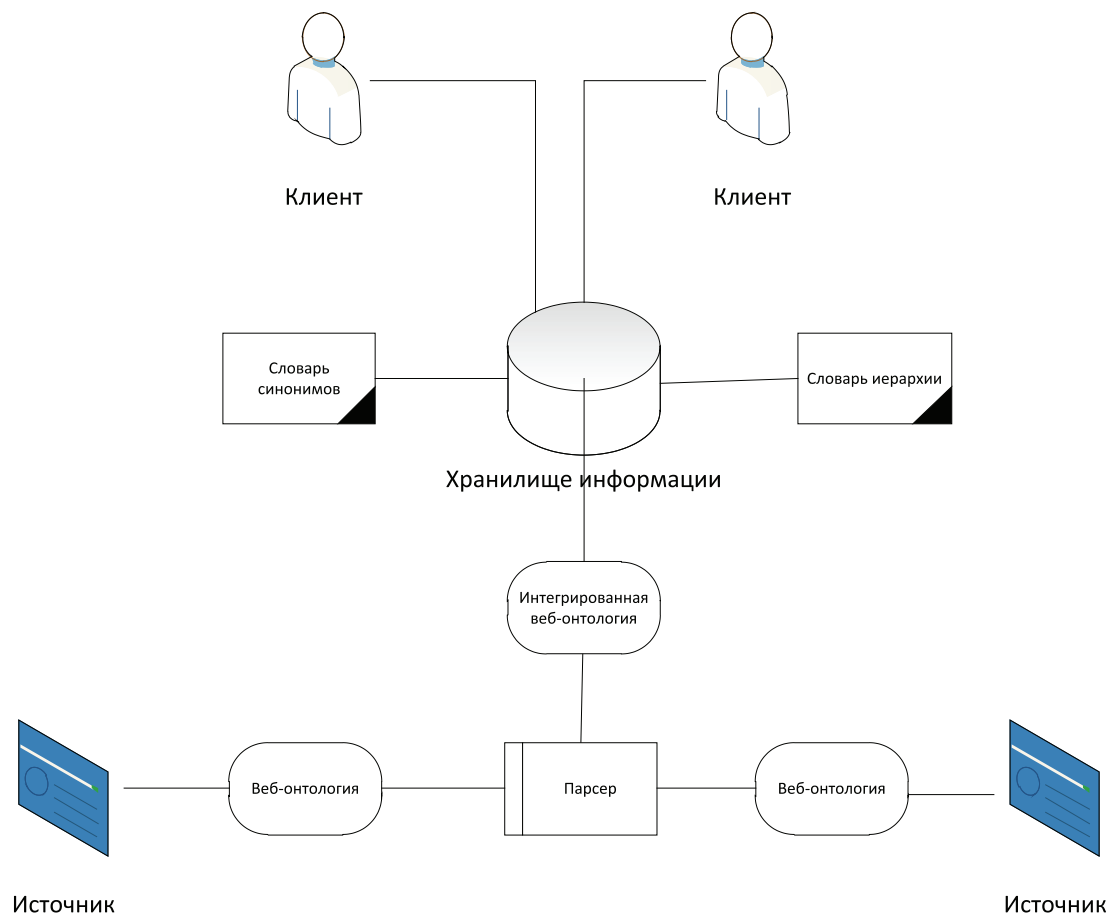


Рис. 2. Архитектура глобально распределённой обработки слабоструктурированных данных с использованием микроформатов

Компонентами архитектуры являются: распределённые источники информации, парсер, веб-онтологии, база знаний предметной области и механизм поиска в базе знаний (БЗ) (табл. 1).

#### Алгоритм распределённой обработки данных

Для обработки слабоструктурированных данных разработан специальный алгоритм, показанный на рис. 3.

При создании алгоритма учтена предложенная архитектура и некоторые из её аспектов. Алгоритм реализован с помощью языка программирования Ruby и фреймворка RubyOnRails, gem RDFa, Machinize, Nokogiri.

Детальное описание алгоритма глобально распределённой обработки слабоструктурированных данных позволяет выявить некоторые особенности, которые представлены в табл. 2.

Данный алгоритм может быть применён для поддержки принятия решений, например при управлении ресурсами слож-

ных систем. Для этого используются язык SWRL, позволяющий формировать правила принятия решений на основе информации из интегрированной веб-онтологии, которая получена путём извлечения информации из глобально распределённых источников информации.

#### Пример использования подхода для извлечения и поиска информации о компетенциях потенциальных сотрудников

Применение предлагаемого подхода к распределённой обработке слабоструктурированных данных о компетенциях потенциальных сотрудников (в первую очередь молодых профессионалов и студентов старших курсов) осуществлялось в рамках проекта ПрофПорт.рф [14]. Информация извлекалась из блогов и из портфолио. В них она представлена с использованием микроразметки, в частности с применением микроформата hCard и разработанной онтологии [3, 8–9].

**Таблица 1**

Компоненты архитектуры глобально распределённой обработки слабоструктурированных данных с использованием микроформатов

№ п/п	Компонент	Назначение компонента
1	Глобально распределённые источники информации	Содержат информацию, относящуюся к одной общей предметной области. Описаны с использованием микроразметки (возможно различные словари (веб-онтологии), но схожие и заранее известные)
2	Веб-онтология	Используется для семантического описания источника
3	Парсер	Извлекает информацию на основе описаний в веб-онтологиях
4	Интегрированная веб-онтология	Представлена с использованием RDF(S)/OWL DL, позволяет свести разнородность описаний в однородность, включает: сопоставление используемых форматов описания; словарь синонимов; словарь иерархии
5	База знаний предметной области	Пополняется из источников с использованием общей веб-онтологии; в том содержит правила принятия решений, представленные с помощью языка SWRL
6	Механизм поиска в БЗ	Реализуется с использованием языка SPARQL. Также возможно применение OWL-запросов, например, с помощью RICE

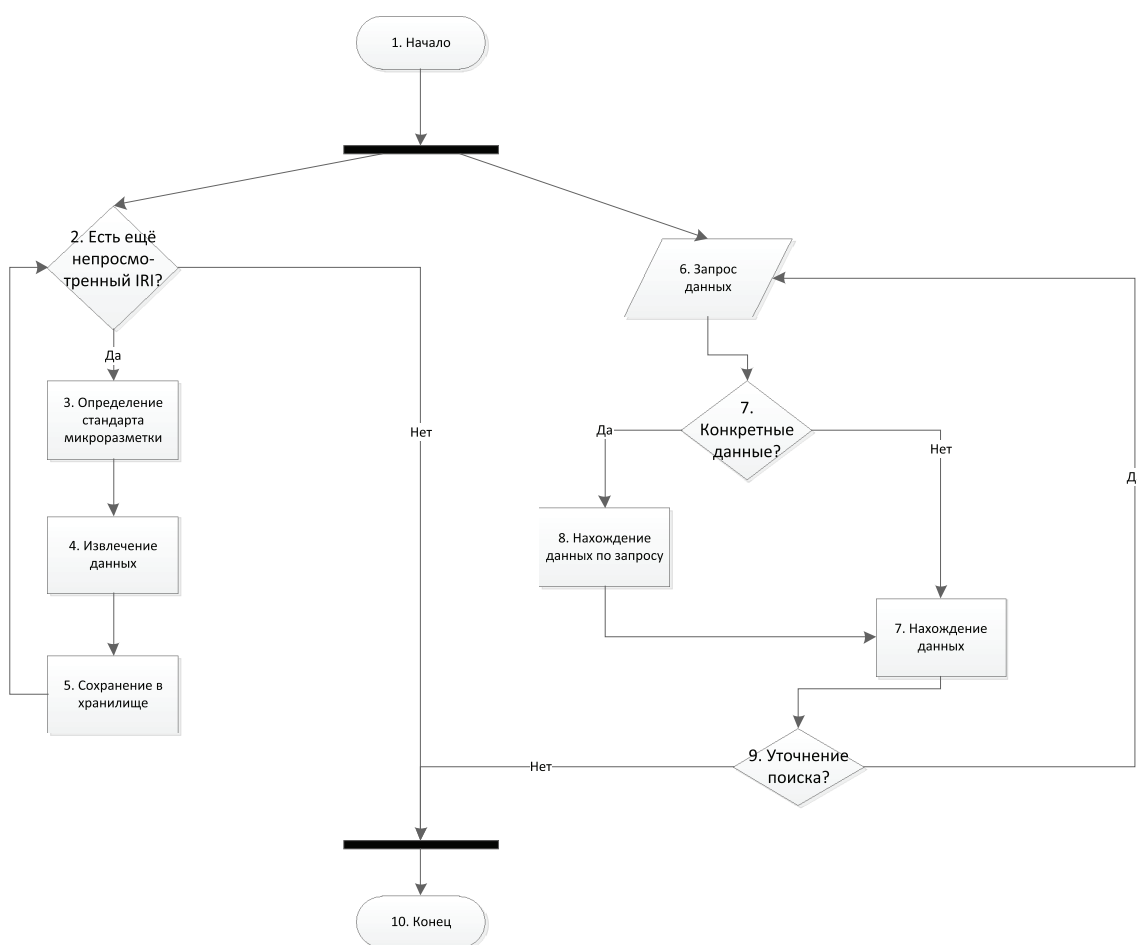


Рис. 3. Блок-схема алгоритма глобально распределённой обработки слабоструктурированных данных

Таблица 2

## Особенности алгоритма

№ п/п	Содержание	Особенности
1	Начало алгоритма	Следующие шаги (2 и 6) выполняются параллельно
2	Берётся очередной источник информации. Если есть ещё не загруженный, то следующий шаг. Иначе завершение (шаг 10)	IRI источников информации известны заранее. В дальнейшем можно дополнить алгоритм подпрограммой, которая находит необходимые IRI
3	Определяется, какой стандарт микроразметки применяется. Подгружается необходимый парсер	Могут использоваться различные стандарты микроразметки – микроданные, RDFa Lite и т.д.
4	Производится извлечение парсером необходимых данных	Данные извлекаются в соответствии со стандартом микроразметки
5	Происходит сохранение извлечённых данных в хранилище информации. Идём на шаг 2	Сохранение происходит с учётом отношений синонимии между различными классами и отношения иерархии (наследования)
6	Происходит запрос для получения необходимых данных. Смотрится – запрос производится по конкретным данным либо по поисковой фразе?	Конкретные данные выбираются пользователем из списка. Поисковая фраза не привязана к списку и может быть условно-произвольной
7	Если по конкретным данным, то ищется соответствие по этим данным. С учётом отношения синонимии и иерархии	Эти данные используются для дальнейшей поддержки принятия решений
8	Если по поисковой фразе, то производится сначала нахождение всех данных, которые соответствуют этой поисковой фразе. Для этих происходит уже поиск других данных, связанных с этими данными (например, данные о компетенциях и данные о сотрудниках)	Эти данные используются для дальнейшей поддержки принятия решений
9	Если происходит поиск в уже найденных данных, то идём на шаг 6. Иначе – шаг 10	
10	Завершение алгоритма	

Таблица 3

## Фрагмент базы знаний, представленной правилами на языке SWRL

Правила принятия решений на SWRL	Описание на естественном языке
<i>бытьПодтверждённой</i> (?competency, ?student) ← <i>принадлежатьПрофилю</i> (?competency, ?profile) <i>Профиль</i> (?profile) <i>ПрофессиональнаяКомпетенция</i> (?competency) <i>иметь Профиль</i> (?student, ?profile) <i>Обучающийся</i> (?student)	Если компетенция ?competency принадлежит профилю компетенций ?profile обучающегося ?student, то она является освоенной этим обучающимся
<i>состоятьИз</i> (?kmv, ?competency) ← <i>ПрофессиональнаяКомпетенцияИзПС</i> (?competency) <i>ПКМаксимальныйПриоритет</i> (?competency)	Если профессиональная компетенция ?competency из профессионального стандарта имеет максимальный приоритет в $X_{\text{ПРОФ}}^{\text{ПРИОР}}$ , то включить её в компетентностную модель выпускника ?kmv

Извлечённая информация в дальнейшем использовалась для поддержки принятия решений, в том числе при управлении учебным процессом. Приведённый фрагмент базы знаний, показанной в табл. 3, представлен правилами и демонстрирует возможность на основе входных данных и механизма поиска найти решение. Правила созданы на основе языка SWRL.

Программная реализация предложенного подхода для данного примера демонстрирует возможность глобально распре-

лённой обработки слабоструктурированных данных, в частности, осуществлять поиск информации о потенциальных сотрудниках по компетенциям. На рис. 4 приведён пример интерфейса разработанной программной реализации. В частности, в приведённом на рисунке примере поиск осуществлялся по компетенции «Веб-разработка». При этом учтены синонимы «Веб-программирование», а также ряд компетенций, которые являются частными случаями веб-разработки («Разработка веб-приложений на CMF Drupal»



и т.д.). Применяемые решения позволяют повысить, в том числе релевантность получаемой в результате поиска информации. Реализация предлагаемых решений выполнена в виде модулей CMF Drupal 7. В качестве хранилища из Sesame и Virtuoso было выбрано последнее. Для работы с RDF и OWL выбрана библиотека ARC2. Сравнение предлагаемого подхода на примере данной предметной области показало, что данный подход повышает полноту и релевантность получаемых результатов за счёт извлечения данных из различных источников, а также учёта отношения синонимии, иерархии и возможности уточнения в результатах поиска, по сравнению с подходами, которые не используют эти возможности.

### Направления развития исследований

При проведении дальнейших исследований планируется расширить используемые стандарты микроразметки и реализовать извлечение данных с использованием стандарта JSON-LD. Это позволит применять предложенный подход при создании мобильных приложений.

Дальнейшее проведение исследований также позволит применять полученные результаты в прикладной области электронной коммерции, например поиск и сравнение товаров, отзывов об этих товарах и услугах и т.д., в том числе с использованием микроразметки hReview.

### Заключение

В рамках данной статьи реализован подход к организации глобально распределённой обработки данных для поддержки принятия решений, который отличается от существующих тем, что использует микроразметку, IRI вместо URI, добавляет возможность делать не только SPARQL-запросы, но и применять OWL-запросы с использованием, например, RICE. Это позволяет извлекать слабоструктурированные данные, а также повысить релевантность поиска за счёт использования семантической разметки (микроразметки) и подготовить возможность использовать эти данные для поддержки принятия решений.

Разработаны постановочная и функциональная модели для формализации постановки задачи.

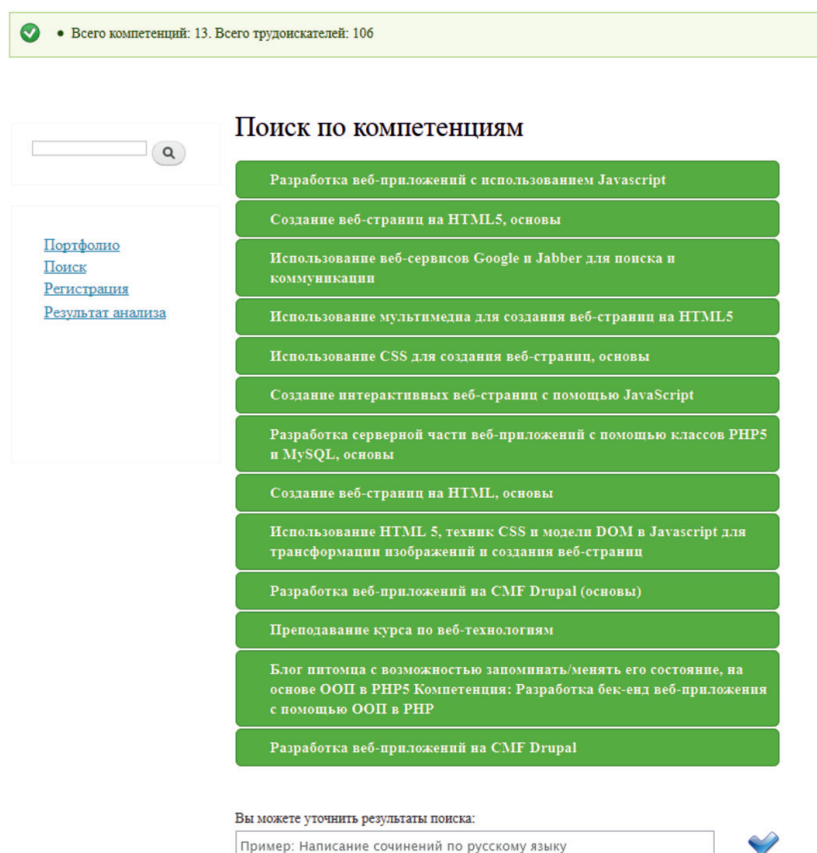


Рис. 4. Пример поиска подходящих специалистов по компетенциям

Предложенный подход включает архитектуру для построения информационной системы глобально распределённой обработки данных для поддержки принятия решений с использованием микроразметки. Сами правила поддержки принятия решений описываются с использованием SWRL. Это позволяет привязать правила поддержки принятия решений к извлечённой информации.

Алгоритм распределённой обработки данных для поддержки принятия решений с использованием микроразметки подразделяется на два алгоритма, один из которых позволяет извлекать слабоструктурированные данные по указанным IRI, определять формат микроразметки, пополнять хранилище информации, а другой – производить поиск по полному совпадению, поисковой фразе, а также уточнять результаты поиска. Алгоритмы реализованы с помощью языка программирования Ruby и фреймворка RubyOnRails, gem RDFa, Machinize, Nokogiri.

Данные решения применены в рамках проекта ПрофПорт.рф для извлечения информации о компетенциях молодых профессионалов и студентов старших курсов, а также дальнейшего поиска. Реализация предлагаемых решений выполнена в виде модулей CMF Drupal 7, с использованием RDF-хранилища Virtuoso, и библиотеки ARC2. Проведённый анализ эффективности предлагаемых решений показал, что их применение повышает полноту и релевантность результатов поиска.

*Исследования частично поддержаны грантами РФФИ 16-07-00773, 15-07-01565 и 14-07-00811.*

### Список литературы

1. Алгоритмическое и программное обеспечение для анализа тональности текстовых сообщений с использованием машинного обучения / Юсупова Н.И., Богданова Д.Р., Бойко М.В. // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2012. – Т. 16, № 6 (51). – С. 91–99.
2. Вопросы обработки текстовой информации в рамках организации информационной поддержки принятия решений при управлении образовательным маршрутом с учетом академической мобильности студента / Юсупова Н.И., Сметанина О.Н., Климова А.В. // Новые информационные технологии в исследовании сложных структур: Труды 11 Международной конференции. – Томск: Издат. дом Томского гос. университета, 2016. – С. 21.
3. Интеграция и управление организационными системами с использованием онтологий / А.Ф. Галямов, О.Х. Бостонов // Вестник Воронежского государственного технического университета. Серия «Проблемно-ориентированные системы управления». – 2012. – № 2. – С. 9–12.
4. Математическое обеспечение для поддержки принятия решений при управлении качеством продукции на основе анализа текстовой информации / Юсупова Н.И., Богданова Д.Р., Бойко М.В. // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3.; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=13024>.

5. Модели и программный комплекс для реализации информационного поиска при поддержке управленческих решений / Юсупова Н.И., Сметанина О.Н., Ясинецкий С.П., Климова А.В. // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1; URL: <http://www.science-education.ru/115-11955> (дата обращения: 04.02.2014).

6. Модели представления знаний для поддержки принятия решений при управлении сложными системами в условиях неопределённости и ресурсных ограничений (статья) / Н.И. Юсупова, Д.А. Ризванов, К.Р. Еникеева, О.Н. Сметанина // Информационные технологии интеллектуальной поддержки решений: Труды Междунар. конф. – Уфа, Изд-во Уфимского гос. авиац. техн. ун-та, 2016. – Т. 2. – С. 24–27.

7. Обработка слабоструктурированной информации на основе методов искусственного интеллекта / Н.И. Юсупова, Д.Р. Богданова, М.В. Бойко – М.: «Издание «Инновационное машиностроение», 2016.

8. Поддержка принятия решений при управлении процессом формирования компетенций / А.Ф. Галямов, Д.В. Попов // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3; URL: <http://www.science-education.ru/101-5400>.

9. Поддержка принятия решений при управлении процессом формирования компетенций обучающихся на основе онтологии (монография) / А.Ф. Галямов, Д.В. Попов // Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: УГАТУ, 2012. – 170 с.

10. Ситуационно-ориентированные базы данных как виртуальный интеграционный слой в веб-приложениях (статья) / Миронов В.В., Гусаренко А.С., Юсупова Н.И. // Информационные технологии интеллектуальной поддержки решений: Труды Междунар. конф. – Уфа: Изд-во УГАТУ, 2016. – Т. 1. – С. 123–128.

11. Fielding R.T. Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures. Dissertation. University of California, Irvine, 2000.

12. Gio Wiederhold. Mediators in the architecture of future information systems. Computer, 25(3):38–49, 1992.

13. Kovacs G., Bogdanova D., Yussupova N., Boyko M. Informatics Tools, AI Models and Methods Used for Automatic Analysis of Customer Satisfaction // Science Journal Studies In Informatics And Control (SIC). Publisher: National Institute for R&D in Informatics, ICI. – 2015. – Vol. 24 (3). – P. 261–270; URL: [http://sic.ici.ro/?page\\_id=4267](http://sic.ici.ro/?page_id=4267) (дата обращения: 07.12.2015).

14. Portal for searching information about competences of junior professionals. Available at: <http://profport.org/> (accessed 12 December 2016).

### References

1. Algoritmicheskoe i programmnoe obespechenie dlja analiza tonalnosti tekstovyh soobshhenij s ispolzovaniem mashinnogo obuchenija / Jusupova N.I., Bogdanova D.R., Bojko M.V. // Vestnik Ufimskogo gosudarstvennogo aviacionnogo tehničeskogo universiteta. 2012. T. 16. no. 6 (51). pp. 91–99.
2. Voprosy obrabotki tekstovoj informacii v ramkah organizacii informacionnoj podderzhki prinjatija reshenij pri upravlenii obrazovatelnyh marshrutom s uchetom akademicheskoj mobilnosti studenta / Jusupova N.I., Smetanina O.N., Klimova A.V. // Novye informacionnye tehnologii v issledovanii slozhnyh struktur: Trudy 11 Mezhdunarodnoj konferencii. Tomsk: Izdat. dom Tomskogo gos. universiteta, 2016. pp. 21.
3. Integracija i upravlenie organizacionnymi sistemami s ispolzovaniem ontologij / A.F. Galjamov, O.H. Bostonov // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. Serija «Problemno-orientirovannye sistemy upravlenija». 2012. no. 2. pp. 9–12.
4. Matematicheskoe obespechenie dlja podderzhki prinjatija reshenij pri upravlenii kachestvom produkcii na osnove analiza tekstovoj informacii / Jusupova N.I., Bogdanova D.R., Bojko M.V. // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2014. no. 3.; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=13024>.

5. Modeli i programnyj kompleks dlja realizacii informacionnogo poiska pri podderzhke upravlencheskih reshenij / Jusupova N.I., Smetanina O.N., Jasineckij S.P., Klimova A.V. // *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*. 2014. no. 1; URL: <http://www.science-education.ru/115-11955> (data obrashhenija: 04.02.2014).
6. Modeli predstavlenija znanij dlja podderzhki prinjatija reshenij pri upravlenii slozhnymi sistemami v uslovijah neopredeljonnosti i resursnyh ogranichenij (statja) / N.I. Jusupova, D.A. Rizvanov, K.R. Enikeeva, O.N. Smetanina // *Informacionnye tehnologii intellektualnoj podderzhki reshenij*: Trudy Mezhdunar. konf. Ufa, Izd-vo Ufinskogo gos. aviac. tehn. un-ta, 2016. T. 2. pp. 24–27.
7. Obrabotka slabostrukturirovannoj informacii na osnove metodov iskusstvennogo intelekta / N.I. Jusupova, D.R. Bogdanova, M.V. Bojko M.: «Izdanie «Innovacionnoe mashinostroenie», 2016.
8. Podderzhka prinjatija reshenij pri upravlenii processom formirovanija kompetencij / A.F. Galjamov, D.V. Popov // *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*. 2012. no. 3; URL: <http://www.science-education.ru/101-5400>.
9. Podderzhka prinjatija reshenij pri upravlenii processom formirovanija kompetencij obuchajushhihsja na osnove ontologii (monografija) / A.F. Galjamov, D.V. Popov // *Ufimsk. gos. aviac. tehn. un-t. Ufa: UGATU*, 2012. 170 p.
10. Situacionno-orientirovannye bazy dannyh kak virtualnyj integracionnyj sloj v veb-prilozhenijah (statja) / Mironov V.V., Gusarenko A.S., Jusupova N.I. // *Informacionnye tehnologii intellektualnoj podderzhki reshenij*: Trudy Mezhdunar. konf. Ufa: Izd-vo UGATU, 2016. T. 1. pp. 123–128.
11. Fielding R.T. *Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures*. Dissertation. University of California, Irvine, 2000.
12. Gio Wiederhold. Mediators in the architecture of future information systems. *Computer*, 25(3):38–49, 1992.
13. Kovacs G., Bogdanova D., Yussupova N., Boyko M. *Informatics Tools, AI Models and Methods Used for Automatic Analysis of Customer Satisfaction* // *Science journal Studies In Informatics And Control (SIC)*. Publisher: National Institute for R&D in Informatics, ICI. 2015. Vol. 24 (3). pp. 261–270; URL: [http://sic.ici.ro/?page\\_id=4267](http://sic.ici.ro/?page_id=4267) (data obrashhenija: 07.12.2015).
14. Portal for searching information about competences of junior professionals. Available at: <http://profport.org/> (accessed 12 December 2016).

УДК 66.022'092.82:661.882

## ТВЕРДОФАЗНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Герасимова Л.Г., Маслова М.В., Кузьмич Ю.В., Щукина Е.С.

ФГБУН «Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья  
им. И.В. Тананаева» Кольского научного центра Российской академии наук (ИХТРЭМС КНЦ РАН),  
Апатиты, e-mail: gerasimova@chemy.kolasc.net.ru

Показано, что при механоактивации порошков титановых соединений происходит не только уменьшение размера частиц, но и структурно-морфологические их преобразования, что способствует повышению реакционной способности формирующихся при этом кристаллитов. Так, при механоактивации смеси, состоящей из сульфата титана  $\text{TiO}(\text{SO}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}$  и сульфата аммония, проводимой в планетарной мельнице, образуется комплексное соединение, состав которого соответствует формуле  $(\text{NH}_4)_2\text{TiO}(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Найдены характеристики проведения твердофазного синтеза при условии стехиометрического соотношения названных компонентов. На примере механоактивации метастабильной фазы диоксида титана (анатаз) показана возможность перестройки его структуры с образованием промежуточной фазы, близкой к структуре брукита, при термоллизе которой формируется рутил. На основании данных рентгенофазового анализа проведен расчет изменения размера кристаллитов, что послужило основой для обоснования кинетики и механизма процессов, происходящих при механоактивации. Для обоснования положительного влияния механоактивации на химическую активность твердых частиц проведен расчет изменения микроискажений с применением метода аппроксимации, основанного на использовании функции псевдо-Фойгта. Экологически безопасные технологические приемы, основанные на твердофазных процессах, могут быть использованы для усовершенствования известных технологий.

**Ключевые слова:** микроизмельчение, механоактивация, твердофазный процесс, размер кристаллитов, титановые соединения, анатаз, рутил

## SOLID-PHASE PROCESSES AT THE TECHNOLOGY OBTAINING FUNCTIONAL MATERIALS

Gerasimova L.G., Maslova M.V., Kuzmich Yu.V., Schukina E.S.

The I.V. Tananaev Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials  
of Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Apatity, e-mail: gerasimova@chemy.kolasc.net.ru

It was shown that there is not only the particle size reduction, but their structural and morphological transformations during mechanical activation of powders of titanium compounds, thereby increasing the reactivity of the crystallites formed at the same time. Thus, during mechanical activation of a mixture of titanium sulphate  $\text{TiO}(\text{SO}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}$  and ammonium sulfate carried out in a planetary mill, a complex compound is formed, which structure corresponds to the formula  $(\text{NH}_4)_2\text{TiO}(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Regimes for solid-phase synthesis under a stoichiometric components ratio have been determined. By the example of mechanical activation of the metastable phase of titanium dioxide (anatase) was shown the possibility of reconstruction of its structure to form an intermediate phase, close to brookite structure, which is formed in the thermolysis rutile. The change in the crystallite size on the basis of X-ray diffraction data were calculated it was served as the basis for the study of the kinetics and mechanisms of processes occurring during mechanical activation. For substantiate the positive influence of mechanical activation on the reactivity of the solid particles have been calculated microdistortions change using the approximation method based on the use of a pseudo-Voigt function. Environmentally safe processing methods based on solid-phase processes may be used to improve the known techniques.

**Keywords:** microgrinding, mechanical activation, solid-phase process, crystallite size, titanium compound, anatase, rutile

Технологии, основанные на реакциях, протекающих в твердофазном режиме, например, в условиях микроизмельчения компонентов, весьма перспективны, поскольку позволяют осуществлять их в энерго- и ресурсосберегающем цикле. Как таковое измельчение твердых материалов широко используется в химической технологии с целью инициирования процессов химического взаимодействия реагентов, в производстве строительных и лакокрасочных материалов, для увеличения сорбционной активности материалов, для получения

стабильных гомогенных и гетерогенных смесей [1, 2, 8, 16, 19]. При измельчении твердых тел происходит поглощение ими подводимой механической энергии и накопление её в потенциальной форме. Материал сначала претерпевает объемное деформирование и только после этого при определенном механическом усилии он разрушается. Работу, необходимую для измельчения, можно разделить на две составляющие, одна из которых расходуется на объемное деформирование ( $A_1$ ), а другая ( $A_2$ ) – на образование новых поверхностей.

Первая пропорциональна объёму тела  $A_1 = \kappa_1 \cdot V$  ( $\kappa_1$  – коэффициент пропорциональности, равный работе объёмного деформирования единицы объёма тела), а вторая работа пропорциональна увеличению поверхности  $A_2 = \sigma \Delta S$  ( $\sigma$  – энергия образования единицы поверхности, или поверхностное натяжение,  $\Delta S$  – проращивание поверхности, или площадь образовавшейся поверхности). Полная работа равна  $A = A_1 + A_2 = \kappa_1 \cdot V + \sigma \Delta S$ , т.к.  $V = d^3$ , а  $S = d^2$ , то  $A = d^2(\kappa_1 d + \kappa_2 \sigma)$ , где  $V$  – объём частицы,  $d$  – диаметр частицы,  $\kappa_2$  – коэффициент пропорциональности, равный работе по увеличению единицы площади тела [11,17]. Из этой формулы следует, что при больших размерах частиц можно пренебречь работой образования поверхности и общая работа определяется главным образом работой упругого и пластического деформирования, которое характерно при дроблении материала. Чем меньше размер частиц измельчаемого материала, тем лучше выполняется соотношение  $A = \kappa_2 \sigma d^2$ , т.е. работа измельчения определяется главным образом работой образования новой поверхности, что и присуще механоактивации в планетарных мельницах.

Проведение механической активации в высокоэнергетических мельницах является наиболее распространённой операцией в механохимии [3, 9, 20]. Основными причинами этого, вероятно, можно считать относительную простоту проведения опытов, и в технологических процессах по механическому воздействию на вещество мельничное оборудование широко распространено. Однако механика и физика процессов, происходящих при обработке вещества в мельнице, к настоящему времени изучена недостаточно. При механоактивации (МА) смесей веществ, в ходе воздействия стенок сосуда и мелющих тел на обрабатываемый материал смесей, происходят значительные изменения крупности частиц, пластической деформации зерен и даже кристаллов веществ, за счет образования новой поверхности ускоряется перемешивание и массоперенос компонентов смеси. В момент образования новой поверхности существенно возрастает вероятность химического взаимодействия между компонентами смеси. Образование локальных зон повышенной температуры в точках соударения мелющих тел. Эти факторы (образование новой поверхности, выделение тепла, рост числа дефектов в кристаллах и т.п.) приводят к возбуждению твердофазной химической реакции. Твердофазные реакции происходят не во всем объёме реагирующих веществ, а лишь в точках контакта реагирующих

частиц. Поэтому число контактов и площадь контакта имеют при этом определяющее значение. Мельничное оборудование в большой степени обеспечивает большую вероятность создания условий к возникновению как большого числа ультрадисперсных частиц, так и, соответственно, значительного числа контактов реагентов друг с другом за счет многократного повторения циклов, в ходе которых протекает твердофазная реакция.

В последнее время твердофазные реакции, активируемые в ходе обработки материалов в мельницах, приобрели особое значение. Причиной этому является перспектива использования подобного рода реакций в технологических процессах, в особенности при разработке нетрадиционных технологий, экологически чистых и экономически более выгодных по сравнению с известными.

Целью данной работы является изучение условий твердофазных процессов, протекающих в планетарной мельнице при получении прекурсоров функциональных материалов на основе соединений титана.

#### Материалы и методы исследования

Исследованы условия получения в режиме твердофазного процесса двух продуктов – титанового соединения в виде комплексной соли аммоний титанил сульфата –  $(\text{NH}_4)_2\text{TiO}(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (АТС), используемого в кожевенной промышленности в качестве нетоксичного дубителя кож и меха [18] и диоксида титана со структурой рутила. В первом случае исходными материалами были порошки технического сульфата титана  $\text{TiO}(\text{SO}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}$  (СТ), полученные при сернокислотной переработке минерала титанина –  $\text{CaSiTiO}_5$  [4, 13, 14], и сульфата аммония (СА) марки Ч. Во втором случае для микроизмельчения использовался порошок диоксида титана анатазной модификации, полученный прокаливанием АТС при температуре  $700^\circ\text{C}$  [15].



Рис. 1. Вид внутреннего пространства мельничного стакана и шаров с обрабатываемым материалом. Длительность обработки 60 минут

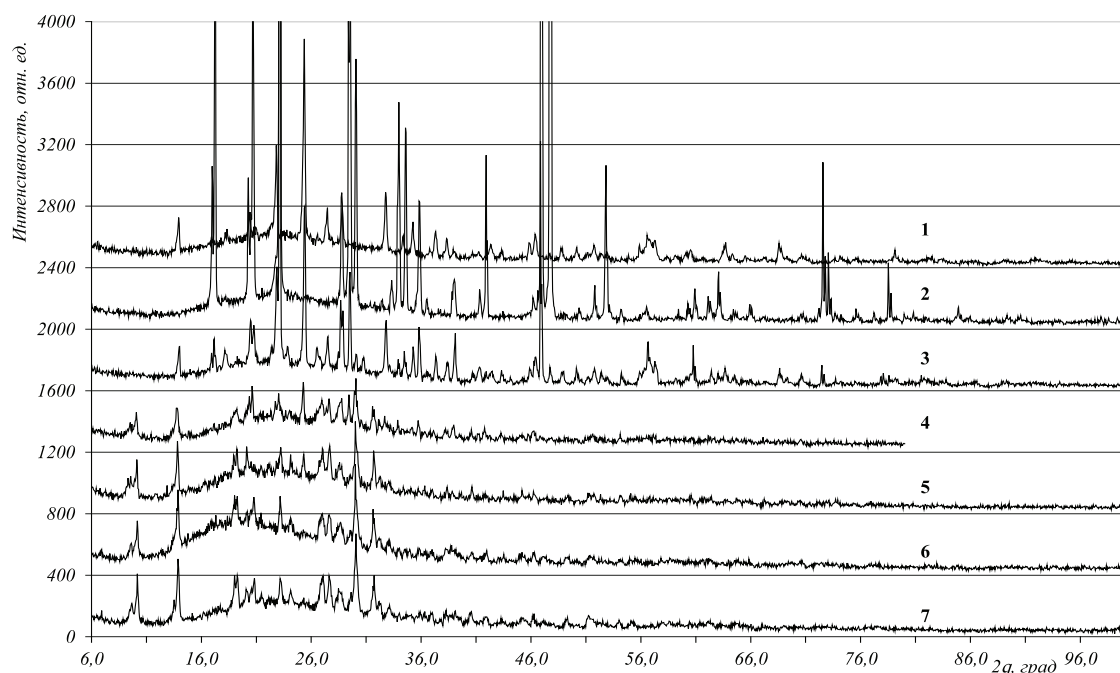


Рис. 2. Рентгенограммы исходных компонентов (1 – СТ и 2 – СА) и смесей компонентов, взятых при массовом отношении 1:1, после их измельчения в течение 3 – 4 мин, 4 – 30 мин, 5 – 60 мин, 6 – 5 ч, 7 – 10 ч

Для проведения эксперимента исходные материалы в заданном количестве смешивались в фарфоровой ступке, в смесь добавляли несколько капель дистиллированной воды в качестве поверхностно активного вещества, после чего смесь помещали в планетарную мельницу типа «САНД» с мельничными барабанами емкостью 500 мл. Внутренние стенки и крышки барабанов футерованы титаном, в качестве измельчающих тел использовали титановые шары диаметром 20 мм. Внешний вид стаканов с шарами и полученным при измельчении материалом представлен на рис. 1. Соотношение массы смеси к массе шаров соответствовало 1:10. Измельчение проводили в атмосферных условиях. Скорость вращения барабанов составляла 350–380 об/мин. Время измельчения материала варьировали от 4 мин до 10 ч.

По истечении заданного времени активированный продукт выгружали из мельничного барабана, помещали его в бюксы с герметичной крышкой. С помощью рентгеновского дифрактометра Shimadzu XRD-60001 с  $\text{Co K}\alpha$  излучением ( $\lambda = 0,154060$  нм,  $U = 30,0$  кВ,  $I = 30,0$  мА) определяли его фазовый состав. Для сравнения и обсуждения результатов на дифрактометре анализировали и компоненты исходной смеси. На основании полученных данных рассчитывали средний размер кристаллита. Для этого применяли метод, основанный на использовании расчета уширения интерференционных линий, с учетом инструментальной поправки и эффектов напряжения [12]. Морфологию частиц образцов исследовали с помощью сканирующего микроскопа SEMLEO 420.

Механоактивацию анатаза проводили в планетарной мельнице типа Pulverisette-7, которая состоит из 2-х емкостей (стаканы) объемом около 50 мл с ти-

тановыми шарами диаметром 10 мм. Скорость вращения стаканов – 750 об/мин. Соотношение массы материала к массе шаров равно 1:10–15. Продолжительность измельчения – 2 ч. Термоллиз измельченного материала проводили в электрической муфельной печи со скоростью нагревания до заданной температуры 10 град/мин. Выдержка образцов в зоне высокой температуры (800 °С) – 4 ч. После охлаждения образцы изучались с помощью химических и физико-химических методов. В частности, фазовый состав образцов устанавливали с помощью РФА – ДРОН, ДРФ Siemens D 5000. Удельную поверхность определяли по методу ВЕТ на приборе TriStar 3020 по показателям сорбции-десорбции азота.

### Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 2 представлены рентгенограммы исходных компонентов (1, 2), взятых для синтеза АТС, и образцов, полученных при измельчении в планетарной мельнице. Для удобства обсуждения результатов состояние смеси после 4 мин измельчения принято за исходное, поскольку заметного изменения в дифрактограммах компонентов и конечного образца не отмечено (3). С увеличением продолжительности измельчения изменение дифрактограмм становится заметным, что связано со структурными преобразованиями, обусловленными химическим взаимодействием компонентов смеси в процессе их механической активации. Степень пре-

образований в зоне твердофазной реакции постепенно возрастает. Так, интенсивность характеристических рефлексов на рентгенограммах исходных компонентов в области углов от 10 до 80 градусов в процессе измельчения снижаются, при этом наблюдается расширение появившихся рефлексов в области от 8,2 до 35 градусов, что свидетельствует о структурных преобразованиях в системе. После 30 мин измельчения в образце присутствует фаза, идентифицированная как титановое соединение  $\alpha\text{-(NH}_4\text{)}_2\text{TiO(SO}_4\text{)}_2$ . Повышение продолжительности измельчения сопровождается дальнейшей фазовой перестройкой, что подтверждается появлением рефлексов в области 10, 18, 30 и 32 градусов, относящихся к соединению  $(\text{NH}_4)_2\text{TiO(SO}_4\text{)}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  [5, 14].

На основании полученных данных можно констатировать, что в результате механической активации компонентов смеси при их совместном измельчении протекает твердофазная химическая реакция, сопровождаемая образованием нового соединения. Процесс идет постепенно, через промежуточные структурные преобразования. Скорость процесса достаточно высокая и в выбранных условиях за 1–1,5 ч практически завершается.

Для изучения механизма процесса и влияния на его скорость дисперсионного состава частиц реакционной массы проведены расчеты изменения размера кристаллитов в зависимости от времени измельчения. Расчет проводили с использованием данных РФА. Отмечена общая тенденция уменьшения размера кристаллитов по мере увеличения продолжительности обработки (табл. 1). Оценка проведена по каждому характеризующему образец рефлексу. Вывод, который можно сделать, заключается в следующем: уменьшение размера кристаллитов при механической активации компонентов в исходной и реакционной смеси приводит к росту площади поверхности кристаллитов и, соответственно, увеличению их химической активности.

По результатам расчета размера кристаллитов можно с достаточной уверенностью сказать, что по мере увеличения продолжительности измельчения степень активации компонентов смеси возрастает. Происходят существенные энергетические изменения в системе, приводящие к уменьшению размера кристаллитов. Такого рода изменения начинаются уже в период предварительного смешения компонентов (4 минуты) и продолжают по мере увеличения времени механической активации (от 30 минут до 10 часов) в исследованном промежутке времени.

О повышении химической активности компонентов свидетельствуют расчётные данные хода изменения микроискажений, полученные с применением метода аппроксимации, основанном на использовании функции псевдо-Фойгта [6, 10].

По мере увеличения продолжительности измельчения происходит некоторое выравнивание микроискажений в диапазоне изученных углов и при 10-часовом измельчении микроискажений заметно выравниваются (рис. 3). Это можно объяснить происходящим процессом гомогенизации размера кристаллитов, а также химическим взаимодействием компонентов смеси с образованием нового соединения.

Необходимо отметить, что обработка смеси компонентов в течение 30 мин уже обеспечивает необходимую степень активации компонентов, однако частицы агрегированы, что препятствует протеканию химической реакции. При увеличении продолжительности обработки материал смеси гомогенизируется, равномерно распределяется по поверхности мелющих тел и стенок барабана и скорость реакции увеличивается.

На рис. 4 представлены SEM-изображения образца (1) после одного часа обработки смеси компонентов в мельнице – «твердофазный» синтез и образца (2) аммоний титанилсульфата, полученного по «жидкофазному» синтезу [14].

**Таблица 1**

Данные расчета размера кристаллитов исследуемых образцов

Характеристика образца	Продолжительность механической активации	Размер кристаллитов (средний размер), нм
СТ	–	32–110 (71)
СА	–	55–178 (116,5)
СТ + СА	4 мин	18–80 (48)
СТ + СА	30 мин	16–55 (35,5)
СТ + СА	60 мин	9–55 (32)
СТ + СА	5 ч	9–28 (18,5)
СТ + СА	10 ч	8–25 (16,5)

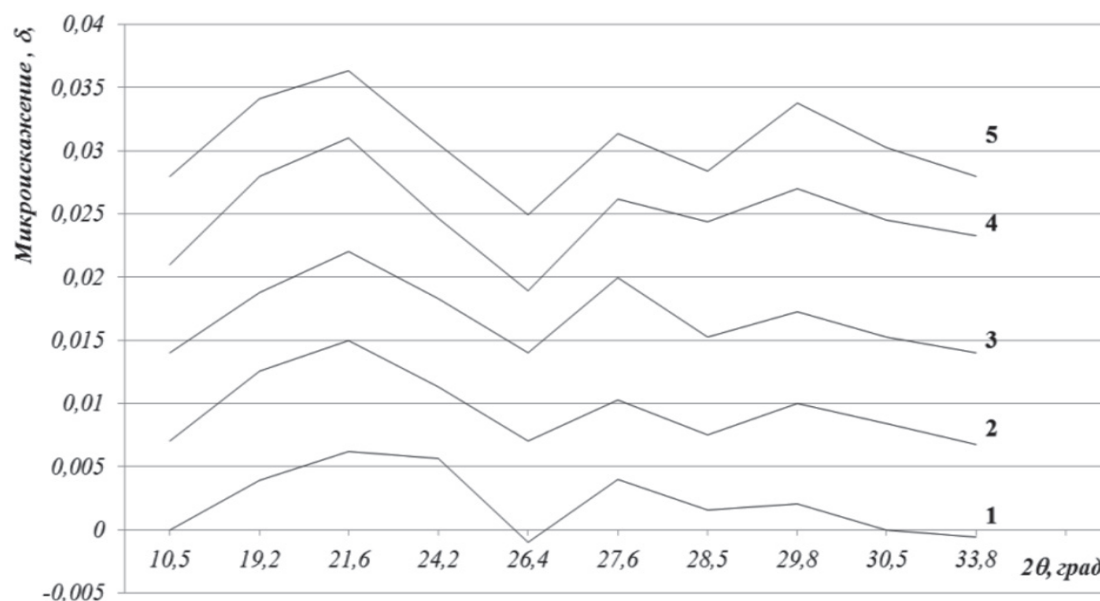
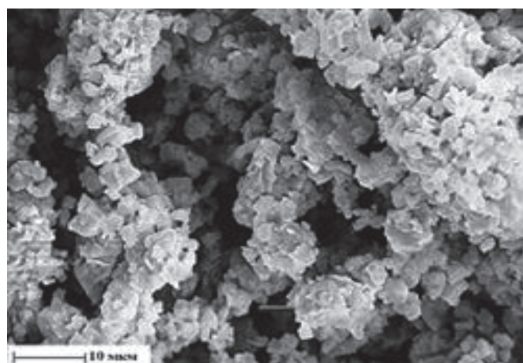
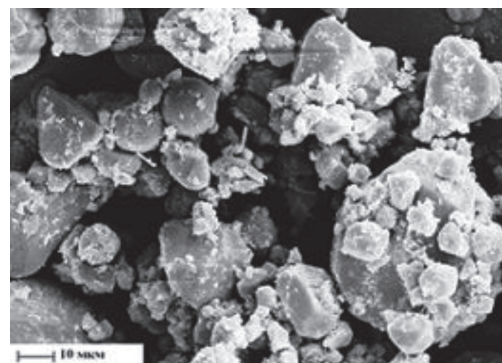


Рис. 3. Изменение микроискажений в зависимости от продолжительности измельчения, где: 1 – 4 мин, 2 – 30 мин, 3 – 60 мин, 4 – 5 ч и 5 – 10 ч. Кривые изменения микроискажений смещены по ординате, относительно друг друга, начиная с 1, на трансляционное слагаемое равное 0, 007δ



а)



б)

Рис. 4. SEM-изображение образцов: а) после одного часа обработки смеси компонентов в мельнице – «твердофазный» синтез; б) – «жидкофазный» синтез [14]

Частицы образца 1 по размеру представлены узкой фракцией – 2–3 мкм, что не характерно для образца 2, размер частиц которого изменяется в широких пределах до 50 мкм. Кристаллы образца 1 имеют более строгую конфигурацию, чем у образца 2. Это свидетельствует о различном механизме фазообразования в гомогенной («твердофазный» синтез) и гетерогенной («жидкофазный» синтез) системах. В первом случае кристаллизация протекает при прак-

тически стехиометрическом соотношении компонентов, соответствующем приведенной выше реакции; во втором – при значительном избытке в системе высаливающих компонентов (серная кислота и сульфат аммония). Это и способствует образованию на первой стадии кристаллизации значительного количества мелких кристаллов, с большой поверхностной энергией, снижение которой сопровождается образованием крупных агрегатов.



Таблица 2

Фазовый состав образцов (после механоактивации анатаза и после прокаливания механоактивированных образцов)

№ п/п	МА ч	прокалка АТС – МА анатаза			прокалка АТС – МА анатаза – термолиз		
		рутил	анатаз	брукит	рутил	анатаз	брукит
TiO <sub>2</sub> :Шары = 1:10							
1	0,5	–	80	20	8	92	–
2	1	25	55	20	82	18	–
3	3	–	60	40	30	70	–
TiO <sub>2</sub> :Шары = 1:15							
4	0,5	–	65	35	20	80	–
5	1	60	10	30	97	3	–
6	3	15	35	50	70	30	–

Таблица 3

Поверхностные свойства диоксида титана

№ образцов (как в табл. 3)	TiO <sub>2</sub> , %	Рутил, %	Суд, м <sup>2</sup> /г	Vпор, см <sup>3</sup> /г	Dпор, нм
2	98,2	82,0	1,73	0,032	23,8
5	98,4	97,0	5,10	0,055	27,8

Известны три структурные модификации диоксида титана: анатаз, рутил и брукит. Первые две наиболее широко известны и являются продукцией, выпускаемой в промышленном масштабе [7]. Рутил обладает более стабильной структурой по сравнению с анатазом. Поэтому использование рутила в составе многих функциональных материалов гарантирует стабильность их свойств. Авторы провели исследования по получению диоксида титана рутильной модификации из анатаза без использования сложной «жидкофазной» технологии, реализуемой в современных промышленных условиях.

Исследования по твердофазному структурированию анатаза с перекристаллизацией его в рутил проводили по схеме: прокаливание АТС (700 °С) – МА анатаза – термолиз (800 °С).

Изучено влияние продолжительности механоактивации и количества в мельничном барабане шаров на содержание в получаемых образцах рутила. Определяли фазовый состав промежуточных и конечных продуктов, образующихся при проведении экспериментов (табл. 2).

За промежуток времени 1 ч при МА достигается наибольшая степень активизации твердых частиц, проявляющейся в уменьшении их размера и в частичном деструктурировании анатаза. Порошок представляет собой смесь анатаза, рутила и фазы приближенной к структуре брукита. Некоторые

авторы считают, что эта фаза является промежуточной, кристаллизуется из анатаза под действием давления и удара, что имеет место при механоактивации. Количество брукита больше в том случае, когда измельчение проходило при большем количестве шаров. Температурная обработка (800 °С) образцов после МА приводит к упорядочиванию структурных дефектов, приобретенных при механоактивации, и тем самым к снижению плотности свободного заряда на поверхности частиц. В конечных образцах метастабильная фаза подобная брукиту отсутствует. Можно предположить, что именно эта фаза является матрицей для структурирования рутила. Определены поверхностные свойства порошков (табл. 3), полученных по схеме, приведенной выше.

Повышение количества шаров в мельнице при измельчении анатаза повышает степень структурной перестройки анатаза в рутил. При этом почти в 3 раза увеличивается удельная поверхность частиц порошка.

### Выводы

Изучены механизм и кинетика твердофазных процессов, протекающих при микроизмельчении кристаллических веществ или их смесей в высокоскоростных измельчителях, в частности в планетарных мельницах. Показано, что помимо уменьшения своего размера частицы претерпевают и структурно-морфологические преобразования, что способствует повышению

реакционной способности образующихся при механоактивации кристаллитов.

На примере механоактивации смеси, состоящей из сульфата титана  $\text{TiO}(\text{SO}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}$  и сульфата аммония, проводимой в планетарной мельнице, показано, что процесс механоактивации компонентов сопровождается химической реакцией с образованием комплексного соединения, состав которого соответствует формуле  $(\text{NH}_4)_2\text{TiO}(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Найдены характеристики проведения твердофазного синтеза при условии стехиометрического соотношения названных компонентов.

На основании данных рентгенофазового анализа проведен расчет изменения размера кристаллитов, что послужило основой для обоснования кинетики и механизма процессов, происходящих при механоактивации. Для обоснования положительного влияния механоактивации на химическую активность твердых частиц проведен расчет изменения микроискажений структуры кристаллитов с применением метода аппроксимации, который основан на использовании функции псевдо-Фойгта.

На примере механоактивации метастабильной фазы диоксида титана (анатаз) показана возможность перестройки его структуры с образованием промежуточной фазы, близкой к структуре брукита, при термолитической формиреутся рутил.

Экологически безопасные технологические приемы, основанные на твердофазных процессах, могут быть использованы для совершенствования известных технологий.

### Список литературы

1. Аввакумов Е.Г. Механические методы активации химических процессов. 2-е изд. / Е.Г. Аввакумов. – Новосибирск: Наука, 1986. – 305 с.
2. Герасимова Л.Г. Роль механоактивации при получении минерального пигмента-наполнителя из титанита / Л.Г. Герасимова, М.В. Маслова, Е.С. Щукина // ЖПХ. – 2010. – Т. 83, Вып. 12. – С. 1953–1959.
3. Герасимова Л.Г. Кольское титановое сырье для синтеза функциональных материалов / Л.Г. Герасимова, А.И. Николаев, М.В. Маслова, Е.С. Щукина // Ж. Титан. – 2016. – № 2 (52). – С. 3–6.
4. Герасимова Л.Г. Исследование неравновесных химических процессов технологии минерального сырья / Л.Г. Герасимова, М.В. Маслова, А.И. Николаев. – М.: ООО «Издательство ЛКМ-пресс», 2014. – 237 с.
5. Годнева М.М. Изучение комплексных соединений сульфатов титанила и аммония методом масс-спектрометрии / М.М. Годнева, Д.Л. Мотов, Л.С. Коробейников // Координационная химия. – 1977. – Т. 3, Вып. 9. – С. 1359–1363.
6. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев. – М.: Физматлит, 2005. – 416 с.
7. Добровольский И.П. Химия и технология оксидных соединений титана / И.П. Добровольский. – Свердловск: Изд-во УО АН, 1988. – 170 с.
8. Калинин А.М. Физико-химические процессы, протекающие при механической активации титан и кальций

содержащих минералов / А.М. Калинин // Журн. прикл. химии. – 2007. – Т. 80, № 10. – С. 1585–1591.

9. Калинин А.М. Твердофазный синтез нанокристаллического цирконата стронция с применением механоактивации / А.М. Калинин, К.В. Балякин, В.Н. Неведомский, Е.В. Калинин // Журн. общей химии – 2016. – Т. 86, № 4. – С. 596–602.

10. Колесникова И.Г. Характеристики нанопорошков феррита иттрия  $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  в зависимости от условий их формирования / И.Г. Колесникова, Ю.В. Кузьмич // ЖНХ. – 2015. – Т. 60, № 2. – С. 183–186.

11. Кузьмич Ю.В. Механическое легирование / Ю.В. Кузьмич, И.Г. Колесникова, И.В. Серба, Б.М. Фрейдин – М.: Наука, 2005. – 213 с.

12. Курлов А.С. Определение размера частиц, микронапряжений и степени неомогенности в наноструктурированных веществах методом рентгеновской дифракции / А.С. Курлов, А.И. Гусев // Физика и химия стекла. – 2007. – Т. 33, № 3. – С. 383–392.

13. Мотов Д.Л. Физико-химия и сульфатная технология титано-редкометалльного сырья. Ч. 1. / Д.Л. Мотов. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2002. – 189 с.

14. Мотов Д.Л. Физико-химия и сульфатная технология титано-редкометалльного сырья. Ч. 2. / Д.Л. Мотов. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2002. – 186 с.

15. Патент 2445270 РФ, МПК С 01 G 23/04, С 09 С 1/36 (2006.01). Способ получения титаносодержащего продукта / Герасимова Л.Г., Маслова М.В., Мотина Н.В., Щукина Е.С.; Ин-т химии и технологии редких элементов и минер. сырья Кол. науч. центра РАН. – № 2010144575/05; заявл. 29.10.10; опубл. 20.03.2012, Бюл. № 8.

16. Сиденко П.М. Измельчение в химической промышленности / П.М. Сиденко. – М.: Химия, 1977. – 367 с.

17. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии / Ю.Г. Фролов. – М.: Высшая школа, 1982. – 400 с.

18. Щукина Е.С. Технология комплексной соли титана (IV) и алюминия, используемой в качестве дубителей кож / Е.С. Щукина, Л.Г. Герасимова, Р.Ф. Охрименко // Химическая технология. – 2012. – № 5. – С. 263–268.

19. Avvakumov E.G., Kalinkin A.M., Kalinkina E.V. Experience of using of continuous action centrifugal mill for mechanical activation of titanite / E.G. Avvakumov, A.M. Kalinkin, E.V. Kalinkina // Сборник тез. докл. III International Conference «Fundamental Bases of Mechanochemical Technologies» («FBMT 2009»). – Новосибирск, с. 228.

20. Kalinkin A.M. Effect of Mechanical Activation of Coprecipitated Precursor on Synthesis of  $\text{La}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$  / A.M. Kalinkin, A.V. Usoltsev, E.V. Kalinkina, I.A. Zvereva, M.V. Chislov, V.N. Nevedomskii // Ceramics International. – 2016. – V. 42, Issue 14. – P. 15843–15848.

### References

1. Avvakumov E.G. Mechanicheskie metody aktivatsii himicheskikh processov. 2-e izd. / E.G. Avvakumov. Novosibirsk: Nauka, 1986. 305 p.
2. Gerasimova L.G. Rol mehanoaktivatsii pri poluchenii mineralnogo pigmenta-napolnitelja iz titanita / L.G. Gerasimova, M.V. Maslova, E.S. Shhukina // ZhPH. 2010. T. 83, Vyp. 12. pp. 1953–1959.
3. Gerasimova L.G. Kolskoe titanovoe syre dlja sinteza funkcionalnyh materialov / L.G. Gerasimova, A.I. Nikolaev, M.V. Maslova, E.S. Shhukina // Zh. Titan. 2016. no. 2 (52). pp. 3–6.
4. Gerasimova L.G. Issledovanie neravnovesnyh himicheskikh processov tehnologii mineralnogo syrja / L.G. Gerasimova, M.V. Maslova, A.I. Nikolaev. M.: ООО «Izdatelstvo LKM-press», 2014. 237 p.
5. Godneva M.M. Izuchenie kompleksnyh soedinenij sulfatov titanila i ammonija metodom mass-spektrometrii / M.M. Godneva, D.L. Motov, L.S. Korobejnikov // Koordinacionnaja himija. 1977. T. 3, Vyp. 9. pp. 1359–1363.

6. Gusev A.I. Nanomaterialy, nanostruktury, nano-tehnologii / A.I. Gusev. M.: Fizmatlit, 2005. 416 p.
7. Dobrovolskij I.P. Himija i tehnologija oksidnyh soedinenij titana / I.P. Dobrovolskij. Sverdlovsk: Izd-vo UO AN, 1988. 170 p.
8. Kalinkin A.M. Fiziko-himicheskie processy, protekajushhie pri mehanicheskoj aktivacii titan i kalcij sodержashhijh mineralov / A.M. Kalinkin // Zhurn. prikl. himii. 2007. T. 80, no. 10. pp. 1585–1591.
9. Kalinkin A.M. Tverdogfaznyj sintez nanokristallicheskogo cirkonata stroncija s primeneniem mehanoaktivacii / A.M. Kalinkin, K.V. Baljakin, V.N. Nevedomskij, E.V. Kalinkina // Zhurn. obshhej himii 2016. T. 86, no. 4. pp. 596–602.
10. Kolesnikova I.G. Harakteristiki nanoporoshkov ferita ittrija Y3Fe5O12 v zavisimosti ot uslovij ih formirovanija / I.G. Kolesnikova, Ju.V. Kuzmich // ZhNH. 2015. T. 60, no. 2. pp. 183–186.
11. Kuzmich Ju.V. Mehanicheskoe legirovanie / Ju.V. Kuzmich, I.G. Kolesnikova, I.V. Serba, B.M. Frejdin M.: Nauka, 2005. 213 p.
12. Kurlov A.S. Opredelenie razmera chastic, mikro-naprjazhenij i stepeni negomogenosti v nano-strukturirovannyh veshhestvah metodom rentgenovskoj difrakcii / A.S. Kurlov, A.I. Gusev // Fizika i himija stekla. 2007. T. 33, no. 3. pp. 383–392.
13. Motov D.L. Fiziko-himija i sulfatnaja tehnologija titano redkometallnogo syrja. Ch. 1. / D.L. Motov. Apatity: Izd-vo KNC RAN, 2002. 189 p.
14. Motov D.L. Fiziko-himija i sulfatnaja tehnologija titano-redkometallnogo syrja. Ch. 2. / D.L. Motov. Apatity: Izd-vo KNC RAN, 2002. 186 p.
15. Patent 2445270 RF, MPK S 01 G 23/04, S 09 S 1/36 (2006.01). Sposob poluchenija titansoderzhashhego produkta / Gerasimova L.G., Maslova M.V., Motina N.V., Shhukina E.S.; In-t himii i tehnologii redkih jelementov i miner. syrja Kol. nauch. centra RAN. no. 2010144575/05; zajavl. 29.10.10; opubl. 20.03.2012, Bjul. no. 8.
16. Sidenko P.M. Izmelchenie v himicheskoj promyshlennosti / P.M. Sidenko. M.: Himija, 1977. 367 p.
17. Frolov Ju.G. Kurs kolloidnoj himii / Ju.G. Frolov. M.: Vysshaja shkola, 1982. 400 p.
18. Shhukina E.S. Tehnologija kompleksnoj soli titana (IV) i aljuminija, ispolzuemoj v kachestve dubitelej kozh / E.S. Shhukina, L.G. Gerasimova, R.F. Ohrimenko // Himicheskaja tehnologija. 2012. no. 5. pp. 263–268.
19. Avvakumov E.G., Kalinkin A.M., Kalinkina E.V. Experience of using of continuous action centrifugal mill for mechanical activation of titanite / E.G. Avvakumov, A.M. Kalinkin, E.V. Kalinkina // Sbornik tez. dokl. III International Conference «Fundamental Bases of Mechanochemical Technologies» («FBMT 2009»). Novosibirsk, pp. 228.
20. Kalinkin A.M. Effect of Mechanical Activation of Coprecipitated Precursor on Synthesis of La2Zr2O7 / A.M. Kalinkin, A.V. Usoltsev, E.V. Kalinkina, I.A. Zvereva, M.V. Chislov, V.N. Nevedomskii // Ceramics International. 2016. V. 42, Issue 14. pp. 15843–15848.

УДК 621.791: 629.76

## АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ СХЕМНЫХ РЕШЕНИЙ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЛИСТОВ МЕТАЛЛООБЛИЦОВКИ НУЛЕВОЙ ОТМЕТКИ СТАРТОВОГО СООРУЖЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО СТАРТОВОГО КОМПЛЕКСА «АНГАРА»

Гула Д.Н.

*ФГБВОУ ВО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского», Санкт-Петербург,  
e-mail: vka@mil.ru*

Настоящая статья посвящена вопросу анализа возможных схемных решений закрепления листов металлооблицовки на нулевой отметке стартового сооружения универсального стартового комплекса «АНГАРА». Был проведен анализ способов закрепления листов металлооблицовки на стартовом сооружении, что позволило описать возможные схемные решения закрепления листов металлооблицовки. Выбор возможной конструктивной схемы закрепления листов определялся зависимостью физико-механических параметров материалов конструкции от динамических параметров, задаваемых эксплуатационными нагрузками. Разработка схемных решений закрепления листов металлооблицовки на универсальном стартовом комплексе, допускающих деформацию листа при воздействии высокотемпературной газовой струи ракетного двигателя, благоприятно сказывается на ресурсе работы металлооблицовки стартового сооружения. Предложенные варианты закрепления позволяют увеличить промежутки времени между проведением очередных ремонтно-восстановительных работ, а значит, повысить готовность стартового комплекса к запуску ракет космического назначения.

**Ключевые слова:** анализ, закрепление, конструкционные материалы, стартовое сооружение, металлооблицовка

## ANALYSIS OF POSSIBLE SCHEMATICS ATTACH SHEETS METALLOOBLITSOVKI ZERO MARK THE LAUNCH CONSTRUCTION UNIVERSAL LAUNCH COMPLEX «ANGARA»

Gula D.N.

*Mozhaisky Military Space Academy, Sankt-Petersburg, e-mail: vka@mil.ru*

This article is devoted to analysis of possible circuitry fixing sheets metallooblitsovki at zero launch construction of the universal launch complex «Angara». Analysis methods of fixing was carried out on the starting sheets metallooblitsovki building that allowed us to describe the possible schematics fixing sheets metallooblitsovki. Selection of possible constructive scheme fixing sheets determined by the dependence of physical and mechanical properties of the materials of construction of the dynamic parameters set by operational loads. Development of circuit design metallooblitsovki fixing sheets on the universal launch complex, allowing the deformation of the sheet when exposed to high temperature gas jet rocket engine favorably affects the service life of metallooblitsovki launch facility. Proposed options for fixing can increase the intervals between ordinary repair work and, therefore, increase the readiness of the launch complex for the launch of space rockets.

**Keywords:** analysis, consolidation, construction materials, starting the construction, metalcladding

Долговечность элементов конструкций при малоцикловом нагружении [2] существенно зависит от свойств материала и условий нагружения, определяющих амплитуды упругопластических деформаций и величины односторонне накапливаемых пластических деформаций. Эти деформации, в свою очередь, определяют интенсивность накопления усталостных и квазистатических повреждений, ведущих к предельному состоянию металлические конструкции.

В связи с этим вопросам выбора конструкционных материалов, а также решениям закрепления листов металлооблицовки на нулевой отметке стартового сооружения (СС) при проектировании должно уделяться соответствующее внимание. Проводя анализ возможных схемных решений, можно

провести декомпозицию и описать содержательную постановку задачи анализа возможных схемных решений закрепления листов металлооблицовки в следующем виде:

1. Исходными данными для проведения анализа являются: температура в камере сгорания двигательной установки (ДУ), температура на срезе сопла ДУ, температура плавления стали, время прогрева листа, статическое давление на срезе сопла ДУ, теплоемкость газов на срезе сопла ДУ.

2. Обоснование требований к металлооблицовке СС в составе стартового комплекса (СК) (по способу крепления, по оперативности проведения ремонтно-восстановительных работ (РВР), по минимизации воздействий на СС, по защищенности СС от тепловых и газодинамических воздействий).

3. Формирование вариантов крепления листов металлооблицовки на СС.

4. Оценивание вариантов крепления листов металлооблицовки на СС (на безотказность, долговечность, защищенность, ремонтпригодность).

5. Выбор вариантов крепления листов металлооблицовки на СС, предусматривающий рациональный вариант крепления листов с учетом минимизации времени проведения РВР, а также удовлетворяющий требованиям технического задания.

Анализ схемных решений подобного типа позволяет совершенствовать элементы конструкций СС, функционирующие в условиях высоких газодинамических и тепловых нагрузок от струй ДУ. Выполнение требований к металлооблицовке позволяет увеличить надежность и долговечность СС с учетом принятых ограничений и существующих технических решений защиты СК, включающих конкретный способ крепления листов металлооблицовки.

На основании проведенного анализа предложены возможные способы крепления листов металлооблицовки с возможностью пластического деформирования не в ущерб конструкции СС в целом, что, в свою очередь, позволяет увеличить промежутки времени между проведением очередных РВР, а значит, повысить готовность стартового комплекса к запуску ракет космического назначения (РКН).

Математическая постановка задачи анализа схемных решений предполагает введение требований к металлооблицовке по температуре, давлению и времени воздействия струи ракетного двигателя (РД) на металлооблицовку СС. В свою очередь, требования к металлооблицовке подразделяются на требования по диапазону времени безотказной работы  $t_{б.р.}$ , оперативности испол-

зования СС в условиях военной обстановки  $\Delta t_{зап.}$  по точности определения времени на проведение РВР  $\Delta t_{РВР} \approx 1 \text{сут}$ , по периодичности контроля целостности листов металлооблицовки СС  $\Delta t_{контр.} = \Delta t_{зап.}$ .

Выбор конструктивной схемы закрепления листов металлооблицовки определяется, в основном, зависимостью физико-механических параметров конструкции от динамических параметров, задаваемых эксплуатационными нагрузками.

Увеличение жесткости закрепления листов металлооблицовки СС уменьшает напряжения и деформации, связанные с силовым воздействием струи РД на листы металлооблицовки, но одновременно увеличивает напряжения и деформации, вызванные тепловым воздействием этой струи [4].

Поскольку тепловое воздействие на листы металлооблицовки является более опасным, то представляется целесообразным использовать схемы закрепления листов металлооблицовки, между которыми имеются тепловые зазоры, обеспечивающие возможность свободного или близкого к свободному продольного смещения и свободного поворота сечения листов облицовки.

На рис. 1 показана схема закрепления листов, неподвижных относительно бетонной подложки, которая позволяет листам смещаться в направлении  $x$  (эти перемещения будем обозначать через  $u_x$ ), что будет частично компенсировать термонапряжения в любом из листов металлооблицовки [1].

Следует отметить, что для такой схемы классическая теория пластин неприменима. Действительно, в этом случае в листе возникают значительные сдвиговые напряжения  $\tau_{xz}$ , которые в теории пластин [5] считаются малыми.

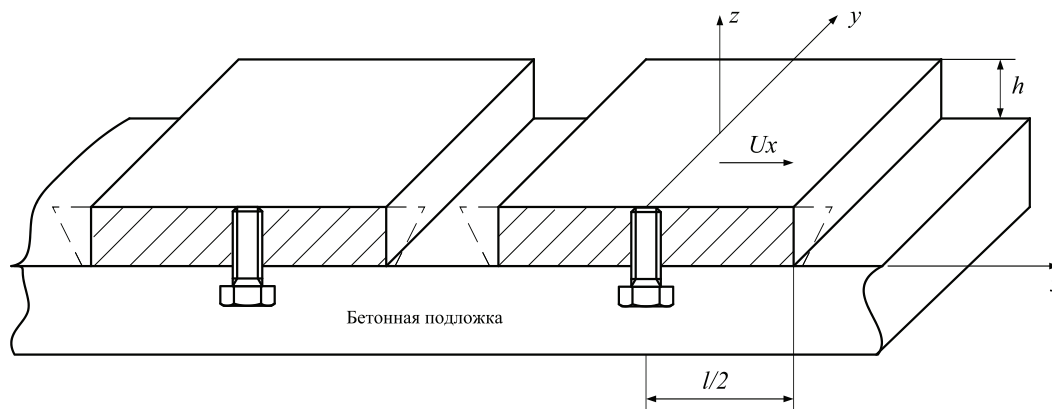


Рис. 1. Схема закрепления листов металлооблицовки с зазорами между листами

Для оценки эффективности такой схемы рассмотрим следующую модельную задачу.

Если поперечный (в направлении  $z$ , перпендикулярном плоскости листа (рис. 1)) размер части листа мал в сравнении с продольным ( $l$ ) и соизмерим с толщиной ( $h$ ), то в этом случае напряжениями  $\sigma_y$  можно пренебречь.

Если распределение температуры по толщине верхней части листа линейно, т.е.

$$\Delta T(z) = \Delta T_0 \frac{z}{h},$$

а максимальное значение избыточной температуры  $\Delta T_0$  таково, что значения величин  $\alpha$  – коэффициент термического линейного расширения,  $\lambda$  – теплопроводность,  $E$  – модуль Юнга и  $G$  – модуль сдвига можно считать постоянными, а напряжения – чисто упругими. При этом принимается, что продольные деформации пропорциональны температурным, т.е. линейно изменяющимся по сечению листа.

В такой постановке поле перемещений можно искать в следующем виде:

$$u_x(x, z) = u_1 \frac{2x z}{l h}, \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \Pi &= 2 \int_0^{l/2} \int_0^h \left( \frac{\sigma_x^2}{2E} + \frac{\tau_{xz}^2}{2G} \right) dz dx = \int_0^{l/2} \int_0^h \left( E \left( 2u_1 \frac{z}{lh} - \frac{\alpha \Delta T_0 z}{h} \right)^2 + 4G \left( \frac{u_1}{lh} \right)^2 x^2 \right) dz dx = \\ &= E \left( 2u_1 \frac{1}{lh} - \frac{\alpha \Delta T_0}{h} \right)^2 \times \int_0^{l/2} \int_0^h z^2 dz dx + 4G \left( \frac{u_1}{lh} \right)^2 \times \\ &\quad \times \int_0^{l/2} \int_0^h x^2 dz dx = E \frac{lh^3}{6} \left( 2u_1 \frac{1}{lh} - \frac{\alpha \Delta T_0}{h} \right)^2 + \\ &\quad + 4G \frac{l^3 h}{24} \left( \frac{u_1}{lh} \right)^2 = \left( E \frac{2h}{3l} + G \frac{l}{6h} \right) u_1^2 - E \frac{2\alpha h \Delta T_0}{3} u_1 + E \frac{lh (\alpha \Delta T_0)^2}{6}. \end{aligned} \quad (6)$$

Значение  $u_1$  можно найти из условия минимума потенциальной энергии:

$$\frac{\partial \Pi}{\partial u_1} = 2 \left( E \frac{2h}{3l} + G \frac{l}{6h} \right) u_1 - E \frac{2\alpha h \Delta T_0}{3} = 0, \quad (7)$$

$$u_1 = \frac{h \alpha \Delta T_0}{\left( \frac{2h}{l} + \frac{Gl}{E2h} \right)} = \frac{\alpha \Delta T_0 l}{2 \left( 1 + \frac{Gl^2}{4Eh^2} \right)}. \quad (8)$$

В этом случае продольные напряжения определяются по формуле

$$\sigma_x = E \left( 2 \frac{\alpha \Delta T_0 l}{2 \left( 1 + \frac{Gl^2}{4Eh^2} \right) lh} \frac{z}{h} - \frac{\alpha \Delta T_0}{h} z \right) = E \alpha \Delta T_0 \frac{z}{h} \left( \frac{1}{\left( 1 + \frac{Gl^2}{4Eh^2} \right)} - 1 \right) = -E \alpha \Delta T_0 \frac{z}{h} \left( \frac{1}{\frac{4Eh^2}{Gl^2} + 1} \right). \quad (9)$$

где  $u_1$  – продольные перемещения верхнего правого угла листа ( $x = l, z = h$ ).

Тогда выражения для продольных ( $\epsilon_x$ ) и сдвиговых ( $\gamma_{xz}$ ) деформаций примут вид

$$\epsilon_x = \frac{\partial u_x}{\partial x} = 2u_1 \frac{z}{lh}, \quad (2)$$

$$\gamma_{xz} = \frac{\partial u_x}{\partial z} + \frac{\partial u_z}{\partial x} = 2u_1 \frac{x}{lh}. \quad (3)$$

В соответствии с законом Гука продольные ( $\sigma_x$ ) и касательные ( $\tau_{xz}$ ) напряжения запишутся в виде [3]:

$$\sigma_x = E (\epsilon_x - \alpha \Delta T) = E \left( 2u_1 \frac{z}{lh} - \frac{\alpha \Delta T_0}{h} z \right), \quad (4)$$

$$\tau_{xz} = G \gamma_{xz} = 2Gu_1 \frac{x}{lh}. \quad (5)$$

где  $\Delta T$  – разница распределения температуры по толщине;

$E$  – модуль Юнга;

$G$  – модуль сдвига.

Потенциальная энергия ( $\Pi$ ) упругих деформаций листа (на единицу ширины) определяется из соотношения

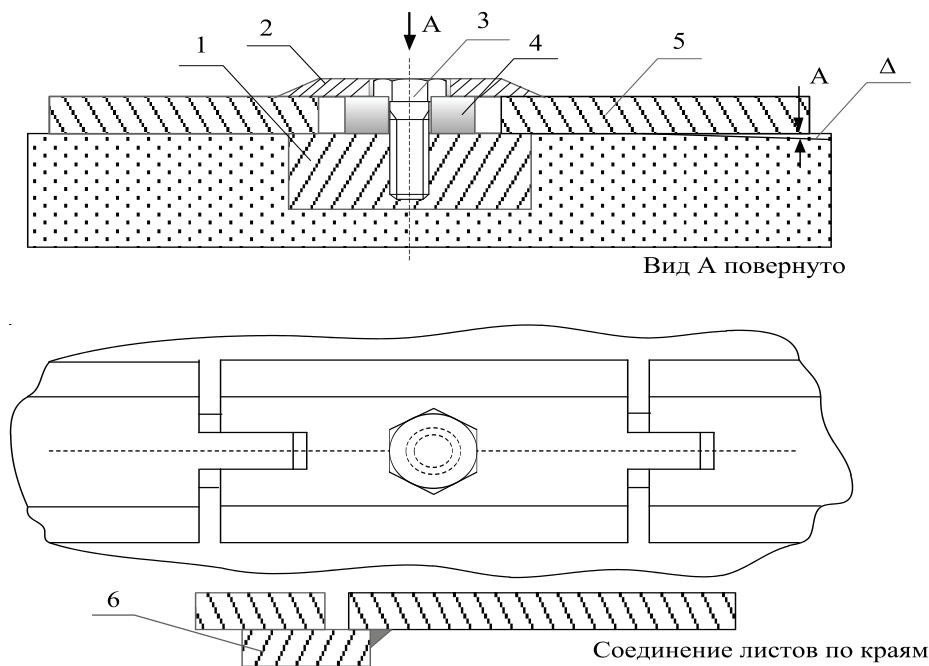


Рис. 2. Крепление накладными планками (вариант 1)

Заметим, что для листа (пластины), у которого края жестко заделаны и не имеют возможности продольного смещения, напряжения определяются формулой

$$\sigma_x = -E\alpha\Delta T_0 \frac{z}{h}. \quad (10)$$

Таким образом, при  $h \ll 1$  значения напряжений в обеих схемах одинаковы, т.е. схема на рис. 1 позволяет снизить термонапряжения только в случае, если значения  $h$  и  $l$  соизмеримы. Таким образом, создание зазора между листами при жестком соединении их с основанием не дает эффекта.

На рис. 2–4 показаны различные варианты крепления листов, в которых реализуются условия продольной податливости. В варианте 1 (рис. 2) крепление осуществляется при помощи накладной планки 2. Планка выполняется из стали 12МХ. Для возможности термодформации планки выполняются достаточно короткими и каждая планка крепится к закладному элементу 1 одним болтом 3. Для исключения проворачивания планки центрируются относительно друг друга специальным выступом, который входит паз соседней планки.

В данной схеме могут быть реализованы различные варианты крепления листов. Для того, чтобы схема закрепления была близка к шарниру, ширина накладки 2 должна быть больше ширины планки 4 на 20–25 мм, а высота планки 4 должна быть гарантированно больше толщины ли-

ста 5 на 0,2–0,4 мм. Шарнирное соединение будет работать, если между планкой 4 и закладным элементом 1 устанавливается прокладка, обеспечивающая этот размер с учетом допусков на толщину листов. Болты 3 рассчитываются на отрицательный перепад давления  $0,3 \cdot 10^5$  Па (под листом давление выше). Для уменьшения теплового воздействия на торцы листов, особенно в начале воздействия, когда тепловой зазор между листами максимальный, к одной из коротких сторон листа снизу приваривается полоса 6. Для этой полосы в бетонной заливке должно быть предусмотрено углубление. Как было показано выше, в некоторых случаях целесообразно, чтобы по оси  $x$  листа уровень заливки был ниже на величину  $\Delta$ , чем в крайних сечениях. Данное крепление позволяет крепить листы любой толщины, причем при толщине листа более 40 мм края длинной стороны листа могут иметь фрезерованный уступ, таким образом, что накладка 4 не будет выступать над верхней плоскостью листа 5.

Жесткая заделка листов не должна позволять поворачиваться листу 5 в заделке, но должна допускать горизонтальное смещение листа при термодформациях. Это можно обеспечить увеличением ширины накладки 4 до 80–100 мм. Болты 3 (обязательно с шайбами) рассчитываются на значение вертикальной силы  $N$ , возникающей от момента  $M$  в заделке листов.

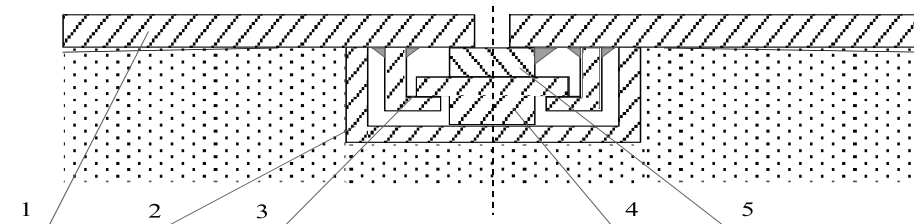


Рис. 3. Скользящее крепление (вариант 2)

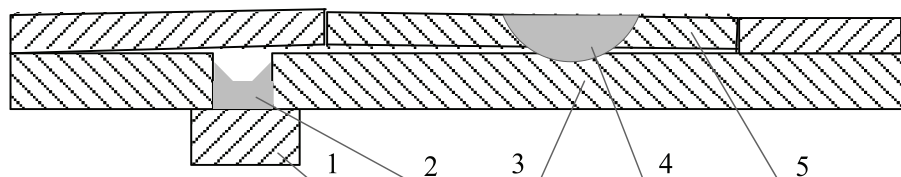


Рис. 4. Использование теплозащитных листов (вариант 3)

Удельная сила (отнесенная к единице длины) от двух листов определяется как

$$N = \frac{4M}{3l},$$

где  $l$  – ширина поверхности листа, контактирующая с накладкой 4. Для обеспечения прочности в этом варианте необходимо использование большего количества болтов 3 увеличенного диаметра с мелкой резьбой и с малым расстоянием между ними. Болты затягиваются динамометрическим ключом таким образом, чтобы предварительное поджатие накладки 4 не превышало  $0,05 \pm 0,2 N$  (в противном случае увеличится сила трения при линейном расширении листа и в листе возникнут дополнительные напряжения). Учитывая, что термомоформироваться будет и накладка 4, крайние отверстия под болты 3 в накладке 4 должны быть выполнены в виде паза. Планка 4 в данном случае может отсутствовать. Данная схема применима только к листам небольшой толщины 10–20 мм.

В варианте 2 (рис. 3) к закладному элементу 2 болтами крепится Т-образная направляющая 4. К листам 1 приварены специальные уголки 3. Для уменьшения теплового воздействия на торцы листов, особенно в начале воздействия, когда тепловой зазор между листами максимален, к одной из длинных сторон листа приваривается полоса 5.

Для возможности заведения листов в пазы самый крайний от пусковой рамы лист крепится при помощи накладных планок по варианту 1. В этом месте Т-образные

направляющие отсутствуют, поскольку остальные листы заводятся в пазы и протаскиваются до конца накладных планок. По этому способу могут крепиться листы любой толщины. Этот вариант обеспечивает заделку листа, близкую к шарнирной.

В варианте 3 (рис. 4) тепловое воздействие на силовой лист 3 минимальное, поэтому его термомоформации можно не учитывать, и для крепления использовать любые стандартные схемы металлооблицовки. Теплозащитный лист 5 толщиной 10–12 мм и шириной 300–500 мм приваривается в центре 4 и имеет предварительный прогиб.

При нагреве теплозащитный лист выпрямляется и садится на силовой лист. Величина начального прогиба определяется таким образом, чтобы исключить появление значительной отрывающей силы после термического изгиба, в результате которого края теплозащитного листа войдут в контакт с силовым листом. Вместо сварки могут использоваться два – четыре расположенных близко друг к другу силовых болта с конической головкой, выполненных из теплостойкой стали.

### Выводы

Анализ схемных решений закрепления листов металлооблицовки нулевой отметки СС позволит, прежде всего, сравнить различные варианты конструктивных решений, в частности определить возможность снятия ограничений на деформацию листа, что, в свою очередь, повысит ресурс безотказной работы металлооблицовки СС.



Разработка схемных решений крепления листа металлооблицовки, допускающих деформацию листа при воздействии высокотемпературной газовой струи РД, благоприятно сказывается на ресурсе работы металлооблицовки СС.

#### Список литературы

1. Дикарев В.И. Энциклопедия изобретателя. – СПб.: Издательство «ВиТ-Принт», 2002. – 400 с.
2. Икрин В.А. Сопротивление материалов с элементами теории упругости и пластичности / Учебное издание. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2005. – 424 с.
3. Москвитин В.В. Пластичность при переменных нагрузениях. – Издательство Московского университета, 1965. – 262 с.
4. Полупан А.В. Повышение безопасности эксплуатации металлоконструкций ракетно-космической тех-

ники: Монография. – СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского. – 278 с.

5. Прочность, устойчивость, колебания. Справочник в трех томах. Том 1. Под ред. Биргера И.А., Пановко Я.Г. – М.: Машиностроение, 1968.

#### References

1. Dikarev V.I. Jenciklopedija izobretatelja. SPb.: Izdatelstvo «ViT-Print», 2002. 400 p.
2. Ikrin V.A. Soprotivlenie materialov s jelementami teoriii uprugosti i plastichnosti / Uchebnoe izdanie. M.: Izdatelstvo Associacii stroitelnyh vuzov, 2005. 424 p.
3. Moskvitin V.V. Plastichnost pri peremennyh nagruzhenijah. Izdatelstvo Moskovskogo universiteta, 1965. 262 p.
4. Polupan A.V. Povyshenie bezopasnosti jekspluatcii metallokonstrukcij raketno-kosmicheskoi tehniki: Monografija. SPb.: VKA imeni A.F. Mozhajskogo. 278 p.
5. Prochnost, ustojchivost, kolebanija. Spravochnik v treh tomah. Tom 1. Pod red. Birgera I.A., Panovko Ja.G. M.: Mashinostroenie, 1968.

УДК 669.2/8:669.3:669.049.44

## УСТАНОВКА ЗОННОЙ ПЛАВКИ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СВЕРХЧИСТЫХ МЕТАЛЛОВ

**Досмухамедов Н.К., Жолдасбай Е.Е., Нурлан Г.Б., Курмансеитов М.Б.**

*Научно-исследовательский центр «ИНТЕГМО», НАО «Казахский национальный  
исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева», Алматы, e-mail: nurdos@bk.ru*

Современное развитие электроники, атомной промышленности, ракетостроения и точного приборостроения, требующих материалов высокой и сверхвысокой чистоты, привело к активному расширению границ производства и совершенствованию технологии получения высокочистых металлов. В настоящей работе на основании результатов предыдущих исследований представлена новая конструкция прецизионной установки зонной плавки для получения сверхчистых металлов. При разработке установки особый акцент сделан на улучшении основных факторов зонной плавки. Совершенствованы условия формирования узкой расплавленной зоны, обеспечение интенсивности ее перемешивания с использованием магнитных колец. Подобраны и обоснованы геометрические размеры магнитных колец, обеспечивающие достижение наилучших показателей степени очистки металлов от примесей. Изменена конструкция механизма передвижения жидкой зоны. Показано, что перемещение кварцевого реактора с исследуемым металлом относительно неподвижного индукционного блока нагревателя и магнитных колец является наиболее приемлемым решением для новой установки. В работе приведены результаты по очистке меди от примесей. Показаны преимущества новой установки зонной плавки. Принятые при разработке новые решения значительно расширяют возможности применения новой установки для получения широкого круга сверхчистых металлов.

**Ключевые слова:** зонная плавка, перемешивание, очистка, металл, примесь

## INSTALLATION ZONE MELTING AND ITS APPLICATION TO HIGH PURITY METALS

**Dosmukhamedov N.K., Zholdasbay E.E., Nurlan G.B., Kurmanseitov M.B.**

*Scientific-Research Center «INTEGMO», NPC «Kazakh National Research Technical University  
after of K.I. Satpaev», Almaty, e-mail: nurdos@bk.ru*

The Modern development of electronics, nuclear industry, rocket production and engineering, which require materials of high and ultra-high purity, has led to the expansion of production and improvement of technology of obtaining high-purity metals. In the present work based on the results of previous studies presented the new design of the precision setup of zone melting for obtaining ultrapure metals. When designing the installation, a special emphasis is made on improving the key factors of zone melting. Improved conditions for the formation of a narrow molten zone, ensuring the intensity of its mixing with the use of magnetic rings. Selected and justified the geometrical dimensions of the magnetic rings, ensuring the achievement of the best indicators of the degree of purification of metals from impurities. Changed the design of the movement mechanism of the liquid zone. It is shown that the displacement of the quartz reactor with the metal relative to the fixed induction block heater and the magnetic rings is the most appropriate solution for a new installation. The results of the cleaning of impurities from copper. The advantages of the new plant zone melting. Adopted in the development of new solutions dramatically expand the capabilities of the new installation to obtain a wide range of high-purity metals.

**Keywords:** zone melting, mixing, cleaning, metal, mixed

Для высокотехнологичных отраслей часто используют металлы более высокой степени чистоты (с содержанием основного металла 5 N и более), производство которых требует более сложных технологий и значительных затрат [1, 4]. Так, в крупномасштабных интегральных схемах все более широкое распространение получает замена алюминия и его сплавов высокочистой медью, вследствие низкого удельного сопротивления меди и высокой ее устойчивости к электромагнитным воздействиям. Кроме того, применение сверхчистой меди позволило значительно уменьшить размеры используемых элементов микроэлектронных устройств. Большой интерес представляет получение и функциональных сплавов на основе сверхчистых металлов (Cu-Re, GaAs, InP и др.),

которые находят широкое целевое применение в различных высокотехнологичных отраслях. Это, в свою очередь, повысило спрос на металлы высокой чистоты [14].

Анализ научно-технической литературы показывает, что одним из наиболее распространенных и эффективных методов получения особо чистых металлов является метод зонной плавки. В отличие от других известных способов он отличается высокой степенью разделения металлов, относительно низкой энергоемкостью, отсутствием агрессивных кислых или щелочных сбросовых растворов, минимальной степенью загрязнения окружающей среды и простотой аппаратного оформления.

В научной литературе известно значительное количество работ, посвященных

получению сверхчистых металлов способом зонной плавки [1, 5–7, 9–11, 14]. Несмотря на ограничения по применению данного способа в промышленных условиях, связанных со сложностью аппаратного оформления и др., развитие техники и технологии значительно расширило его границы для получения широкого спектра сверхчистых металлов. В то же время решение вопроса получения сверхчистой меди чистотой 5 N и выше, даже высокоэффективным способом зонной плавки, представляет весьма нелегкую задачу в связи с трудностями, связанными с высокой ее тепловой проводимостью и значением давления пара, а также сильного сродства ее к некоторым металлическим и неметаллическим примесям. Очистка меди от примесей сильно усложняется и тем, что равновесные коэффициенты сегрегации для большинства металлических примесей близки к единице [12, 13, 15].

Из вышеизложенного следует, что создание высокоэффективного устройства на базе теоретических основ зонной плавки для получения сверхчистых металлов представляет собой актуальную задачу.

Важность решения задачи получения сверхчистых металлов с высокой добавленной стоимостью имеет большое значение для Казахстана.

Комплексный анализ рынков сбыта отечественной металлопродукции показывает, что он характеризуется диспропорцией между горнодобывающей и обрабатывающей промышленностью, неразвитостью машиностроительного комплекса. Выпускаемая продукция металлургической промышленности ориентирована на зарубежных потребителей.

Сегодня в Казахстане отсутствуют современные предприятия, базирующиеся на производстве высокоэффективных наукоемких материалов, многофункциональных сплавов и материалов на основе металлов, производимых в республике. Высокочистые металлы, представляющие важный компонент в развитии современной технологии материалов, в промышленном масштабе не производятся. Вся металлопродукция (сплавы) завозится из-за рубежа. В силу этого в республике постоянно растущая потребность в сплавах не удовлетворена и с каждым годом данная проблема становится острее.

Создание и развитие конкурентоспособных технологий производства многофункциональных материалов и сплавов на основе сверхчистых металлов могло бы вывести Казахстан в число потенциальных партнеров производителей высокотехнологичных

продуктов и занять соответствующую нишу в сегменте производства новых материалов.

Цель настоящей работы – разработка прецизионной установки зонной плавки для получения сверхчистых цветных металлов и отладка методики глубокой очистки цветных металлов от примесей на примере получения сверхчистой меди.

### **Основные подходы, принятые к совершенствованию установки зонной плавки**

Известные в технической литературе результаты исследований по очистке металлов от примесей зонной плавкой показывают, что глубина степени очистки металла зависит от целого ряда факторов, которые необходимо учитывать при разработке установки зонной плавки. К основным из таких факторов можно отнести:

- Физико-химические свойства основного металла – температура плавления, электро- и теплопроводность, поверхностное натяжение жидкого металла (для некоторых вариантов организации зонной плавки), химическая активность металла и примесных элементов, коэффициенты диффузии примесных элементов в жидком и твердом металле и т.д.

- Требования к контейнерам (для тигельных плавок), поскольку при высокой активности металлов, повышающейся при высоких температурах, растет вероятность загрязнения металла компонентами тигля (контейнера). По этой причине для элементов с температурой плавления более 1200 °С чаще предпочтительнее бывает использование бестигельной плавки.

- Состав и свойства газовой фазы. Состав газовой фазы должен быть максимально инертным к очищаемому металлу, как с точки зрения химического взаимодействия, так и с точки зрения физического растворения компонентов газовой фазы в металле.

- Методы нагрева (расплавления). Для металлов с высокой температурой плавления используются плазменный метод, электронно-лучевой, индукционный и др.

- Величина равновесных и эффективных коэффициентов распределения примесей между жидкой и твердой фазами.

- Ширина зоны расплавленного металла.
- Интенсивность перемешивания металла в расплавленной зоне.

- Скорость перемещения расплавленной зоны.

- Кратность прохода и др.

Несмотря на различные подходы к разработке устройства зонной плавки для получения того или иного сверхчистого ме-

талла, при разработке способа основная задача сводится к решению конкретной задачи – минимизации примесей в очищаемом металле.

Основными параметрами, определяющими конечную суммарную концентрацию примесей при зонной плавке, являются:

- концентрация и количество примесей;
- ширина расплавленной зоны;
- изменение температурного градиента;
- количество проходов.

При описании и анализе процессов очистки зонной плавкой обычно используются понятия локальной концентрации примеси и распределения ее концентрации по длине слитка. Эффективность очистки оценивается по виду распределения концентрации примеси и по ее значениям в характерных точках слитка: начале, середине и начале конечной части слитка длиной в одну зону. Однако в разных частях слитка от прохода к проходу распределение концентрации примеси трансформируется неодинаково. Поэтому целесообразно вводить такую характеристику, величина которой интегрально характеризует качество получаемого продукта. При очистке зонной плавкой такой интегральной характеристикой является средняя концентрация примеси в очищаемой части слитка. Данная характеристика была использована нами одновременно и в качестве целевой характеристики товарного продукта.

Результаты ранее выполненных работ, включающие технологические расчеты процесса зонной плавки применительно для очистки меди от примесей [3], выбор и обоснование оптимальных технологических параметров и режимов процесса позволили создать экспериментальную установку зонной плавки для получения сверхчистых цветных металлов [2, 8]. Однако, наряду с положительными результатами, полученными при очистке меди от примесей с использованием разработанной установки зонной плавки, в процессе экспериментальных опытов были выявлены некоторые конструкционные недостатки, которые требуют дальнейшего совершенствования установки. В частности, не совсем удачным оказалось использование сложной конструкции охлаждения индуктора и кварцевого реактора с применением холодильника. При проведении опытов достаточно сильного влияния высоких температур на конечные результаты степени очистки меди и на всю конструкцию в целом не наблюдалось. Как показали экспериментальные опыты, решение охлаждения кварцевого реактора можно решить более простым, низкочастотным способом, например организацией охлаж-

дения путем использования змеевика или отдельной емкости с циркуляцией воды без использования холодильника. Это значительно упростит сложную конструкцию установки.

Определенные трудности были заметны в плане жесткости крепления на общей раме блока нагревателя, оптического пирометра и другого дополнительного вспомогательного оборудования. При перемещении всей общей конструкции (рамы) вместе с блоком нагревания нарушалась жесткость крепления отдельно взятых элементов (магнитных колец, оптического пирометра и др.). Слабым звеном оказалась установка магнитных колец, которые крепились на общей раме с помощью подвесных серег. Это не только усложняло конструкцию общей установки, но и не обеспечивало стабильность их фиксации на заданном расстоянии, что оказывало сильное влияние на конечные технологические показатели очистки меди от примесей. Кроме того, не совсем удачным оказался и выбор оптимальных размеров магнитных колец, в результате чего не было достигнуто интенсивного перемешивания жидкой зоны, выравнивания градиента температуры и уменьшения растекания границ жидкой зоны. Это привело к вынужденной необходимости, в ходе опытов, увеличения времени выдержки жидкой зоны при заданной температуре для достижения глубокой очистки меди от примесей. При этом увеличивалась продолжительность очистки меди от примесей, что значительно снижало общую производительность общего процесса зонной плавки.

Не совсем удачным оказалось применение цепной передачи для перемещения жидкой зоны, которая осуществлялась перемещением рамы, на которой закреплены блок нагревателя, оптический пирометр и другое вторичное оборудование. При проведении нескольких проходов система давала сбой за счет ослабления натяжения цепи, в результате чего нарушалась стабильность задаваемой скорости.

Как показывают результаты [2, 3, 8], использованные ранее для создания установки зонной плавки, общие положения и конструкционные решения требуют дальнейшего совершенствования установки с целью улучшения общих технологико-экономических показателей зонной плавки в целом.

#### **Особенности установки зонной плавки для получения сверхчистых металлов**

При разработке новой конструкции установки зонной плавки основное внимание было сконцентрировано на ее максимальной адаптации к решению задач полу-

чения сверхчистых металлов из цветных металлов, получаемых на действующих предприятиях республики, что крайне актуально как для крупных предприятий, так и для предприятий, занятых в сфере получения металлов из вторичного сырья.

С учетом поставленных задач при доработке конструкции экспериментальной установки зонной плавки особый акцент был сделан на выбор и комплектацию основных ее узлов и блоков, обеспечивающих достижение оптимальных технологических параметров при высокой производительности и простоте эксплуатации установки.

При разработке конструкции новой экспериментальной установки зонной плавки принято принципиально новое конструктивное решение, заключающееся в перемещении не основных узлов и блоков установки относительно неподвижного исходного металла, а наоборот – в перемещении кварцевого реактора с исходным металлом относительно неподвижно и жестко закрепленных индукционного блока с индукционным нагревателем, магнитными кольцами и оптического пирометра.

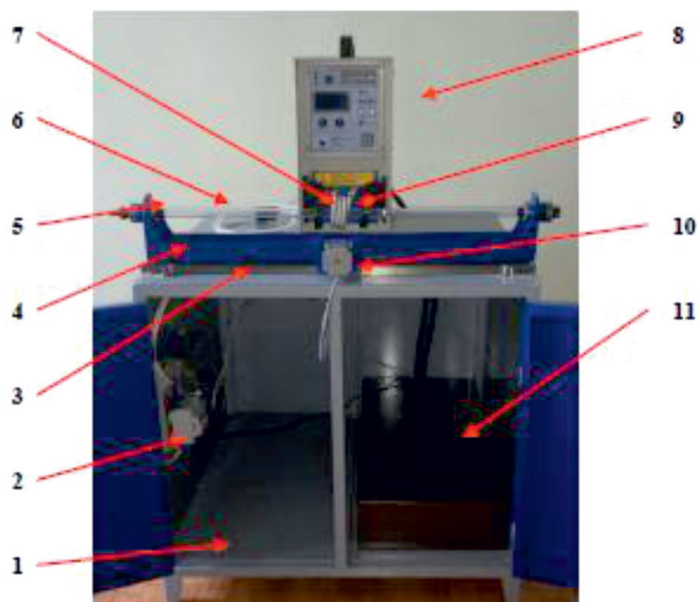
Общий вид новой прецизионной установки зонной плавки для очистки цветных металлов от примесей представлен на рисунке.

Учитывая, что при зонной плавке ширина жидкой зоны имеет принципиальное значение и является основным параметром,

влияющим на конечную степень очистки металла от примесей, в новой установке для расплавления металла использован индукционный нагреватель типа НТ-15KW. Результаты расчетов показали, что выбор и использование индукционного нагревателя типа НТ-15KW представляется более предпочтительным, чем нагреватель ЛН-15А, использованный в ранее разработанной установке. Это связано с тем, что индукционный нагреватель НТ-15KW использует индуктор, ширина которого почти в два раза (26 мм) меньше, чем ширина аналогичного индуктора (55 мм), используемого совместно с нагревателем ЛН-15А.

В установке металлический пруток очищаемого металла загружается в кварцевый реактор диаметром 25 мм и шириной 800 мм. Узел крепления реактора смонтирован с возможностью работы установки в атмосфере проточного инертного и/или восстановительного газа, а также в вакууме.

Движение реактора осуществляется с помощью перемещаемой подложки, соединенной с зубчатой рейкой. Скорость движения реактора с прутом задается шаговым двигателем модели FL57STH41\*1006МА. Температура задается и регулируется с помощью индукционного блока нагревателя. В ходе опытов предусмотрен дополнительный контроль температуры с использованием оптического пирометра.



Общий вид установки зонной плавки: 1 – стол-платформа; 2 – блок управления шагового двигателя; 3 – зубчатая рейка; 4 – перемещаемая подложка; 5 – узел крепления реактора; 6 – кварцевый реактор; 7 – магнитные кольца; 8 – индукционный блок нагревателя; 9 – нагреватель; 10 – шаговый двигатель; 11 – буферная емкость

В корпус индукционного блока нагревателя жестко устанавливаются два кронштейна, на которые монтируются магнитные кольца диаметром 70 мм и толщиной 8 мм. Результаты предварительных испытаний силы магнитного поля, создаваемого магнитными кольцами выбранной конструкции, проведенные методом их крепления на металлической основе и подвешивания грузов до открепления магнитов от основы, показали, что каждое кольцо выдерживает нагрузку до 1,75 кг. Наложение магнитного поля установленной силы создает интенсивное перемешивание в расплавленной зоне прутка, сужает ширину расплавленной зоны. При этом обеспечивается уменьшение конвективных потоков в жидкой зоне расплавленного металла за счет устранения температурных колебаний в расплаве. Кроме того, наложение и влияние магнитного поля на расплав вызывает изменение его вязкости, что обеспечивает практически однородное перемешивание массы расплава.

Оценку работоспособности новой установки проводили на примере очистки меди, содержащей 99,96% меди. Общая концентрация примесей в исходной меди – 380 ppm. Для проведения сравнительной оценки результатов новой и ранее использованной установки зонной плавки были выбраны оптимальные технологические параметры установки приведенные в работе [2], которые обеспечили наилучшую степень очистки меди от примесей. Отличительная особенность проведенных опытов заключалась в том, что в них время выдержки жидкой зоны при заданной температуре было исключено.

Результаты проведенных опытов показали, что при прочих равных условиях проведения опытов новая установка позволяет достичь глубокой очистки меди от примесей. Содержание меди в очищенной меди, полученной с использованием новой установки, составило 99,9987%. Полученный положительный результат свидетельствует о высокой эффективности разработанной установки.

Таким образом, принятые технические решения позволили усовершенствовать ранее разработанную установку зонной плавки и значительно улучшить технологические показатели процесса. К основным достоинствам новой установки относятся: простота конструкции; возможность передвижения жидкой зоны с постоянной скоростью; создание узкой жидкой зоны с интенсивным перемешиванием с помощью магнитных колец; минимизация времени очистки металла от примесей за счет

устранения времени выдержки жидкой зоны при заданной температуре; глубокая степень очистки металла; высокая производительность.

### Выводы

1. На основании результатов ранее выполненных работ разработана новая конструкция прецизионной установки зонной плавки для получения сверхчистых металлов.

2. Результаты экспериментальных исследований по очистке меди от примесей зонной плавкой показали высокую эффективность разработанной установки и принципиальную возможность ее использования для получения широкого круга сверхчистых металлов.

### Список литературы

1. Ажажа В.М., Ковтун Г.П., Тихинский Г.Ф. Получение и металлофизика особо чистых металлов // Металлофизика и новейшие технологии. – 2000. – № 2. – С. 21–35.
2. Даулетбаков Т.С., Досмухамедов Н.К., Меркулова В.П., Жолдасбай Е.Е., Нурлан Г.Б. Способ и устройство зонной плавки для получения сверхчистых металлов // Современные наукоемкие технологии. – 2015. – № 7. – С. 48–53.
3. Досмухамедов Н.К., Жолдасбай Е.Е., Даулетбаков Т.С., Нурлан Г.Б., Сариев Б.Е. Расчет технологических параметров экспериментальной установки для получения сверхчистых металлов. Вестник КазНУ им.К.И.Сатпаева. – 2016. – № 5. – С. 384–390.
4. Пфанн В. Зонная плавка. Второе издание переработанное и дополненное, пер. с англ. – М.: Мир. – 1970. – С. 366.
5. Солопихин Д.А. Применение зонной перекристаллизации для получения высокочистых тугоплавких металлов // Вопросы атомной науки и техники. – 2007. – № 4. Серия: Вакуум, чистые материалы, сверхпроводники (16). – С. 204–210.
6. Cheung T., Cheung N., Garcia A. Application of an artificial intelligence technique to improve purification in the zone refining process // Journal of Electronic Materials. – 2010, 39 (1). – P. 49–55.
7. Cheung T., Cheung N., Tobar C. M. T., Caram R., and Garcia A. Application of a Genetic Algorithm to Optimize Purification in the Zone Refining Process // Materials and Manufacturing Processes. – 26: 2011. – P. 493–500.
8. Dosmukhamedov N.K., Zholdasbay E.E. Optimization of the width and speed of molten zone in the conditions of purifying copper of impurities by zone melting // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – 2016. – № 3.4. Section 3. Materials Science. – P. 20–22.
9. Dost S., Liu Y.C., Haas J., Roszmann J., Grenier S., Audet N. Effect of applied electric current on impurity transport in zone refining // Journal of Crystal Growth. – 2007. – Vol. 307. – P. 211–218.
10. Ghosh K., Mani V. N. and Dhar S. A modeling approach for the purification of group III metals (Ga and In) by zone refining // Journal of Applied Physics. – 2008. – P. 104–112.
11. Hoshikawa H. Refining Technology and Low Temperature Properties for High Purity Aluminium // Sumitomo Kagaku. – 2013. – P. 1–12.
12. Lalev G.M., Lim J.-W., Munirathnam N.R., Choi G.-S., Uchikoshi M., Mimura K., and Isshiki M. Impurity Behavior in Cu Refined by Ar Plasma-Arc Zone Melting // Met. Mater. Int. – 2009. – Vol. 15. – № 5. – P. 753–757.
13. Lim J.-W., Kim M.S., Munirathnam N.R., Le M.T., Uchikoshi M., Mimura K., Isshiki M., Kwon H.C. and Choi I. G.S.

Effect of Ar/Ar-H<sub>2</sub> Plasma Arc Melting on Cu Purification // *Materials Transactions*. – 2008. – Vol. 49, № 8. – P. 1826–1829.

14. Woo T.-G., Park I.-S., and Seol K.-W. Effect of ion-beam assisted deposition on resistivity and crystallographic structure of Cr/Cu // *Electronic Materials Letters*. – 2009. – Vol. 5. – P. 105–107.

15. Zhu Y., Mimura K., Ishikawa Y. and Isshiki M. Effect of Floating Zone Refining under Reduced Hydrogen Pressure on Copper Purification // *Materials Transactions*. – 2002. – Vol. 43. – № 11. – P. 2802–2807.

### References

1. Azhazha V.M., Kovtun G.P., Tihinskij G.F. Poluchenie i metallofizika osobo chistyh metallov // *Metallofizika i novejschie tehnologii*. 2000. no. 2. pp. 21–35.

2. Dauletbaev T.S., Dosmuhamedov N.K., Merkulovala V.P., Zholdasbay E.E., Nurlan G.B. Sposob i ustrojstvo zonnnoj plavki dlja poluchenija sverhchistyh metallov // *Sovremennye naukoemkie tehnologii*. 2015. no. 7. pp. 48–53.

3. Dosmuhamedov N.K., Zholdasbay E.E., Dauletbaev T.S., Nurlan G.B., Sariev B.E. Raschet tehnologicheskikh parametrov jeksperimentalnoj ustanovki dlja poluchenija sverhchistyh metallov. *Vestnik KazNITU im.K.I.Satpaeva*. 2016. no. 5. pp. 384–390.

4. Pfann V. Zonnaja plavka. Vtoroe izdanie pererabotannoe i dopolnennoe, per. s angl. M.: Mir. 1970. pp. 366.

5. Solopihin D.A. Primenenie zonnnoj perekristallizacii dlja poluchenija vysokochistyh tugoplavkih metallov // *Voprosy atomnoj nauki i tehniki*. 2007. no. 4. Serija: Vakuum, chistye materialy, sverhprovodniki (16). pp. 204–210.

6. Cheung T., Cheung N., Garcia A. Application of an artificial intelligence technique to improve purification in the zone refining process // *Journal of Electronic Materials*. 2010, 39 (1). pp. 49–55.

7. Cheung T., Cheung N., Tobar C. M. T., Caram R., and Garcia A. Application of a Genetic Algorithm to Optimize Purification in the Zone Refining Process // *Materials and Manufacturing Processes*. 26: 2011. pp. 493–500.

8. Dosmukhamedov N.K., Zholdasbay E.E. Optimization of the width and speed of molten zone in the conditions of purifying copper of impurities by zone melting // *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*. 2016. no. 3 4. Section 3. *Materials Science*. pp. 20–22.

9. Dost S., Liu Y.C., Haas J., Roszmann J., Grenier S., Audet N. Effect of applied electric current on impurity transport in zone refining // *Journal of Crystal Growth*. 2007. Vol. 307. pp. 211–218.

10. Ghosh K., Mani V. N. and Dhar S. A modeling approach for the purification of group III metals (Ga and In) by zone refining // *Journal of Applied Physics*. 2008. pp. 104–112.

11. Hoshikawa H. Refining Technology and Low Temperature Properties for High Purity Aluminium // *Sumitomo Kagaku*. 2013. pp. 1–12.

12. Lalev G.M., Lim J.-W., Munirathnam N.R., Choi G.-S., Uchikoshi M., Mimura K., and Isshiki M. Impurity Behavior in Cu Refined by Ar Plasma-Arc Zone Melting // *Met. Mater. Int*. 2009. Vol. 15. no. 5. pp. 753–757.

13. Lim J.-W., Kim M.S., Munirathnam N.R., Le M.T., Uchikoshi M., Mimura K., Isshiki M., Kwon N.S. and Choi G.S. Effect of Ar/Ar-H<sub>2</sub> Plasma Arc Melting on Cu Purification // *Materials Transactions*. 2008. Vol. 49, no. 8. pp. 1826–1829.

14. Woo T.-G., Park I.-S., and Seol K.-W. Effect of ion-beam assisted deposition on resistivity and crystallographic structure of Cr/Cu // *Electronic Materials Letters*. 2009. Vol. 5. pp. 105–107.

15. Zhu Y., Mimura K., Ishikawa Y. and Isshiki M. Effect of Floating Zone Refining under Reduced Hydrogen Pressure on Copper Purification // *Materials Transactions*. 2002. Vol. 43. no. 11. pp. 2802–2807.

УДК 697.1

## ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГОРЕНИЯ И ТЕПЛОМАССОБМЕНА ПРИ РАБОТЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ГАЗОВЫХ ГОРЕЛОК ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

**Ермолаев А.Н.***ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, e-mail: ermolaevanton03@gmail.com*

С применением программного комплекса ANSYS Multiphysics 12.1.4 (модуль FLUENT) выполнено моделирование горения и тепломассообмена при работе современных высокотемпературных газовых горелок инфракрасного излучения трех конструктивных вариантов: типового, изолированного и модернизированного. При рассмотрении типового варианта принята полная геометрическая модель излучателя, построенная на основании чертежа, прилагаемого заводом-изготовителем. Конструкция изолированной модели предполагает изоляцию корпуса излучателя, модернизированной – смену тонкостенного рефлектора на емкостной по принципу «водяной рубашки». Методом конечных элементов моделировались следующие процессы и явления: горение метана в кислороде воздуха, конвективный, кондуктивный и лучистый теплообмен, турбулентность. Выполнено адаптивное исследование для подбора математической модели турбулентности. При оценке достоверности результаты математического моделирования сопоставлены с эмпирическими зависимостями, полученными по результатам экспериментальных исследований на базе действующего производственного здания. Получены зависимости, расширяющие представление о тепловом режиме в зоне над высокотемпературными излучателями. Доказана эффективность предлагаемых автором технических решений газовых инфракрасных излучателей.

**Ключевые слова:** газовый инфракрасный излучатель, численное исследование, математическое моделирование, экспериментальные исследования, горение, тепломассообмен

## NUMERICAL INVESTIGATION OF COMBUSTION AND HEAT AND MASS TRANSFER DURING OPERATION HIGH-TEMPERATURE GAS INFRARED HEATERS

**Ermolaev A.N.***Federal State-funded Educational Institution of the Higher Education Tyumen Industrial University, Tyumen, e-mail: ermolaevanton03@gmail.com*

Using the software package ANSYS Multiphysics 12.1.4 (FLUENT CFD-module) combustion and heat and mass transfer in modern high-temperature gas infrared heaters were simulated for three design solutions: typical, isolated and upgraded. Standard model is adopted complete geometric model of the heater, built on the basis of a manufacturer's drawing. The design of an isolated model assumes heater shell insulation, modernized model has the changed capacitive reflector working as a «water jacket». The finite element method simulated the following processes and phenomena: the combustion of methane with oxygen, convective, conductive and radiative heat transfer, turbulence. Adaptive research of the subject for selecting a mathematical model of turbulence was achieved. To assess the reliability of mathematical modeling the results were compared with the empirical dependences obtained from experimental research on the basis of existing production building. Understanding of the thermal conditions in the area of high-temperature heaters is expanded. The efficiency of author's technical solutions for gas infrared heaters is proven.

**Keywords:** gas infrared heater, numerical simulation, mathematical modeling, experimental investigations, combustion, heat and mass transfer

За много лет эксплуатации высокотемпературные газовые горелки инфракрасного излучения (ГГИИ) зарекомендовали себя как надежный, энергоэффективный и экологичный источник преобразования энергии топлива в тепловую энергию, используемую в дальнейшем для поддержания оптимального теплового режима крупногабаритных помещений: производственных цехов, складов, крупных павильонов, ангаров [3–5]. Коэффициент преобразования энергии топлива в тепловую энергию таких отопительных устройств достигает 98%. Высокотемпературные ГГИИ выпускаются рядом ведущих мировых компаний Германии, Италии, Амери-

ки, Франции, Венгрии, Словакии, Чехии, Польши. Предлагаемые компаниями излучатели отличаются друг от друга применяемыми материалами, геометрическими параметрами, конструкциями, назначением. В целом большая часть имеет сопоставимые типовые модели.

Несмотря на высокое качество типовых моделей ГГИИ их главным недостатком являются высокие затраты тепловой энергии на лучисто-конвективный теплообмен с верхней зоной помещения, в результате чего часть тепла удаляется системой вентиляции, а другая часть компенсирует тепловые потери через ограждающие конструкции верхней зоны.



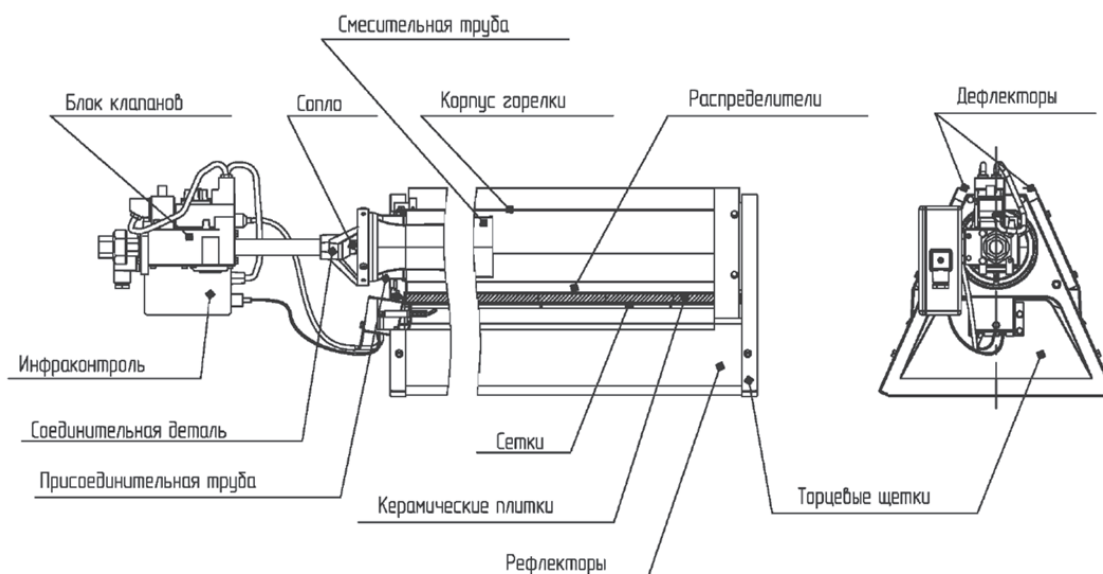


Рис. 1. Схема современной высокотемпературной ГГИИ типовой модели

Потери тепла с уходящими газами и конструкцией типовой модели ГГИИ можно с достаточной точностью определить по законам Стефана – Больцмана и Ньютона – Рихмана:

$$Q_{\text{п}} = I_{\text{пс}} \cdot B_{\text{р}} + \varepsilon_{\text{к}} \cdot C_0 \cdot F_{\text{к}} \cdot \left[ \left( \frac{T_{\text{к}}}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_{\text{ок}}}{100} \right)^4 \right] + \alpha \cdot F_{\text{к}} \cdot (T_{\text{к}} - T_0), \quad (1)$$

где  $I_{\text{пс}}$  – удельная энтальпия продуктов сгорания на  $1 \text{ м}^3$  газообразного топлива при их температуре на выходе из области ограниченной рефлектором и коэффициенте избытка воздуха  $1,05$ ,  $\text{Дж}/\text{м}^3$ ;  $B_{\text{р}}$  – расход газа,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $\varepsilon_{\text{к}}$  – степень черноты корпуса;  $C_0$  – коэффициент излучения абсолютно черного тела ( $5,67$ ),  $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$ ;  $F_{\text{к}}$  – площадь корпуса ГГИИ,  $\text{м}^2$ ;  $T_{\text{к}}$  – температура корпуса ГГИИ,  $\text{К}$ ;  $T_{\text{ок}}$  – температура ограждающей конструкции (любого материального тела, расположенного в непосредственной близости с излучателем),  $\text{К}$ ;  $\alpha$  – коэффициент теплообмена конвекцией (корпус ГГИИ – воздух),  $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$ ;  $T_0$  – температура окружающего воздуха,  $\text{К}$ .

В среднем доля теплового потока, переданного излучением в рабочую зону, туда, где это необходимо, составляет только  $50\text{--}65\%$ . Остальная доля тепловой энергии приходится на потери тепла с уходящими газами  $24\text{--}30\%$  и конструкцией излучателя  $18\text{--}29\%$ , что существенно снижает коэффициент полезного действия всей системы отопления. Таким образом, исследование высокотемпературных ГГИИ с целью повышения эффективности их работы является актуальной задачей.

Для численного исследования к рассмотрению принята полная геометрическая модель газовой инфракрасной горелки тепловой мощностью  $5 \text{ кВт}$  в трех конструктивных исполнениях: типовом, изолированном и модернизированном. Типовая модель построена на основании чертежа, прилагаемого заводом-изготовителем АО «Сибшванк» (рис. 1). Конструкция изолированной модели предполагает изоляцию корпуса излучателя. При модернизированном конструктивном исполнении однослойный тонкостенный рефлектор заменяется на ёмкость, работающую по принципу «водяной рубашки»: вода поступает в ёмкость, нагревается до заданной температуры и отводится для дальнейшего использования (например, на нужды горячего водоснабжения). Последнее техническое решение защищено патентом на полезную модель № 167233.

С целью исследования протекающего тепломассообмена в циркуляционной области ГГИИ моделировался действующий экспериментальный стенд, позволяющий в сопряженной постановке проводить испытания излучателей на стадии их физического конструирования и сборки. Все экспериментальные исследования, результаты которых

представлены при сопоставлении с результатами математического моделирования, проведены на базе сконструированного экспериментального стенда, расположенного в реальных условиях производственного помещения. В ходе натурных испытаний задействована следующая поверенная и сертифицированная приборная база:

– измерение температуры над излучателем: аналогово-цифровой преобразователь ИТ-2, набор клеммных коробок УК-4, преобразователи термоэлектрические ТХК 0006 в количестве 20 штук, персональный компьютер Dell;

– измерение температуры на поверхности корпуса горелки – testo 480 с поверхностным зондом с подпружинной термопарой.

Схема экспериментальной установки на примере 5 кВт излучателя типовой модели с указанием мест установки датчиков представлена на рис. 2.

В ходе стендовых испытаний типовой, изолированной и модернизированной моделей ГГИИ расстояние между датчиками №№ 1–10 и I – IX, расположенными по вертикали и горизонтали в центре над излучателем соответственно, оставалось без изменений. Испытания каждой модели ГГИИ проводились по 40 минут со снятием показаний температур каждые 40 секунд с момента запуска, что позволило изучить изменение теплового режима над излучателем до и после выхода на стационарный ре-

жим. Натурные испытания газогорелочного устройства всех моделей выполнены при постоянном давлении 1270 Па.

Полученные экспериментальные данные показали, что температура по вертикали и по горизонтали, в местах установки датчиков 1–10 и I–IX соответственно, пульсирует во времени. Амплитуда возмущений характеризует появление над ГГИИ турбулентного потока. Пульсации графика во времени наблюдаются повсеместно при всех конструктивных исполнениях. Выход на стационар зафиксирован по истечении 20 минут непрерывной работы при полной тепловой нагрузке.

На основании эскизов ГГИИ и экспериментального стенда были построены их полные виртуальные прототипы. Построение расчетной сетки (рис. 3) выполнено средствами ANSYS Workbench.

Расчетная область ГГИИ и теплообмена представляет собой сопряженные газодинамические зоны со сдвоенными стенками в местах контакта. После средствами сеточного генератора произведено разбиение объема на конечные элементы – тетраэдры. Пробные расчеты с использованием сеток с разной топологией и числом ячеек показали, что принятая в данной работе сетка, содержащая около  $3 \cdot 10^5$  контрольных объемов, обеспечивает низкую чувствительность результатов к дальнейшему измельчению сетки.

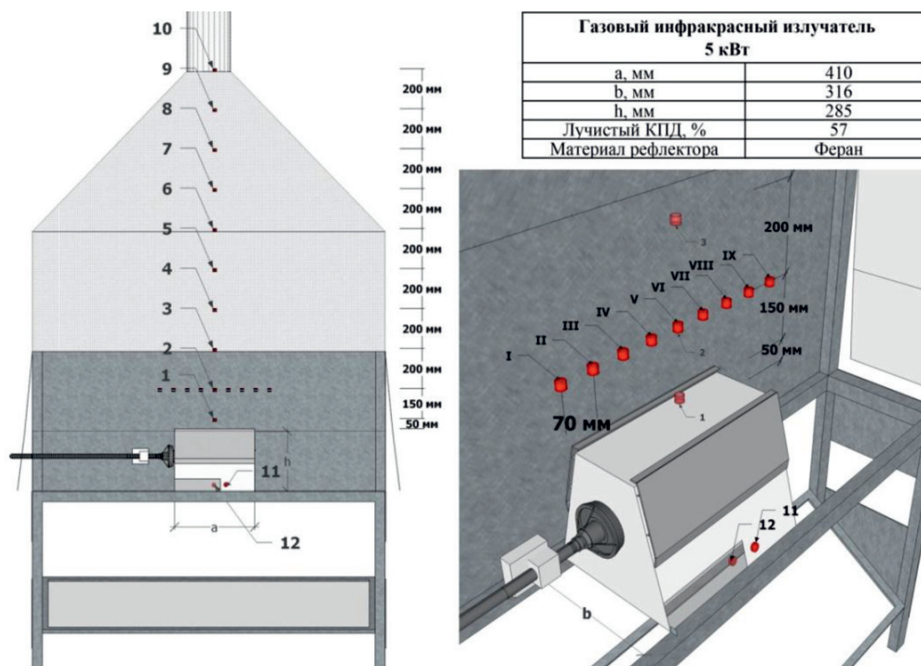


Рис. 2. Схема экспериментального стенда на примере 5 кВт ГГИИ

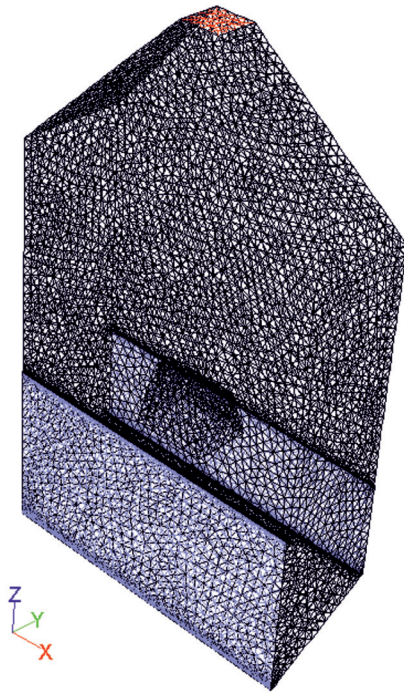


Рис. 3. Расчетная сетка моделируемых объектов

Граничные условия: материал конструкции излучателя – листовая сталь 12X18H10T с толщиной 0,002 м; топливо – метан (100%); окислитель – кислород; расход топлива – 0,5 м<sup>3</sup>/час; теоретический объем воздуха для полного сгорания – 9,52 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>; коэффициент избытка воздуха  $\alpha = 1,05$ ; давление газа перед соплом – 1270 Па; коэффициент теплопроводности и удельная теплоемкость в зависимости от температуры:  $\lambda = 0,018 \cdot T + 9$ , Вт/(м·К);  $c = -2 \cdot 10^{-4} \cdot T^2 + 0,45 \cdot T + 324,5$  Дж/(кг·К). Температура внутреннего воздуха в помещении принята +20 °С. Режим – стационарный. На стенках, ограничивающих расчетную область, заданы условия теплообмена 3-го рода.

С применением программного аппарата ANSYS Fluent 12.1.4 моделировались следующие процессы и явления: горение метана с кислородом воздуха, конвективный, кондуктивный и лучистый теплообмен, турбулентность.

Для выбора математической модели турбулентности произведено адаптационное исследование на примере типовой модели 5 кВт газового излучателя, в ходе которого исследовались три варианта: ламинарное течение, k- $\epsilon$ , k- $\omega$  модели турбулентности. Результаты представлены на рис. 4.

Сопоставление результатов адаптационного и экспериментального исследований,

представленных в нижней части рис. 4, показало лучшую сходимость при использовании стандартной k- $\epsilon$  модели турбулентности, согласно которой система уравнений движения жидкости дополняется двумя дифференциальными уравнениями, описывающими перенос соответственно кинетической энергии турбулентности k и скорости диссипации  $\epsilon$  [2]:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho k) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_j k) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left( \Gamma_k \frac{\partial k}{\partial x_j} \right) + P_k - \rho \epsilon, \quad (2)$$

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial t}(\rho \epsilon) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_j \epsilon) = \\ & = \frac{\partial}{\partial x_j} \left( \Gamma_\epsilon \frac{\partial \epsilon}{\partial x_j} \right) + \frac{\epsilon}{k} (C_{\epsilon 1} P_k - \rho C_{\epsilon 2} \epsilon), \quad (3) \end{aligned}$$

где  $P_k = -\rho \overline{u'_i u'_j} \frac{\partial u_i}{\partial x_j}$  – множитель, характеризующий генерацию энергии k.

Факторы  $\Gamma_k$  и  $\Gamma_\epsilon$  определяются из уравнений

$$\Gamma_k = \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k}, \quad (4)$$

$$\Gamma_\epsilon = \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\epsilon} \quad (5)$$

где  $\mu$  – вязкость;  $\mu_t$  – коэффициент турбулентной вязкости.

Уравнения для параметров  $\epsilon$  и  $\mu_t$ :

$$\epsilon = \frac{\mu}{\rho} \left( \frac{\partial u'_i}{\partial x_j} \right)^2, \quad (6)$$

$$\mu_t = \rho C_\mu \frac{k^2}{\epsilon}. \quad (7)$$

Константы модели k- $\epsilon$  [6]:  $C_\mu = 0,09$ ;  $C_{\epsilon 1} = 1,44$ ;  $C_{\epsilon 2} = 1,92$ ;  $\sigma_k = 1,0$ ;  $\sigma_\epsilon = 1,3$ .

Таким образом, можно заключить, что при работе высокотемпературного газового инфракрасного излучателя, не имеющего организованного отвода продуктов сгорания, будет протекать турбулентный поток в реагирующей среде в зоне выхода продуктов сгорания из области ограниченной рефлектором и над излучателем. Турбулентность вызвана по большей степени разностью давлений на выходе из области ограниченной рефлектором (избыток) и над излучателем (разряжение). С учетом вышеизложенного, в расчетах за основу принята стандартная k- $\epsilon$  модель турбулентности. Расчет лучистого теплообмена выполнен с применением модели излучения Discrete Ordinates (DO). Для описания протекающей химической реакции принята кинетическая модель ламинарного горения.

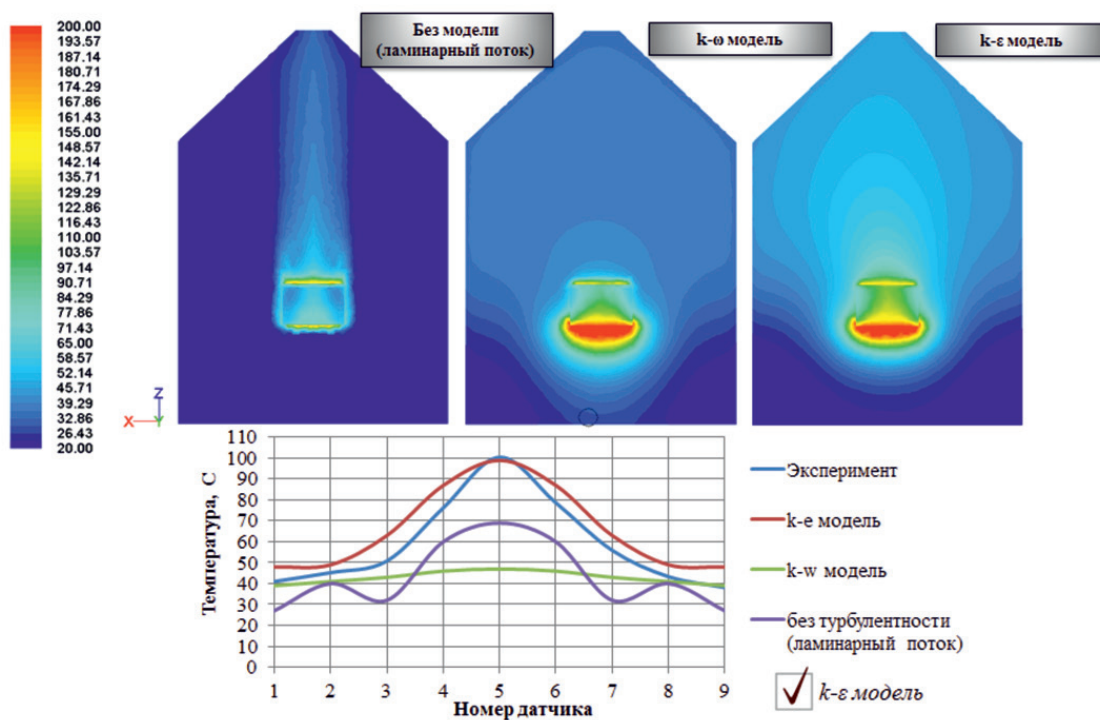


Рис. 4. Температурные поля (°C) при адапционном исследовании

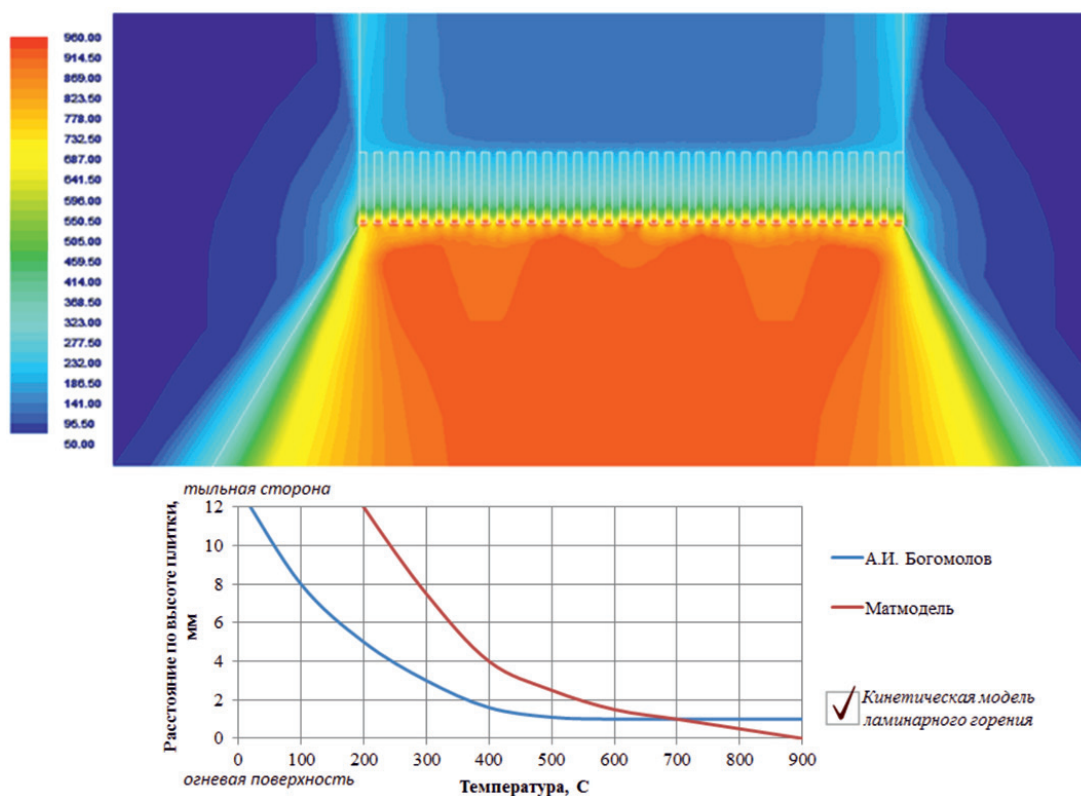


Рис. 5. Температурные поля (°C) при горении в ГГИИ

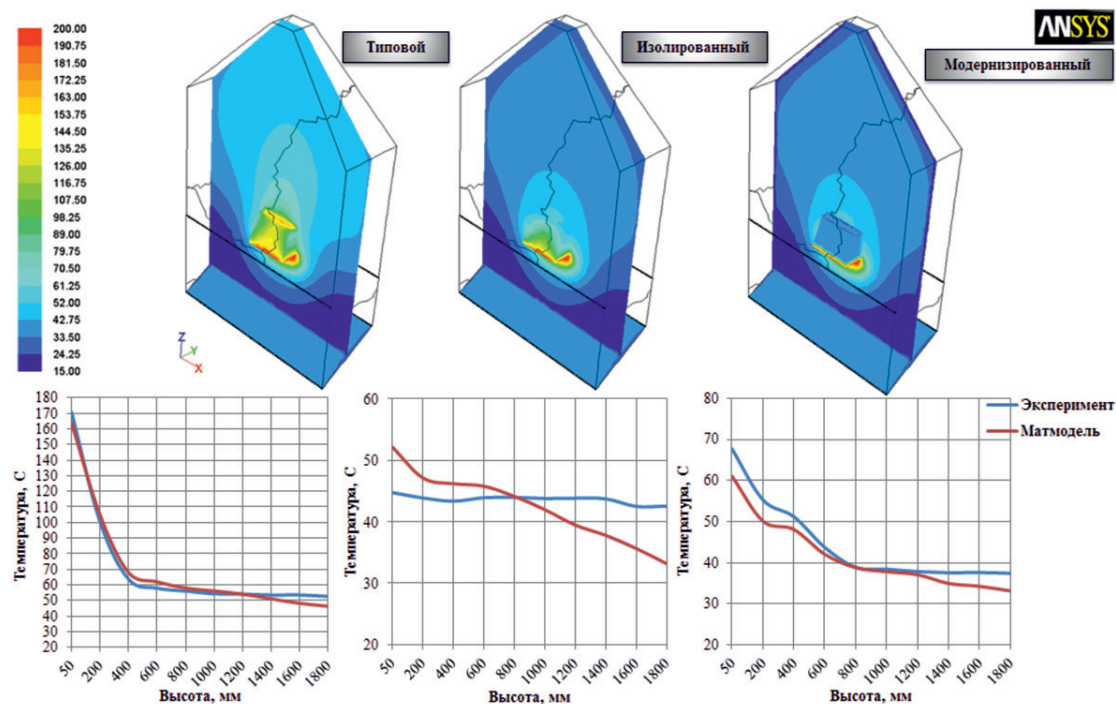


Рис. 6. Температурные поля ( $^{\circ}\text{C}$ ) при работе типовой, изолированной и модернизированной моделей высокотемпературного ГТТИ тепловой мощностью 5 кВт

Горение в таких отопительных устройствах протекает следующим образом: газ из газопровода подается на вход блока клапанов, который снижает давление до требуемой величины. После газ, проходя сопло, попадает в смесительную камеру, в процессе чего инжектируется необходимое количество воздуха для горения при коэффициенте избытка воздуха  $\alpha = 1,05$  и смешивается. Газовоздушная смесь равномерно распределяется распределителями по керамическим плиткам и выходит из отверстий. Контроллер посредством высоковольтного разряда на свече зажигания воспламеняет газовоздушную смесь. После появления пламени, контролируемого датчиком наличия пламени, контроллер отключает свечу зажигания. Газовоздушная смесь сгорает в отверстиях диаметром 1,3 мм у наружной поверхности керамических плиток. Горение в начальный период происходит в зоне малой толщины над поверхностью, а затем пламя заходит в устье каналов, благодаря чему керамическая плитка разогревается до  $900^{\circ}\text{C}$  и более. Температура плитки напрямую зависит от давления газа перед соплом и материала самой плитки.

Результаты математического моделирования горения (рис. 5), воспроизводящие

реальные условия работы исследуемого высокотемпературного газового инфракрасного излучателя, показали значения температур не противоречащие данным других исследователей: А.И. Богомолова, Д.Я. Вигдорчика, М.А. Маевского [1]. Увеличение температуры по толщине плитки объясняется применением более совершенных материалов при изготовлении перфорированного керамического насадка.

Результаты численного исследования горения и тепломассообмена при работе трех конструктивных решений высокотемпературных ГТТИ представлены на рис. 6

Графики в нижней части рис. 5 иллюстрируют распределение температур по высоте в центре над газовой инфракрасной горелкой при сопоставлении результатов численного исследования с результатами выполненных натуральных испытаний. Погрешность не превышает 10%.

### Выводы

1. Полученные результаты подтверждают применимость программного комплекса ANSYS Fluent 12.1.4 для моделирования процесса горения и протекающего тепло-массообмена при решении задач конструирования и оптимизации высокотемпературных газовых инфракрасных горелок.

2. Предлагаемые автором технические решения позволяют повысить эффективность работы высокотемпературной ГГИИ, в частности:

– типовая модель: температура в центре над излучателем в точке расположения датчика № 1 составила в среднем 167 °С; потери тепла с уходящими газами составили 24 % или 1192 Вт; потери тепла конструкцией 18 % или 896 Вт;

– изолированная модель: температура в центре над излучателем в точке расположения датчика № 1 составила в среднем 48 °С; потери тепла с уходящими газами составили 37 %, или 1841 Вт; потери тепла конструкцией 0 %, или 0 Вт;

– модернизированная модель: температура в центре над излучателем в точке расположения датчика № 1 составила в среднем 64 °С; потери тепла с уходящими газами составили 18 %, или 877 Вт; потери тепла конструкцией 7 %, или 364 Вт.

Данные представленные в процентном соотношении от тепловой мощности (располагаемой теплоты) показывают, что наибольшая эффективность достигается при использовании модернизированной модели ГГИИ.

3. Выполненное адаптационное исследование подтверждает появление турбулентной реагирующей среды при работе излучателя, не имеющего организованного отвода продуктов сгорания.

4. Разработаны виртуальные прототипы высокотемпературного газового инфракрасного излучателя и экспериментального стенда на основе математического моделирования горения и тепломассообмена, позволяющие в сопряженной постановке на этапе проектирования расчетным методом и визуально оценить поведение инженерных решений излучателей в реальных условиях их эксплуатации, а также произвести предэксплуатационную проверку работоспособности, эффективности и надежности основных технических решений с меньшими трудовыми затратами.

5. На основе численных и экспериментальных исследований получены зависимости распределения температурных

полей в циркуляционной области ГГИИ, позволяющие судить о протекающем тепловом режиме.

### Список литературы

1. Богомолов А.И. Газовые горелки инфракрасного излучения и их применение / А.И. Богомолов. – Москва: Издательство литературы по строительству, 1967. – 255 с.
2. Кочевский А.Н., Неня В.Г. Современный подход к моделированию и расчету течений жидкости в лопастных гидромашинах // Вестник СумДУ. – 2003. Т. 59. – № 13. – С. 195–210.
3. Куриленко Н.И., Давлятчин Р.Р., Ермолаев А.Н. Особенности регулирования систем газового инфракрасного обогрева // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/3042](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/3042).
4. Куриленко Н.И., Чекардовский М.Н., Михайлова Л.Ю., Ермолаев А.Н. Повышение коэффициента полезного действия лучистой системы отопления с применением в качестве отопительных приборов «светлых» газовых инфракрасных излучателей // Инженерный вестник Дона. 2015. № 4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2015/3339](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2015/3339).
5. Куриленко Н.И., Михайлова Л.Ю., Ермолаев А.Н. Создание низкочастотной системы рекуперации тепла на примере «светлого» газового инфракрасного излучателя // Научно-технический журнал «Энергосбережение и водоподготовка». – 2015. – № 6 (98). – С. 52–57.
6. Launder B.E., Spalding D.B. The Numerical Computation of Turbulent Flows // Comp. Meth. Appl. Mech. Eng. – 1974. – Vol. 3. – P. 269–289.

### References

1. Bogomolov A.I. Gazovye gorelki infrakrasnogo izlucheniya i ikh primeneniye / A.I. Bogomolov. Moscow: Izdatel'stvo literatury po stroitel'stvu, 1967. 255 p.
2. Kochevskiy A.N., Nanya V.G. Sovremennyy podkhod k modelirovaniyu i raschetu techeniy zhidkosti v lopastnykh gidromashinakh. Vestnik SumDU. 2003. T. 59. no. 13. pp. 195–210.
3. Kurilenko N.I., Davlyatchin R.R., Ermolaev A.N. Osobennosti regulirovaniya sistem gazovogo infrakrasnogo obogreva. Inzhenernyi vestnik Dona (Rus). 2015, no. 2, available at: [www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/3042](http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/3042).
4. Kurilenko N.I., Chekardovsky M.N., Mikhailova L.Y., Ermolaev A.N. Povysheniye koeffitsiyenta poleznogo deystviya luchistoy sistemy otopeniya s primeneniym v kachestve otopitel'nykh priborov «svetlykh» gazovykh infrakrasnykh izluchateley. Inzhenernyi vestnik Dona (Rus). 2015, no. 4, available at: [www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2015/3339](http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2015/3339).
5. Kurilenko N.I., Mikhailova L.Y., Ermolaev A.N. Sozdaniye nizkozatratnoy sistemy rekuperatsii tepla na primere «svetlogo» gazovogo infrakrasnogo izluchatelya. Nauchno-tekhnicheskii zhurnal «Energoberezeniye i vodopodgotovka», 2015, no. 6 (98), pp. 52–57.
6. Launder B.E., Spalding D.B. The Numerical Computation of Turbulent Flows // Comp. Meth. Appl. Mech. Eng. 1974. Vol. 3. pp. 269–289.

УДК 662.61:66.071.9:66.074.3

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОУСТОЙЧИВОСТИ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ $ZrO_2$ , $BeO_2$ , $MgO$ В КАРБОНАТНЫХ РАСПЛАВАХ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

<sup>1</sup>Каплан В.А., <sup>2</sup>Досмухамедов Н.К., <sup>2</sup>Жолдасбай Е.Е.

<sup>1</sup>Научный институт имени Вейцмана, Израиль;

<sup>2</sup>Научно-исследовательский центр «ИНТЕГМО», Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, e-mail: nurdos@bk.ru

В работе приведены результаты системных исследований по изучению износоустойчивости керамических материалов на основе оксидов циркония, бериллия и магния к воздействию карбонатно-сульфатных расплавов. В результате электрохимических исследований получены новые данные по износоустойчивости  $ZrO_2$ ,  $MgO$ ,  $BeO_2$  в агрессивных карбонатно-сульфатных расплавах при температуре 900 °С. Установлено, что керамика на основе оксида магния практически не реагирует с карбонатным расплавом и пригодна для создания стойких к высоким температурам и агрессивным средам токовых вводов для электродов и конструирования биполярных электродов. Впервые установлено, что при высоких температурах, независимо от продолжительности времени выдержки в расплаве (до 24 ч), растворения магния из его оксида не происходит. Показано, что на поверхности керамического материала, изготовленного на основе оксида циркония, при выдержке в расплаве при 900 °С, появляется покрытие, состоящее из цирконата лития, толщина которого увеличивается с повышением времени пребывания в расплаве. Установленный факт ограничивает применение оксида циркония для изготовления электролизера и защиты токовых вводов ввиду угрозы обеспечения долгосрочной структурной стабильности керамики при электролизе. Керамика на основе оксида бериллия испытывает сильную коррозию даже при небольшой продолжительности выдержки в расплаве (2 ч), что делает ее непригодной для использования в качестве изолирующего материала.

**Ключевые слова:** керамический материал, карбонат лития, оксид циркония, оксид бериллия, оксид магния, температура, время выдержки, износоустойчивость

## STUDY OF WEAR-RESISTANT CERAMIC MATERIALS BASED ON $ZrO_2$ , $BeO_2$ , $MgO$ IN THE CARBONATE MELT ALKALI METALS AT HIGH TEMPERATURES

<sup>1</sup>Kaplan V.A., <sup>2</sup>Dosmukhamedov N.K., <sup>2</sup>Zholdasbay E.E.

<sup>1</sup>Weizmann Institute of Science, Israel;

<sup>2</sup>Scientific-Research Center «INTEGMO», Kazakh National Research Technical University after of K.I. Satpaev, Almaty, e-mail: nurdos@bk.ru

The results of system studies on the durability of ceramic materials based on oxides of zirconium, beryllium and magnesium carbonate to the effects of sulphate melt. As a result, electrochemical studies provided new data on the durability of  $ZrO_2$ ,  $MgO$ ,  $BeO_2$  aggressive carbonate-sulfate melts at a temperature of 900 °C. It is found that ceramics based on magnesium oxide hardly reacts with the carbonate melt and to create suitable resistant to high temperatures and aggressive environments electrode current inputs and design of bipolar electrodes. For the first time it found that at higher temperatures, regardless of the duration of the holding time in the melt (24 hr.), Magnesium oxide dissolution of it occurs. It is shown that the surface of the ceramic material made of zirconium oxide when exposed to the melt at 900 °C, there is a covering consisting of lithium zirconate, the thickness of which increases with increasing residence time in the melt. Established fact limits the use of zirconium oxide for the manufacture of the cell and protect current inputs, because of the threat of long-term structural stability of ceramics in the electrolysis. Ceramics based on beryllium oxide undergoes severe corrosion even with short duration exposure in the melt (2 hrs.), Which makes it unsuitable for use as insulating material.

**Keywords:** ceramic material, lithium carbonate, zirconium oxide, beryllium oxide, magnesium oxide, temperature, holding time, durability

Одной из ключевых проблем, требующей решения при осуществлении технологии глубокой очистки отходящих газов карбонатным расплавом щелочных металлов [3, 6–9], является разработка заключительной ее стадии – регенерации получаемых карбонатно-сульфатных расплавов с извлечением серы в товарный продукт. Принципиальное решение данного вопроса предложено в работах [1, 2]. На основании экспериментальных исследований разработаны два способа регенерации карбонат-

но-сульфатных расплавов: химический – путем восстановления их монооксидом углерода (CO), и электрохимический – путем электролиза карбонатно-сульфатных расплавов при высоких температурах. Оба способа обеспечивают высокое, до 99%, извлечение серы в товарный продукт и позволяют использовать каждый из них в зависимости от имеющихся условий и возможностей практики.

Учитывая то обстоятельство, что для практического осуществления технологии

не менее важным и необходимым представляется изготовление износостойчивого к агрессивным карбонатно-сульфатным расплавам реактора и/или электролизера, нами были проведены исследования по выбору материала для их изготовления. Результаты исследований, приведенные в работе [2], показали, что в условиях высоких температур (900 °С и более), реактор и электроды, изготовленные из титана, вполне износостойчивы к агрессивным карбонатно-сульфатным расплавам щелочных металлов. Установлено, что при температуре 450–550 °С и выдержке титанового листа в течение 24 ч в карбонатно-сульфатном расплаве, содержащем до 7,2% серы, растворения титана в расплаве практически не наблюдается. Полученные результаты показывают возможность применения титана в качестве материала для изготовления реактора при осуществлении регенерации карбонатно-сульфатных расплавов на основе химического способа. Однако, хотя полученные в работе результаты показали высокую износостойчивость титана к агрессивному карбонатно-сульфатному расплаву при высоких температурах, на практике, при конструировании ячеек электролизера, целесообразнее подбирать другие, более доступные электроизолирующие керамические материалы. Это связано с тем, что при организации процесса электрохимической регенерации необходимо создавать стойкие к высоким температурам и агрессивным средам токовые вводы для электродов. В этой связи применение керамических материалов создает возможность конструирования биполярных электродов (одной стороной которого является анод, а второй – катод).

Практическое осуществление регенерации карбонатно-сульфатных расплавов электрохимическим способом требует создания мощных электролизеров, в конструкции которых наиболее целесообразно применять принцип секционного устройства путем набора повторяющихся элементов – ячеек или секций. При последовательном включении таких секций может быть получен мощный электролизер с биполярным включением электродов. Использование такого типа электролизера имеет свои преимущества по сравнению с однополярным вариантом включения электродов: нет необходимости в чрезмерном повышении силы тока, облегчается ошиновка и запуск/выключение электролизера. Кроме того, электролизеры с биполярным включением электродов более компактны и занимают незначительные производственные площади. При их изготовлении требуется мень-

ший расход конструкционных материалов. В процессе эксплуатации они отличаются большей простотой обслуживания, так как имеют незначительное количество точек контроля и регулирования.

Из вышеизложенного следует, что для изготовления электролизера и токовых вводов электродов необходимо рассмотрение использования других, помимо титана, более доступных керамических материалов, которые обеспечили бы высокую износостойчивость к агрессивным карбонатно-сульфатным расплавам.

Цель настоящей работы – исследование износостойчивости керамических материалов на основе оксидов циркония, бериллия и магния к воздействию карбонатно-сульфатных расплавов при высоких температурах.

### Материалы и методы исследования

Суть проведенных экспериментов по изучению износостойчивости керамических материалов в расплаве карбоната лития и расплаве карбонатной эвтектики щелочных металлов заключалась в следующем. В расплав общим объемом 100 ( $\pm 5\%$ ) см<sup>3</sup>, находящийся в титановом контейнере, погружали керамические материалы и выдерживали их от 2 до 33 часов при температуре 900 °С.

По истечении необходимого времени выдержки, с помощью холодного металлического стержня, отбирались пробы расплава ( $V = 0,1 - 0,4$  мм<sup>3</sup>), которые подвергались минералогическому, рентгеноструктурному и др. видам анализа.

В качестве исходных керамических материалов выбраны оксиды циркония, магния и бериллия.

Оксид циркония чистотой 93,5%, приобретенный из компании Retsch GmbH, содержал: 5,2% Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, менее 0,3% другие оксиды и ~1% (ат.) гафния. Оксиды бериллия и магния чистотой 99,5% (ат.) и более 99,9% (ат.) были приобретены из института высокотемпературной электрохимии Уральского филиала Российской академии наук.

Оксиды бериллия и магния представлены в виде тонких, керамических пластинок с общей площадью 100–120 мм<sup>2</sup>, а образцы оксида циркония, частично стабилизированные оксидом иттрия, имели форму короткого цилиндра диаметром ~12 мм, длиной ~9 мм и площадью поверхности 550–600 мм<sup>2</sup>.

Кристаллическая структура образца оксида циркония до опыта была тетрагональной; после погружения в расплав происходил фазовый переход в моноклинную форму. Охлажденный образец имел двухфазную форму, характерную для слабо легированного оксида циркония.

До опытов, все исходные расплавы проверялись на содержание в них Mg, Zr и Be. В экспериментах использовались только те расплавы, которые не содержали Mg, Zr и Be. Это связано с тем, что в одном килограмме карбоната лития, в зависимости от чистоты, может иногда содержаться от 0,5 до 100 мг магния [5]. Наличие магния в расплаве может представлять серьезную проблему при проведении опытов.

Для определения многоэлементного и фазового состава исследуемых материалов использован при-



бор Agilent 7700 Series ICP-MS (Agilent Technologies, USA). Рентгеноструктурный анализ образцов проводился прибором Rigaku, Ultima III (Rigaku Corporation, USA). Для минералогических исследований проб использован прибор SEM (Scanning Electron Microscope) Leo Supra (Carl Zeiss AG, Germany).

### Результаты исследования и их обсуждение

Изучение стойкости оксида циркония в расплаве  $\text{Li}_2\text{CO}_3 - \text{Li}_2\text{O}$  (содержание  $\text{Li}_2\text{O} = 0,2\%$  (моль.)) проводили в условиях окислительной атмосферы ( $\text{CO}_2$ ). Оксид циркония выдерживался в расплаве при температуре  $900^\circ\text{C}$  в течение 9 ч. По истечении необходимого времени отбиралась проба, которая подвергалась рентгеноструктурному методу анализа. XPS спектры анализированной пробы расплава показаны на рис. 1.

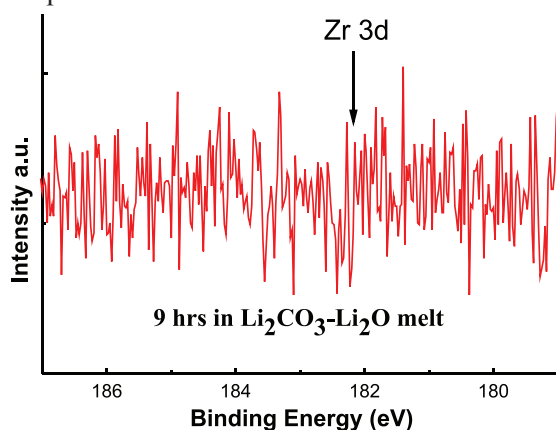


Рис. 1. XPS спектры пробы расплава

Известно, что 3d-фотоэлектронные пики циркония, если они присутствуют в исследуемой пробе, появляются при электрохимическом потенциале равном  $E = 182,5$  эВ (5/2) и  $E = 184,9$  эВ (3/2). Однако, как видно на рис. 1, при этих значениях электрохимического потенциала никаких признаков присутствия в расплаве даже незначительно детектируемого количества циркония не обнаружено.

Отрицательные результаты по растворимости циркония были получены и в условиях выдержки образца оксида титана и циркония в расплаве  $\text{Li}_2\text{CO}_3 - \text{Li}_2\text{O}$  в течение 33 ч, как в атмосфере  $\text{CO}_2$ , так и в атмосфере воздуха. Следовательно, можно утверждать, что в условиях взаимодействия оксида циркония с расплавом  $\text{Li}_2\text{CO}_3 - \text{Li}_2\text{O}$ , образования цирконата лития либо вообще не происходит, либо он образуется, но при этом он не растворяется в расплаве  $\text{Li}_2\text{CO}_3 - \text{Li}_2\text{O}$ , а остается на поверхности циркония.

Визуальный осмотр проб оксида циркония, полученного после каждого опыта, показал, что на светло-желтой поверхности оксида циркония образовывался тонкий слой материала серого цвета, который полностью или частично покрывал его поверхность.

Полученный после опытов оксид циркония тщательно промывался в течение 24 ч для полного удаления от него остатков карбонатного расплава и далее подвергался исследованию методом дифракционного рентгеновского анализа (XRD). Рентгенограмма исследуемой пробы оксида циркония, полученная методом XRD анализа, представлена на рис. 2.

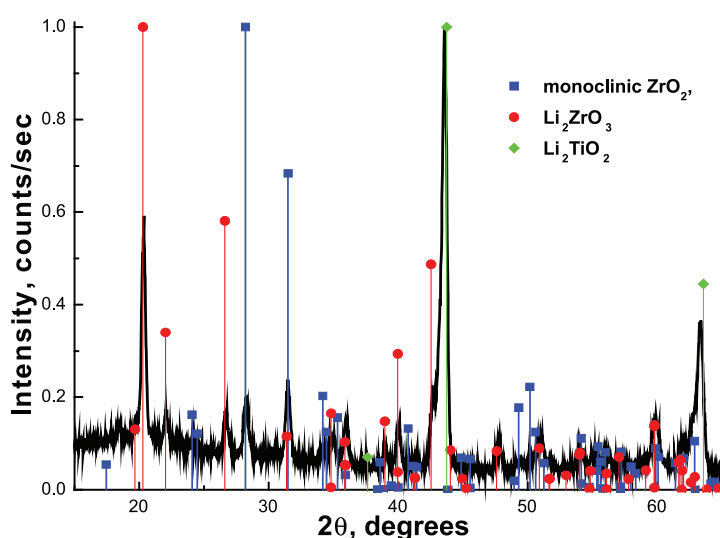


Рис.2. Штрих-диаграмма оксида циркония, выдержанного в расплаве  $\text{Li}_2\text{CO}_3 - \text{Li}_2\text{O}$  в атмосфере воздуха:  $\tau = 31$  ч,  $t = 900^\circ\text{C}$

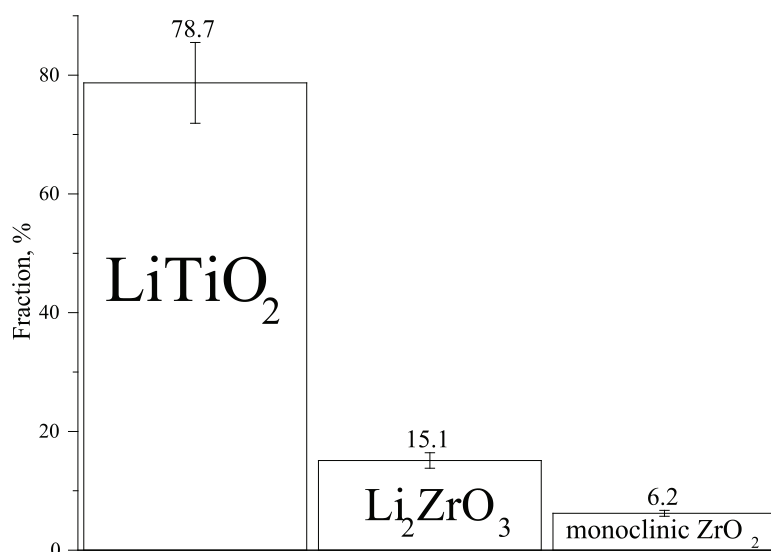
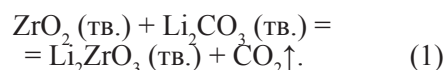


Рис. 3. Результаты количественного соотношения фаз, образующихся при температуре 900 °С и выдержке оксидов титана и циркония в течение 31 ч в расплаве Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> – Li<sub>2</sub>O

Вероятно, в условиях проведения опытов ( $t = 900\text{ °C}$ ), реакция взаимодействия оксида циркония с расплавом происходит на поверхности циркониевой керамики, что подтверждается данными работ [4, 5]. Авторами установлено, что образование цирконата лития при 700 °С происходит в результате протекания следующей реакции:



В результате обработки данных рентгенограммы, показанной на рис. 2, установлены количественные соотношения образующихся фаз, полученные при взаимодействии оксида титана и циркония с расплавом карбоната лития (рис. 3).

Как показывают результаты количественного анализа данных XRD, даже при минимальном содержании титана в расплаве, равном, 0,3%, содержание образующегося титанита лития в пять раз больше, чем цирконата лития (рис. 3).

Полученные результаты XRD анализа полностью совпали с данными, полученными методом XRF спектроскопии, согласно которым, на поверхности оксида циркония было обнаружено эквивалентное количество титана. Установлено, что толщина образующихся покрытий на поверхности оксида циркония растет пропорционально времени выдержки образцов керамики в расплаве.

При изучении стойкости оксида магния MgO ( $t_{\text{пл.}} = 2852\text{ °C}$ ), XPS спектры проб расплава были получены в области Mg (1s) при электрохимическом потенциале рав-

ном  $E = 1303\text{ эВ}$ . Пробы расплава для исследований были отобраны после выдержки пластины MgO в расплаве в течение 6 ч при парциальном давлении 1 атм. в атмосфере CO<sub>2</sub> и времени выдержки в течение 31 ч на воздухе.

Как видно на рис. 4, наличия магния в полученном XPS спектре пробы расплава обнаружить не удалось. Полученный результат доказывает, что оксид магния при высоких температурах (900 °С) обладает высокой износоустойчивостью к агрессивным расплавам Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> – Li<sub>2</sub>O.

Несколько иная картина наблюдалась в случае изучения стойкости оксида бериллия. При анализе пробы расплава, отобранного после выдержки пластины из оксида бериллия в расплаве Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> – Li<sub>2</sub>O, на XPS спектре было получено легко определяемое количество бериллия (рис. 5).

Установлено, что интенсивность пика (содержание бериллия в расплаве) находится в прямой зависимости от времени выдержки и повышается при увеличении времени выдержки керамики в расплаве от 3 ч до 9 ч. Содержание бериллия в расплаве после трех часовой выдержки составило 0,47% (ат.), а после 9 ч. – 1,44% (ат.). Установленный факт может быть объяснен тем, что оксид бериллия, являясь амфотерным оксидом с сильно выраженными кислотными свойствами, может вступать во взаимодействие с Li<sub>2</sub>O с образованием устойчивого химического соединения, которая и повышает растворимость бериллия в расплаве.

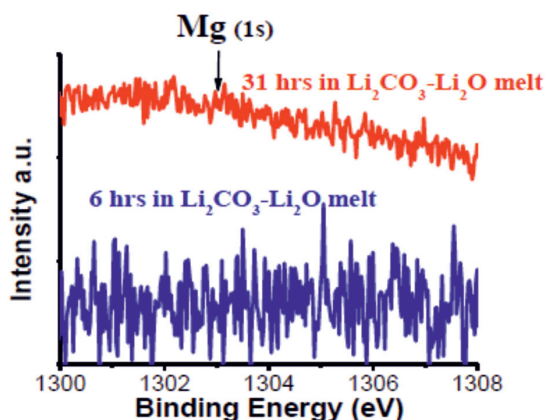


Рис. 4. XPS спектры пробы расплава (определение магния)

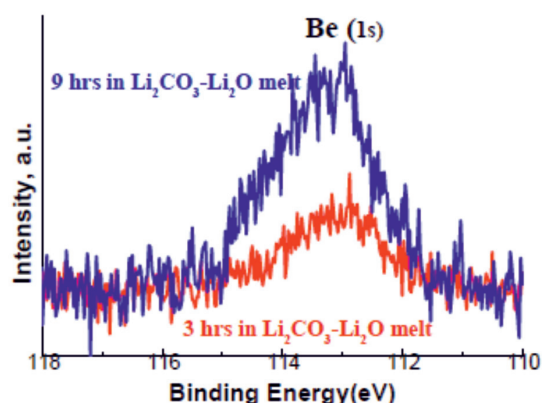


Рис. 5. XPS спектры проб расплава (определение бериллия)

### Выводы

1. На поверхности оксида циркония при длительной его выдержке (6 ч) в расплаве при 900 °С появляется покрытие, состоящее из цирконата лития, толщина которого растет с увеличением времени пребывания в расплаве. Установленный факт делает невозможным применение оксида циркония для изготовления реактора и токовых вводов для электродов.

2. Керамика на основе оксида бериллия испытывает сильную коррозию при выдержке в расплаве, что делает ее непригодной для использования в качестве изолирующего материала.

3. Наиболее приемлемым керамическим материалом для использования в качестве изолирующего материала является оксид магния, который практически не реагирует с расплавом и не растворяется в нем.

### Список литературы

1. Досмухамедов Н.К., Жолдасбай Е.Е., Каплан В.А., Нурлан Г.Б. Извлечение серы из сульфатно-карбонатного расплава щелочных металлов восстановлением монооксидом углерода // Горный журнал Казахстана. – 2016. – № 2. – С. 26–28.
2. Каплан В.А., Досмухамедов Н.К., Жолдасбай Е.Е., Сариев Б.Е. Электрохимическая регенерация карбонатно-сульфатного расплава с получением элементарной серы // Вестник КазНУ им.К.И.Сатпаева. – 2016. – № 5. – С. 345–348.
3. Dube S. K. Desulfurization of and removal of carbon dioxide from gas mixtures. US Patent Application 2011/0150733 A1. 2011.
4. Ida J. and Lin Y.S. Mechanism of high-temperature CO<sub>2</sub> sorption on lithium zirconate // Environ Sci Technol. – 2003. – № 37. – P. 1999–2009.
5. Ida J., Xiong R.T., and Lin Y.S. Synthesis and CO<sub>2</sub> sorption properties of pure and modified lithium zirconate // Sep Purif Technol. – 2004. – № 36. – P. 41–52.

6. McIlroy R.A., Atwood G.A., and Major C.J. Absorption of Sulfur-Dioxide by Molten Carbonates. Env. Sc. Technol. 1973. – № 7. – P.1022.

7. Mizuhata M., Suganuma S., Harada Y., and Deki S. Anomalous properties of Li<sub>2</sub>K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> melts coexisting with porous inorganic powder // Electrochemistry. – 2005. – № 73. – P. 680–689.

8. Puig R. Apparatus for avoiding sulphur dioxide emissions to ambient air. France Patent Application 2869240, 2005.

9. Yosim S.J., Grantham L.F., Mckenzie D.E., and Stegmann G.C. Chemistry of Molten Carbonate Process for Sulfur Oxides Removal from Stack Gases. Advances in Chemistry Series 1973. – 174 p.

### References

1. Dosmuhamedov N.K., Zholdasbay E.E., Kaplan V.A., Nurlan G.B. Izvlechenie sery iz sulfatno-karbonatnogo rasplava shhelochnykh metallov vosstanovleniem monooksidom ugleroda // Gornyj zhurnal Kazahstana. 2016. no. 2. pp. 26–28.
2. Kaplan V.A., Dosmuhamedov N.K., Zholdasbay E.E., Sariev B.E. Jelektrohimicheskaja regeneracija karbonatno-sulfatnogo rasplava s polucheniem jelementarnoj sery // Vestnik KazNITU im.K.I.Satpaeva. 2016. no. 5. pp. 345–348.
3. Dube S. K. Desulfurization of and removal of carbon dioxide from gas mixtures. US Patent Application 2011/0150733 A1. 2011.
4. Ida J. and Lin Y.S. Mechanism of high-temperature CO<sub>2</sub> sorption on lithium zirconate // Environ Sci Technol. 2003. no. 37. pp. 1999–2009.
5. Ida J., Xiong R.T., and Lin Y.S. Synthesis and CO<sub>2</sub> sorption properties of pure and modified lithium zirconate // Sep Purif Technol. 2004. no. 36. pp. 41–52.
6. McIlroy R.A., Atwood G.A., and Major C.J. Absorption of Sulfur-Dioxide by Molten Carbonates. Env. Sc. Technol. 1973. no. 7. pp.1022.
7. Mizuhata M., Suganuma S., Harada Y., and Deki S. Anomalous properties of Li<sub>2</sub>K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> melts coexisting with porous inorganic powder // Electrochemistry. 2005. no. 73. pp. 680–689.
8. Puig R. Apparatus for avoiding sulphur dioxide emissions to ambient air. France Patent Application 2869240, 2005.
9. Yosim S.J., Grantham L.F., Mckenzie D.E., and Stegmann G.C. Chemistry of Molten Carbonate Process for Sulfur Oxides Removal from Stack Gases. Advances in Chemistry Series 1973. 174 p.

УДК 004.732

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СКОРОСТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ WI-FI

**Киренберг А.Г., Славолубова Я.В.**

*Кемеровский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Российский экономический университет  
им. Г.В. Плеханова», Кемерово, e-mail: ag-k@yandex.ru, jar1984@mail.ru*

Настоящая статья посвящена проблематике практической эксплуатации беспроводных сетей передачи данных, к которым относится в т.ч. и технология Wi-Fi. Важными аспектами эксплуатации данных сетей являются не только вопросы их построения и настройки, но и мониторинг их работы. Описанный в статье метод относится к экспресс-методам ориентировочной оценки скорости работы беспроводного канала, суть которого заключается в определении зависимости скорости работы беспроводного канала от времени открытия веб-страниц в браузере. В ходе проведенного исследования такая зависимость была установлена на основе комплексного использования методов компьютерной алгебры, вычислительной математики и теории корреляционно-регрессионного анализа. Результаты исследования могут быть полезны при ориентировочной экспресс-оценке скорости интернет-соединения, особенно в беспроводных сетях, имеющих нестабильные скоростные характеристики – Wi-Fi. 3G, 4G (LTE) и другие беспроводные технологии.

**Ключевые слова:** беспроводная сеть, Wi-Fi, качество интернет-соединения, качество работы беспроводных сетей Wi-Fi, система компьютерной математики Maple

## PRELIMINARY ASSESSMENT DATA RATE WIRELESS NETWORKS WI-FI

**Kirenberg A.G., Slavolyubova Ya.V.**

*Kemerovo institute (branch) of Plekhanov Russian University of Economic, Kemerovo,  
e-mail: ag-k@yandex.ru, jar1984@mail.ru*

This article is devoted to problems of practical operation of wireless data networks, which include including and Wi-Fi technology. Important aspects of the operation of these networks are not just questions of their construction and configuration, and monitoring of their work. Described in article refers to a method of rapid assessment methods for the estimated speed of the wireless channel-la, the essence of which is to determine the dependence of the wireless channel speed from the time of opening web pages in the browser. In the course of the study, this dependence has been established based on the integrated use of computer algebra methods, computational mathematics and the theory of correlation and regression analysis. The results can be useful to, when an estimated rapid assessment of your Internet connection speed, especially in wireless networks that are unstable speed characteristics – Wi-Fi. 3G, 4G (LTE), and other wireless technologies.

**Keywords:** WLAN, Wi-Fi, the quality of the Internet connection, the quality of the wireless se-children Wi-Fi, a system of computer mathematics Maple

Беспроводные сети широкополосного доступа к интернету для многих жителей малоэтажных жилых застроек являются практической панацеей, поскольку проводной канал либо в принципе невозможно провести до подобных жилых массивов, либо его стоимость просто «неподъемна» для частных клиентов [6]. На данный момент в России используются в основном следующие технологии беспроводного доступа к сети Интернет: 3/4G/LTE (CDMA), Wi-Fi IEEE 802.11 g/n (CSMA), WiMax IEEE 802.16 (TDMA). В скобках указаны стандарты доступа к среде передачи данных. Все они имеют свои плюсы и минусы, но идеальной, пожалуй, нельзя назвать ни одну из них.

Так, например, сети 3/4G хоть и имеют самый большой радиус покрытия, в то же время иногда могут иметь «мертвые» зоны радиозона, где качество даже голосовой связи очень низкое. Также при чрезмерно большом количестве абонентов какой-либо

базовой станции или в час пик такие сети могут не справляться с трафиками передачи данных, поскольку приоритетным в них все-таки является голосовой трафик [7].

Уличные сети Wi-Fi (рис. 1) являются дешевым и быстрым вариантом построения беспроводных каналов, однако данная дешевизна влечет за собой такие недостатки, как нестабильное и не всегда прогнозируемое качество связи вследствие помех, повышенного трафика со стороны клиента, а иногда даже и монополизации беспроводного канала каким-либо клиентом.

Количество клиентов одной базовой станции в десятки и сотни раз меньше, чем у сетей 3/4G. Все вышеперечисленные недостатки объясняются прежде всего тем, что сама технология Wi-Fi разрабатывалась для использования внутри помещений, где условия работы во многом отличаются от уличных (влияние помех, расстояния от клиентов до точки доступа, характер препятствий и отражений, вызывающих не-

готивную интерференцию и «замирание» сигнала). В некоторых случаях все же возможно построить удовлетворительный канал связи с приемлемой скоростью приема / передачи данных благодаря грамотному выбору антенн, клиентских и базовых устройств, использующих проприетарные поллинговые протоколы обслуживания абонентов, а также тщательной настройке и размещению всего оборудования [5].



Рис. 1. Уличная сеть Wi-Fi для стационарных клиентов

Из трех вышеперечисленных сети WiMax имеют наиболее удачный протокол доступа к среде передачи данных, что позволяет построить весьма качественные надежные каналы связи в отличие от технологий 3/4G и Wi-Fi. Это объясняется прежде всего тем, что данная технология изначально проектировалась для работы на больших (десятки километров) расстояниях в условиях широкополосных помех, при наличии препятствий с частично или полностью перекрытой зоной Френеля и при большом (десятки и сотни) количестве абонентов, подключаемых к базовой станции [2]. Данная технология во многом лишена тех недостатков, которые характерны для первых двух, однако следует заметить, что стоимость оборудования базовой станции для таких систем как минимум в 10–20 раз больше подобного оборудования систем Wi-Fi [8]. Кроме того, вопросы лицензирования и использования частот оборудовани-

ем WiMax контролируются более жестко, чем для оборудования Wi-Fi.

Можно долго и подробно рассматривать преимущества и недостатки всех трех вышеуказанных технологий построения беспроводных сетей, но всех их объединяет одно общее свойство. Какими бы надежными ни были бы такие сети, ни одна из них не может гарантировать 100% качество и стабильные скоростные характеристики в любой момент времени по сравнению с качественно построенными проводными сетями, где среда передачи является полностью изолированной от радиозэфира. Это значит, что для любых беспроводных сетей вопросы мониторинга скорости передачи данных и качества канала являются более актуальными, чем для проводных сетей. Хотя справедливости ради следует заметить, что для физически устаревших или некачественно построенных проводных сетей мониторинг скорости и качества канала связи также является актуальным.

Если проанализировать, из каких характеристик складывается качество работы беспроводной сети, то можно составить следующий список [2]:

- пропускная способность (Throughput) на Ethernet и Wireless интерфейсах, обычно в Мбит/с или Кбит/с). Данный параметр может измеряться как с помощью специальных программ, так и с помощью встроенного в веб-интерфейс программного средства клиентского оборудования или базовой станции (рис. 2).

На графиках показываються раздельно кривые скоростей приема данных и передачи, они обозначаются Tx (transmit) и Rx (receive). Данный параметр правильнее будет трактовать как объем текущего трафика в сторону приема / передачи данных и особого интереса для рядового пользователя вряд ли представляет. В данном случае видно, что объем данных на прием и передачу примерно одинаков, о чем свидетельствует приблизительно одинаковая высота кривых над осью X:

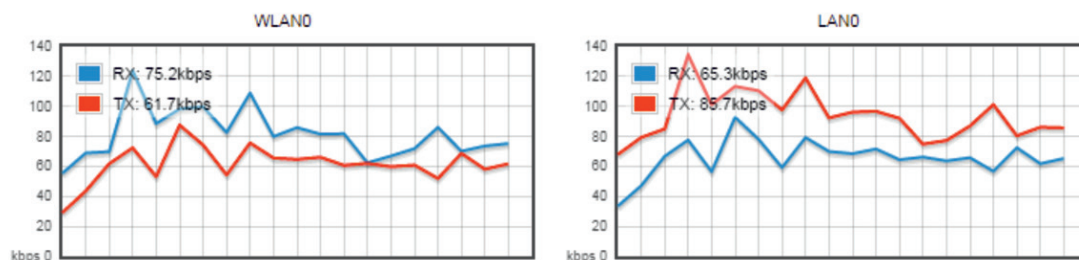


Рис. 2. Текущая пропускная способность проводного и беспроводного сегментов сети

– скорость интернет-соединения – для большинства пользователей именно этот параметр наиболее важен, поскольку он более близок к реалиям, чем предыдущий. Хотя следует учесть, что он не отражает скорость передачи данных по протоколам, например, FTP или P2P, а значит, скорость закачки файла может быть как больше, так и меньше значений, показанных в ходе онлайн-ового тестирования. Пропускная способность устройств Wi-Fi также сильно зависит от длины пакетов данных. Например, на пакетах длиной 64 байт (голосовой UDP трафик) она может быть в десяток раз меньше, чем максимальная пропускная способность на трафике копирования файлов FTP с длиной пакетов 1500 байт. В качестве онлайн-овых средств наиболее часто используются такие ресурсы, как <http://www.speedtest.net> или <http://2ip.ru>. Последний из них наиболее информативен и интересен, т.к. позволяет не только оценить скорость интернет-соединения, но и оценить время загрузки файла, зная его объем и скорость соединения;

– пакетная производительность оборудования (пакетов в секунду, pps), определяющая максимальное количество пакетов в секунду, которое устройство может пропустить через свои wireless и Ethernet интерфейсы. Данный параметр косвенно также влияет на скорость канала связи, однако интересен он в первую очередь на стадии выбора оборудования для построения беспроводной сети;

– задержка пакетов данных (delay, мс). Также оказывает влияние на пропускную способность канала. Например, для стандартной проводной сети Ethernet типовое время задержки пакета составляет около 1 мс, в то время как для беспроводных сетей допускается в несколько раз больше. Чрезмерно большие задержки приводят к кратковременным остановкам потокового он-лайн видео / ТВ или при мультимедийном общении через Skype. В реальных условиях данный показатель более ярко выражен именно в беспроводных сетях;

– колебание задержки пакетов данных (jitter, мс). Этот параметр наряду с предыдущим оказывает влияние на пропускную способность канала. В идеале его значение должно быть равно нулю. Работа беспроводной сети осложняется даже не столько его большими значениями, а именно самим фактом его наличия, что не позволяет получить стабильные прогнозируемые характеристики работы сети. На практике этот параметр особенно характерен для беспроводных сетей. Внешние проявления при этом такие же, как и для предыдущего параметра;

– Ping (мс) – одно из основных диагностических средств в сетях TCP / IP, которое есть во всех современных сетевых операционных системах. Часто его называют «эхо-запрос – эхо-ответ». Функциональность ping также реализована в некоторых встроенных ОС маршрутизаторов. Популярность данного средства обусловлена его широкой распространенностью и простотой использования. Работа данной диагностической утилиты реализована на основе ICMP-протокола. В простейшем случае величина ping – чем меньше, тем лучше. Проводные сети обычно способны обеспечить более стабильные и меньшие показатели этого параметра. Особенно критичны к этому показателю сетевые игры и приложения. Этот показатель тесно связан с двумя предыдущими показателями;

– битовая ошибка, BER. Поскольку для измерения значения BER необходимо использовать специализированное оборудование, то на практике обычно применяют производные от BER параметры качества канала связи такие, как, например, процент потерянных пакетов (lost data, %). Данный показатель в принципе может встречаться и в работе проводных сетей, причем это может обуславливаться не только качеством линий связи (провода, коннекторы), но и сетевым оборудованием – коммутаторы, маршрутизаторы. Но все-таки наиболее часто этот показатель учитывается именно в беспроводных сетях, где причиной этому чаще всего является качество радиозвезда, на который повлиять гораздо сложнее, а иногда и вовсе невозможно.

– CCQ (Client Connection Quality), Rx/Tx, % – многие специалисты скептически относятся к этому параметру. Он показывает скорость прокачки данных на прием / передачу, но не в бит/с, а в % от максимальной возможной скорости канала. Например, максимально возможная скорость канала 10 Мбит/с на прием, а параметр CCQ = 50 %, т.е. в данном случае скорость приема данных составит примерно 5 Мбит/с. На практике реальные значения могут отличаться, причем чаще всего в меньшую сторону.

– дальность (км) – последний параметр, о котором стоит упомянуть в данной статье. Его влияние объясняется законами физики распространения радиоволн. В общем случае чем больше дальность, тем сильнее затухание радиосигнала и тем дальше будет передаваться информация от базовой станции к приемнику, равно как и наоборот.

Для оценки зависимости времени открытия веб-страниц от скорости интернет-соединения был проведен эксперимент. Источником Wi-Fi был обычный бытовой

роутер с точкой доступа стандарта N. В качестве клиентского устройства использовался ноутбук с браузером Mozilla Firefox с версией актуальной на момент написания статьи. Скорость интернет-соединения ограничивалась препятствиями в виде стен в помещении, а также мощностью радиосигнала точки доступа. В результате проведенных экспериментов были получены данные по времени открытия страницы сайта  $t$  (в секундах) в зависимости от входящей скорости (исходящей скорости) интернета  $v$  (в Мбит/с). Объем выборки экспериментальных данных  $n = 50$ . К примеру, при входящей скорости  $v \approx 7,3$  Мбит/с (исходящей скорости  $v \approx 5,5$  Мбит/с) время открытия страницы  $t \approx 3,5$  с; при  $v \approx 1,74$  ( $v \approx 2,96$ )  $t \approx 7,66$  с; при  $v \approx 8,86$  ( $v \approx 5,57$ )  $t \approx 3$  с и при  $v \approx 9,27$  ( $v \approx 6,25$ )  $t \approx 2,87$  с.

Как известно, моделирование, как один из основных способов научного познания, также называют вычислительным экспериментом; и базируется он на трех понятиях: модель – алгоритм – программа. Использование компьютера при моделировании возможно по трем направлениям: инструментальное (построение фундамента знаний с целью преобразования его в алгоритм и программу); вычислительное (проведение прямых расчетов по программе); диалоговое (непосредственное поддержание интерфейса между компьютером и пользователем).

В качестве вычислительной системы целесообразно использовать такие популярные системы аналитических вычислений, как *Maple*, *MathCad*, *Mathematica*, *Derive*, *MatLab*. Перечисленные системы повсеместно используются в самых различных областях науки [3, 4]. Как правило, эти системы содержат процедуры для аналитических и численных расчетов, средства для программирования, представления и визуализации результатов. Совмещая в одной оболочке многофункциональный набор инструментов, системы компьютерной математики позволяют решать масштабные научные задачи. Немаловажным фактором

для успешного применения систем компьютерной алгебры остается правильный выбор модели соответствующей задачи. Вычислительная система при решении задачи служит экспериментальной базой, позволяет не только численно, но и визуально оценить исследуемые показатели, проверить возникающие гипотезы и даже выступать в качестве доказательства [9, 10].

Построим модель зависимости времени открытия страницы сайта от входящей скорости интернета на основе комплексного использования методов компьютерной алгебры, вычислительной математики и теории корреляционно-регрессионного анализа.

Одним из самых распространенных в вычислительной практике является кубический сплайн [1]. Кубический сплайн используется как инструмент решения многих прикладных задач. Поставим задачу построения кубического интерполяционного сплайна следующим образом. На отрезке  $[a, b]$  определим функцию  $S(v)$ , удовлетворяющую требованиям:

1)  $S(v)$  непрерывна вместе со своими производными до второго порядка включительно;

2) на каждом отрезке  $[v_{i-1}, v_i]$  ( $i = 1, \dots, N$ ) функция  $S(v) = S_i(v)$  является кубическим многочленом вида

$$S_i(v) = a_i + b_i(v_i - v) + \frac{1}{2}c_i(v_i - v)^2 + \frac{1}{6}d_i(v_i - v)^3;$$

3) в узлах сетки значение сплайна и значение функции совпадают:  $S(v_i) = t(v_i)$  ( $i = 0, \dots, N$ );

4)  $S(v)$  удовлетворяет условиям

$$S''(a) = S''(b) = 0.$$

В качестве узлов интерполирования  $v_i$  ( $i = 1, \dots, N$ ) возьмем точки, имеющие наименьшую погрешность измерения.

В результате компьютерного исследования в системе компьютерной математики *Maple* на отрезке  $[1,74; 7,3]$  при  $i = 1$  получили

$$S_1(v) = \frac{4666723375}{829078871244}v^3 - \frac{16240197345}{552719247496}v^2 - \frac{14443926180779}{16581577424880}v + \frac{510435636862569}{55271924749600}; \quad (1)$$

на отрезке  $[7,3; 8,86]$  при  $i = 2$  получили

$$S_2(v) = -\frac{2128094375}{77539750548}v^3 + \frac{35923570185}{51693167032}v^2 - \frac{9550764620093}{1550795010960}v + \frac{114248834666223}{5169316703200}; \quad (2)$$

на отрезке  $[8,86; 9,27]$  при  $i = 3$  получили

$$S_3(v) = \frac{1717559750}{61137111009}v^3 - \frac{31843557765}{40758074006}v^2 + \frac{8462220225827}{1222742220180}v - \frac{42098595875459}{2547379625375}. \quad (3)$$

Таким образом, на отрезке  $[1,74; 9,27]$  построена функция  $S(v) = S_i(v)$  так, что на каждом отрезке  $[v_{i-1}, v_i]$  ( $i = 1, 2, 3$ ) эта функция является многочленом третьей степени. Точки сплайна могут использоваться как дополнительная информация по характеристикам сети Wi-Fi.

Для построения функции  $t(v)$  можно использовать интерполяционный многочлен Лагранжа не выше  $n$ -й степени. Однако при большом количестве экспериментальных точек он имеет большой порядок и в связи с этим очень неудобен в вычислениях. Кроме того, не исключено, что искомая зависимость на разных диапазонах параметра  $v$  может быть разной.

Ограничимся оптимальным количеством узлов интерполирования  $v_i$  ( $i = 1, \dots, 4$ ), т.е. выберем точки с минимальной погрешностью измерения. В результате использования системы компьютерной математики *Maple* получен следующий вид интерполяционного многочлена Лагранжа не выше степени 3:

$$L_3(v) = -\frac{2525305625}{326040810121}v^3 + \frac{777453530725}{3912489721452}v^2 - \frac{7863963347443}{3912489721452}v + \frac{276391930859521}{26083264809680}.$$

В большинстве случаев при обработке экспериментальных данных для поиска функциональной зависимости между значениями измеряемой величины и значением некоторого параметра  $t$  (время, температура и др.) предполагается, что зависимость линейная, в то же время чаще всего эта зависимость нелинейная. В нашем случае в результате проведенного корреляционно-регрессионного анализа получено следующее эмпирическое нелинейное уравнение регрессии:

$$t = 9,53611e^{-0,1317v}. \quad (4)$$

Отобразим полученные модели зависимости времени открытия страницы сайта от входящей скорости интернета на одном графике (рис. 3). Для этого в системе *Maple* используем функцию

```
plot([spline(v,t,v,3),interp(v,t,v),(9.53611)*(exp(-0.1317*v))],
v=1..10, t = 0.00001..10, color=[black,black,green], style =[point,
line,line], title=»Сравнение результатов», legend=[»кубический
сплайн», »интерполяционный многочлен Лагранжа», »экспоненциальное
уравнение регрессии»], labels=[»v»,»t»]);
```

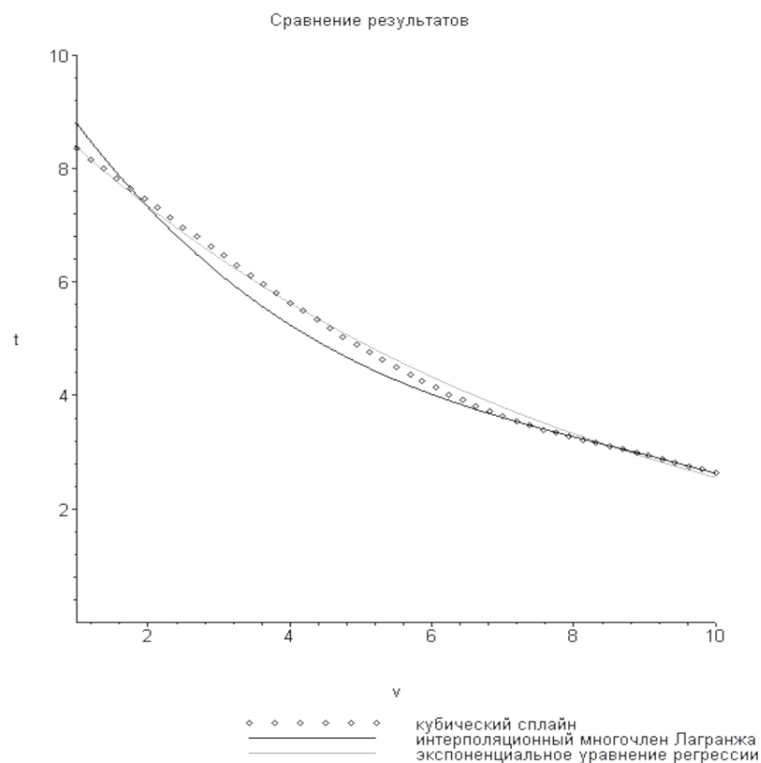


Рис. 3. Модели зависимости времени открытия страницы от входящей скорости



Из рис. 3 видим, что графики кубического сплайна и нелинейной регрессии практически совпадают. График же интерполяционного многочлена Лагранжа не выше степени 3 заметно отличается от указанных графиков.

Таким образом, в ходе исследования был проведен анализ проблемы экспресс-оценки скоростной характеристики сети Wi-Fi. Данный анализ позволил установить зависимость между временем открытия страниц в веб-браузере, на примере Mozilla Firefox, и скоростью интернет-соединения. Полученная зависимость легла в основу экспресс-оценки ориентировочной скорости интернет-соединения. Рассмотренные алгоритмы интерполирующих сплайнов позволяют провести оценку параметров сети Wi-Fi в отсутствие точной информации.

Предложенный метод экспресс-оценки скорости интернет-соединения может быть полезен в ситуациях, когда возникает необходимость оценить скорость канала на удаленном сетевом оборудовании при использовании любых беспроводных сетей, в том числе и сетей Wi-Fi, поскольку именно беспроводные сети имеют нестабильные скоростные характеристики, влияющие в конечном итоге на качество цифровой передачи данных.

#### Список литературы

1. Бахвалов Н.С. Численные методы [Текст]: учеб. пособие для вузов / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. – 7-е изд. – М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2011. – 636 с.
2. Васильев В.Г. Применение оборудования Wi-Fi стандарта IEEE 802.11a/b/g/n в сетях фиксированного БШД [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://unidata.com.ua/add/WiFi\\_deployment.pdf](http://unidata.com.ua/add/WiFi_deployment.pdf).
3. Гандер В. Решение задач в научных вычислениях с применением Maple и MATLAB [Текст] / В. Гандер, И. Гржебичек. – Изд-во «Вассамедина», 2005. – 520 с.
4. Дьяконов В. Maple 9 в математике, физике и образовании [Текст] / В. Дьяконов. – М.: Изд-во СОЛОН Пресс, 2004. – 688 с.
5. Киренберг А.Г. Повышение качества работы уличных сетей Wi-Fi [Текст] / А.Г. Киренберг, О.М. Колесников // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2015. – № 5 (111). – С. 159–162.
6. Киренберг А.Г. Проблема подключения к интернету малоэтажного жилого сектора России и возможный способ ее решения [Текст] / А.Г. Киренберг, О.М. Колесников //

Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2015. – № 1 (107). – С. 84–87.

7. Краткое описание устройства базовых станции сотовой связи, их примерная стоимость. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://test.amobile.ru/opsos/bs/index.htm>.

8. Описание базовой станции стандарта WiMAX [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lanmart.ru/wimax-bazovaja-stancija-maxbridge-bs-50-pico.html>.

9. Прокопенко Е.В. Применение компьютерной математики для решения многомерных задач [Текст] / Е.В. Прокопенко, Я.В. Славолубова, С.Р. Ли // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2014. – № 5 (105). – С. 121–123.

10. Славолубова Я.В. Применение систем компьютерной математики к решению вопросов существования псевдоримановых K-контактных эйнштейновых структур Сасаки на группах Ли [Текст] / Я.В. Славолубова // Журн. «Вестник КемГУ». – 2011. – № 3–1 (47). – С. 151–154.

#### References

1. Bahvalov N.S. Chislennyye metody [Текст]: ucheb. posobie dlja vuzov / N.S. Bahvalov, N.P. Zhidkov, G.M. Kobelkov. 7-e izd. M.: Binom. Laboratorija znaniy, 2011. 636 p.
2. Vasilev V.G. Primenenie oborudovaniya Wi-Fi standarta IEEE 802.11a/b/g/n v setjah fiksi-rovannogo BSHD [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [http://unidata.com.ua/add/WiFi\\_deployment.pdf](http://unidata.com.ua/add/WiFi_deployment.pdf).
3. Gander V. Reshenie zadach v nauchnyh vychislenijah s primeneniem Maple i MATLAB [Текст] / V. Gander, I. Grzhebiechek. Izd-vo «Vassamedina», 2005. 520 p.
4. Djakonov V. Maple 9 v matematike, fizike i obrazovanii [Текст] / V. Djakonov. M.: Izd-vo SOLON Press, 2004. 688 p.
5. Kirenberg A.G. Povyshenie kachestva raboty ulichnyh setej WI-FI [Текст] / A.G. Kirenberg, O.M. Kolesnikov // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. 2015. no. 5 (111). pp. 159–162.
6. Kirenberg A.G. Problema podkljucheniya k internetu malojetazhnogo zhilogo sektora Rossii i vozmozhnyj sposob ee reshenija [Текст] / A.G. Kirenberg, O.M. Kolesnikov // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. 2015. no. 1 (107). pp. 84–87.
7. Kratkoe opisanie ustrojstva bazovyh stancii sotovoj svjazi, ih primernaja stoi-most. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://test.amobile.ru/opsos/bs/index.htm>.
8. Opisanie bazovoj stancii standartu WiMAX [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.lanmart.ru/wimax-bazovaja-stancija-maxbridge-bs-50-pico.html>.
9. Prokopenko E.V. Primenenie kompjuternoj matematiki dlja reshenija mnogomernyh za-dach [Текст] / E.V. Prokopenko, Ja.V. Slavoljubova, S.R. Li // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. 2014. no. 5 (105). pp. 121–123.
10. Slavoljubova Ja.V. Primenenie sistem kompjuternoj matematiki k resheniju voprosov su-shhestvovaniya psevdorimanovyh K-kontaktnyh jejnshtejnovykh struktur Sasaki na gruppah Li [Текст] / Ja.V. Slavoljubova // Zhur. «Vestnik KemGU». 2011. no. 3–1 (47). pp. 151–154.

УДК 532.542

**ОБОБЩЕНИЕ ФОРМУЛЫ КОЛБРУКА – УАЙТА НА ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ТРУБЕ С ПРОИЗВОЛЬНОЙ ПЕСОЧНОЙ ШЕРОХОВАТОСТЬЮ СТЕНКИ****Кондратьев А.С., Нья Т.Л., Швыдько П.П.***Московский политехнический университет, Москва, e-mail: ask41@mail.ru*

Проведенный анализ инженерных методов расчета коэффициентов гидравлического сопротивления в круглой трубе и профиля скорости показал, что все рассмотренные методы расчета течения при переходном режиме направлены на сопряжение расчетных зависимостей для гидравлически гладкой и предельно шероховатой поверхности. В получаемых расчетных зависимостях не учитывалось наблюдаемое в опытах минимальное значение коэффициента гидравлического сопротивления, величина которого зависела от числа Рейнольдса и относительной шероховатости поверхности. В данной работе на основе анализа известных опытных данных Никурадзе и формулы Колбрука – Уайта предложена новая эмпирическая зависимость, которая достаточно хорошо согласуется с опытными данными, в том числе в области минимальных значений коэффициента гидравлического сопротивления. Получена простая зависимость, аппроксимирующая результаты численных расчетов, позволяющая определить профиль скорости при произвольной степени шероховатости стенки трубы.

**Ключевые слова:** турбулентный режим течения, гладкая стенка, песочная шероховатость, гидравлическое сопротивление, профиль скорости

**THE COLEBROOK-WHITE GENERAL FORMULA IN PIPE FLOW FOR ARBITRARY SAND ROUGHNESS OF PIPE WALL****Kondratev A.S., Nha T.L., Shvydtko P.P.***Moscow Polytechnic University, Moscow, e-mail: ask41@mail.ru*

The analysis of calculation engineering methods of hydraulic resistance coefficients in a circular pipe and the velocity profile showed that all the above calculating methods for the flow at the transition regime aimed at pairing calculated dependencies for hydraulically smooth and extremely rough surfaces. The obtained calculated dependencies was not considered observed in the experiments, the minimum value of the hydraulic resistance coefficient, which depended on the Reynolds number and the relative surface roughness. In this paper, based on analysis of the known experimental data of .Nikuradse and Colebrook-White formula, proposed a new empirical correlation, which is in a good agreement with the experimental data, in particular, in the region of minimum values of the hydraulic resistance coefficient. resistance the simple dependence, approximating the results of numerical calculations to determine the velocity profile for arbitrary sand roughness of pipe wall.

**Keywords:** turbulent flow regime, smooth wall, sand roughness, hydraulic resistance, the velocity profile

Необходимость повышения точности расчета коэффициентов гидравлического сопротивления при течения жидкостей в трубах с различной степенью песочной шероховатости внутренней поверхности стенки трубы требует дальнейшего обобщения опытных данных и, на их основе, совершенствования инженерных методов расчета. Основой для анализа являются опытные данные Никурадзе по движению ньютоновской жидкости в гладких и шероховатых трубах, приведенные, например, в работе [9]. На основании анализа этих опытных данных, с привлечением гипотез Прандтля, Кармана и других исследователей о физической природе турбулентного движения жидкости, получены достаточно простые аналитические выражения, позволяющие определить коэффициенты гидравлического сопротивления и профиля скорости в двух предельных случаях: гидравлически гладкой стенки ( $0 \leq v_\tau k_s / \nu \leq 5; \lambda = \lambda(\text{Re})$ ) и режима течения с полным проявлением шероховатости ( $v_\tau k_s / \nu \geq 70; \lambda = \lambda(k_s / \text{Re})$ ).

Здесь  $\lambda$  – коэффициент гидравлического сопротивления;  $v_\tau$  – динамическая скорость;  $\nu$  – кинематическая вязкость жидкости;  $k_s$  – величина песочной (эквивалентной) шероховатости стенки;  $R$  – радиус трубы;  $\text{Re} = 2U_m R / \nu$  – число Рейнольдса, определенное по средней скорости  $U_m$  и диаметру ( $2R$ ).

В значительно меньшей степени исследованы режимы течения жидкости при переходном режиме

$$(5 \leq v_\tau k_s / \nu \leq 70; \lambda = \lambda(\text{Re}, k_s / R)).$$

Проанализируем работы, выполненные в последние годы. В работах [2, 3], используя формулы Прандтля и Кармана для коэффициентов гидравлического сопротивления гидравлически гладкой и предельно шероховатой поверхности

$$1/\sqrt{\lambda} = 2 \lg(\text{Re} \sqrt{\lambda}) - 0,8; \quad (1)$$

$$1/\sqrt{\lambda} = 2 \lg(R/k_s) + 1,74; \quad (2)$$

и известные логарифмические зависимости распределения скоростей для гидравлически гладких и предельно шероховатых труб, с использованием выражений (1) и (2) приведены к близким зависимостям

$$U / v_{\tau} = 2,5 \times \ln(y / R) + 2,88 / \sqrt{\lambda} + 3,5, \quad (3)$$

$$U / v_{\tau} = 2,5 \times \ln(y / R) + 2,828 / \sqrt{\lambda} + 3,75. \quad (3')$$

Обе зависимости практически идентичны и получены без приведения, каких-либо выражений для расчета  $\lambda$  при переходном режиме течения и даже обсуждения этого вопроса.

Автор не приводит выражения для расчета коэффициента гидравлического сопротивления, а, видимо, использует их опытные значения, получает удовлетворительное соответствие для ограниченного числа опытных данных по профилю скорости.

В работе [7] расчетная схема включает прилегающий к стенке вязкий подслои, переходящий в турбулентную зону смешения с постоянной длиной смешения. В области выше элементов шероховатости реализуется турбулентный режим течения с длиной пути смешения, зависящий от расстояния от поверхности. Заметим, что такая схематизация течения жидкости вдоль шероховатой поверхности ранее использовалась в работе [6] для расчета течения не только в ньютоновской жидкости, но и для неньютоновских жидкостей. Автор сравнивал результаты расчетов не с опытными данными Никурадзе, а с расчетом по формуле Колбрука – Уайта, которая, как известно [10], применима не к песочной, а к технической шероховатости. Кроме того, сравнение расчетных данных проводилось при больших числах Рейнольдса от области минимального значения коэффициента гидравлического сопротивления до максимального, соответствующего режиму с предельным проявлением шероховатости. Например, выпал из рассмотрения диапазон чисел Рейнольдса  $4 \times 10^3 \leq Re < 10^4$  для частиц с максимальной песочной шероховатостью  $R/k_s = 15$ , а для частиц с минимальной шероховатостью  $R/k_s = 507$  не рассмотрен диапазон чисел Рейнольдса  $4 \times 10^3 \leq Re \leq 2 \times 10^5$ .

В работе [4] автор предлагает рассчитывать коэффициент гидравлического сопротивления при переходном  $\lambda_r$ , гладком  $\lambda$  и квадратичном  $\lambda_s$  режимах сопротивления по формуле, выражающей принцип суперпозиции:

$$\lambda_r = \lambda (1 - \gamma) + \gamma \lambda_s, \quad (4)$$

где  $\gamma$  – коэффициент перемежаемости, равный отношению времени существования

турбулентного течения у стенки к общему времени наблюдения. Именно такая зависимость ранее использовалась в [6], где величина  $\gamma$  физически толковалась как доля поверхности, течение над которой соответствует режиму течения над гидравлически гладкой поверхностью, а  $(1 - \gamma)$  течению над поверхностью с предельным проявлением шероховатости. Затем, не имея достаточных оснований, выражение (2) записывается в виде [4]

$$(\lambda_r)^{-1/2} = \lambda^{-1/2} (1 - \gamma) + \gamma \lambda_s^{-1/2}. \quad (4')$$

Полученные результаты вызывают сомнения, поскольку с равным успехом можно было подобрать эмпирическую зависимость, соответствующую выражению (4).

В большинстве из рассмотренных работ [2–4, 7] использовались логарифмические профили скорости для гидравлически гладкой и предельно шероховатой стенки трубы и соответствующие им зависимости коэффициентов гидравлических сопротивлений, а затем они обобщались на случай переходной режим. В работе [8], в рамках традиционной схемы течения над шероховатой поверхностью [9], выражение для скорости с произвольной степенью песочной шероховатости поверхности записывается в виде

$$U / v_{\tau} = 2,5 \times \ln(y / k_s) + B, \quad (5)$$

где величина  $B$  зависит от режима обтекания поверхности.

При переходном режиме используется известная зависимость

$$B = \sqrt{8 / \lambda} + 3,75 - 2,5 \times \ln(R / k_s);$$

$$\text{при } 0,025 < k_s / \delta < 5 \text{ и } 3 < v_{\tau} k_s / \nu < 70. \quad (6)$$

Также как в работе [7] закон сопротивления при переходном режиме задается формулой Колбрука – Уайта

$$1 / \sqrt{\lambda} = 1,74 - 2 \times \lg[k_s / R + 18,7 / (Re \sqrt{\lambda})], \quad (7)$$

что, как отмечалось выше, физически некорректно [9]. Поэтому расчеты течения в круглой трубе приведут к тем же ограниченным результатам, которые были получены в работе [7].

Следует отметить, что при использовании выражения (7) и подобной, наиболее простой в части процедуры вычислений, формуле Альтшуля [1]

$$\lambda = 0,11 \times [k_s / (2R) + 68 / Re]^{1/4} \quad (8)$$

величина  $\lambda$  плавно уменьшается с ростом числа Рейнольдса, то есть полностью игнорируется наличие минимума величины  $\lambda$ , зависящее от обеих величин  $k_s / (2R)$  и  $Re$ .

Игнорирование этого опытного факта представляется весьма существенным, в связи с чем все конкретные рекомендации по расчету профиля скорости в этой зоне представляются недостаточно обоснованными.

В работе [10] автор показывает, что формулы Прандтля и Колбрука – Уайта, соответственно, могут быть выражены в виде функции Ламберта, зависящей только от величин  $k_s/(2R)$  и  $Re$ . Использование функции Ламберта в чисто вычислительном аспекте не имеет никакого преимущества перед использованием классических выражений в области их применимости.

Покажем, что имеющихся опытных данных вполне достаточно для определения профилей скорости и коэффициентов гидравлического сопротивления при течении жидкости в круглых трубах. Основываясь на предварительном анализе, обобщим выражение для коэффициента гидравлического сопротивления (7), записывая его в виде

$$\lambda = \{-2 \lg[k_s / (R \times 7,413) + 2,5226 \times f / (Re \sqrt{\lambda})]\}^{-2}. \quad (9)$$

где  $f$  – поправочная функция, зависящая от безразмерного комплекса  $(k_s \nu / \nu)$ . Основанием для такого предположения является то, что, согласно опытным данным [9], ве-

личина  $B$  зависит от безразмерной переменной величины  $\lg(k_s \nu / \nu)$ .

Проведенные расчеты показали, что удовлетворительное соответствие с опытными данными по коэффициенту гидравлического сопротивления имеет место при следующем виде поправочной функции

$$f = 1 - 2,2 \times \lg(k_s \nu / \nu). \quad (10)$$

На рис. 1 показано сравнение опытных и расчетных величин  $\lambda$  по формулам (9), (10). В диапазоне чисел Рейнольдса  $4 \times 10^3 \leq Re \leq 10^6$ , расчетные значения  $\lambda$  хорошо согласуются с опытными данными в трубах с песочной шероховатостью стенки трубы, причем это относится и к положению минимального значения величины  $\lambda$  при величине относительной шероховатости в пределах  $30,6 \leq R/k_s \leq 507$ . Расчетные значения величины  $\lambda$  для технической шероховатости  $R/k_s = 1300$  также удовлетворительно согласуются с опытными данными.

Число Рейнольдса, при котором шероховатую поверхность надо считать гидравлически гладкой, определим из условия равенства величин  $\lambda$ , рассчитываемых по формулам (1) и (9) [5]. В таблице приведены значения чисел Рейнольдса при различной степени песочной шероховатости стенки трубы.

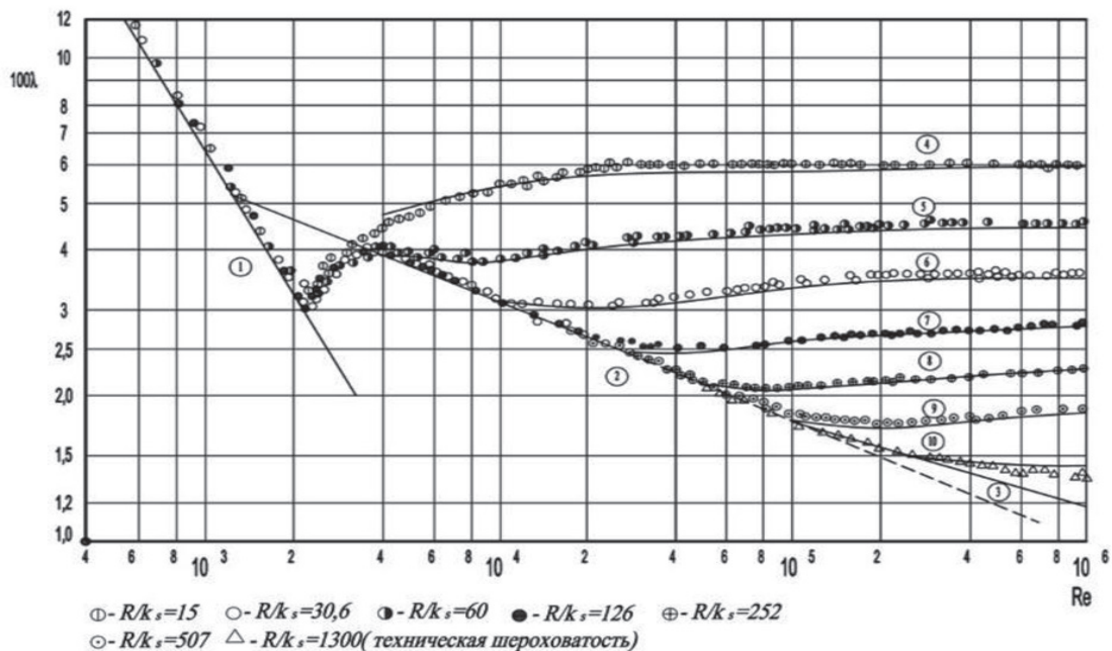


Рис. 1. Закон сопротивления для гладких и шероховатых труб. Кривая 1 соответствует ламинарному режиму течения. Кривая 2 соответствует формуле Блазиуса. Кривая 3 соответствует формуле Прандтля. Кривые 4–10 расчет по формуле (9)

Граница перехода течения с гидравлически гладкого на переходной режим

$R/k_s$	15	30,6	60	126	252	507	1300
Re	–	$4,58 \times 10^3$	$10^4$	$2,32 \times 10^4$	$5,15 \times 10^4$	$1,12 \times 10^5$	$9,5 \times 10^4$

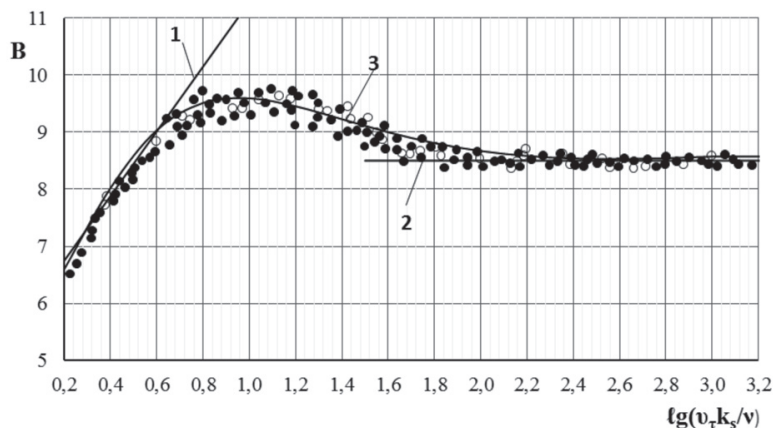


Рис. 2. Зависимость величины  $V$  от  $lg(v_t k_s / \nu)$ . Кривая 1 соответствует режиму без проявления шероховатости. Кривая 2 соответствует режиму с полным проявлением шероховатости. Кривая 3 – расчет по формуле (6)

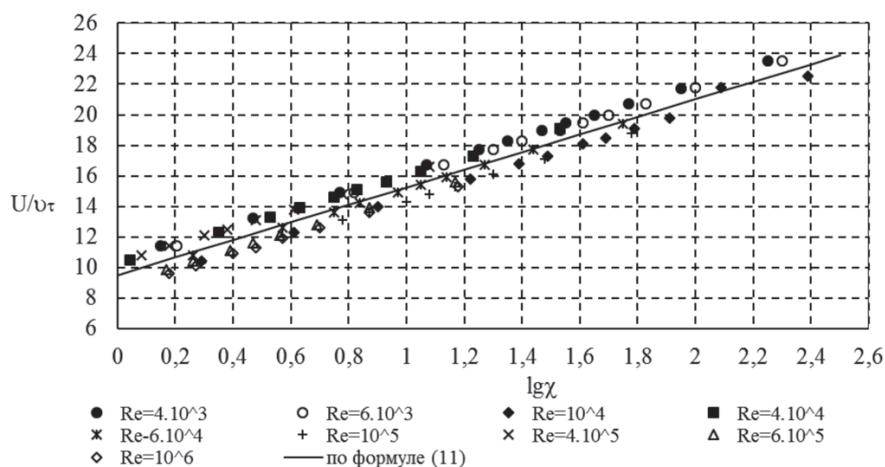


Рис. 3. Расчетные значения относительной скорости  $U/\nu_\tau$ , определенные по формуле (5), и их аппроксимация по формуле (11)

Используя расчетные значения  $\lambda$  можно рассчитать величину  $V$  по формуле (6). На рис. 2 представлены результаты расчетов величины  $V$  по (8) при различной степени песочной шероховатости.

Профиль относительной расчетной скорости  $U/\nu_\tau$  в трубе с произвольной песочной шероховатостью стенки трубы определяется по формуле (5), в которой величина  $V$  рассчитывалась по (6), а величина  $\lambda$  по

(9), (10). В качестве абсциссы использовался предложенный в [1] безразмерный параметр  $\chi = [2,5\nu / (\nu_\tau y) + k_s / y]^{-1}$ .

Расчет профиля скорости является важной задачей, но конечной практической целью расчетных исследований, как правило, является определение коэффициентов гидравлического сопротивления, при которых использование инженерных аналитических зависимостей представляется предпочтительным.

Результаты численных расчетов с погрешностью 10% аппроксимируются зависимостью

$$U / v_{\tau} = 9,5 + 5,75 \times \lg \chi. \quad (11)$$

Отметим, что ранее нами была рассмотрена эта же задача [5], при решении которой вначале была предложена эмпирическая зависимость для расчета величины  $B$ , а затем рассчитывался коэффициент гидравлического сопротивления и профиль относительной скорости. В вычислительном плане предложенная аппроксимация (10) значительно упрощает процедуру расчета.

### Список литературы

1. Альтшуль А.Д. Гидравлические сопротивления. – М.: Недра, 1982. – 224 с.
2. Байков В.Н. Универсальное распределение скоростей в водных потоках при различных режимах гидравлического сопротивления // Вест. МГСУ. – 2009. – № 1. – С. 19–184.
3. Брянская Ю.В. Уточнение кинематических характеристик турбулентного течения // Инженерно-строительный журн. – 2013. – № 6. – С. 31–38.
4. Брянская Ю.В. Перемежаемость течения при переходном режиме гидравлического // Вест. МГСУ. – 2013. – № 1. – С. 177–184.
5. Кондратьев А.С., Нья Л.Т., Швыдко П.П. Инженерный метод расчета коэффициента гидравлического сопротивления и профиля скорости при произвольной песочной шероховатости стенки трубы // Гидравлика. Сетевой журн. – 2016. – № 12. – С. 41–49.
6. Кондратьев А.С., Овсянников В.М., Олофинский Е.П. и др. Транспортирование водоугольных суспензий: гидродинамика и температурный режим. – М.: Недра, 1988. – 213 с.
7. Лобанов И.Е. Теория гидравлического сопротивления в прямых круглых трубах с шероховатыми стенками // Отраслевые аспекты технических наук Науч. – практ. журн. – 2012. – № 4(16). – С. 4–13.
8. Храмов И.В., Бульбович Р.В., Павлоградский В.В. Влияние шероховатости на профиль скорости в трубах квадратного сечения // Приволжский науч. вест. – 2013. – № 6 (22). – С. 5–12.
9. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. – М.: Физматгиз, 1974. – 712 с.
10. Янышев Д.С. Применение функции Ламберта в теории турбулентного трения // Электр. журн. Труды МАИ. – 2015. – Вып. 50. – 11 с; URL: [www.mai.ru/science/trudy](http://www.mai.ru/science/trudy).

### References

1. Altshul A.D. Gidravlicheskie soprotivlenija. M.: Nedra, 1982. 224 p.
2. Bajkov V.N. Universalnoe raspredelenie skorostej v vodnyh potokah pri razlichnyh re-zhimah gidravlicheskogo soprotivlenija // Vest. MGSU. 2009. no. 1. pp. 19–184.
3. Brjanskaja Ju.V. Utochnenie kinematicheskikh harakteristik turbulentsnogo techenija // Inzhe-nerno-stroitelnyj zhurn. 2013. no. 6. pp. 31–38.
4. Brjanskaja Ju.V. Peremezhaemost techenija pri perehodnom rezhime gidravlicheskogo // Vest. MGSU. 2013. no. 1. pp. 177–184.
5. Kondratev A.S., Nya L.T., Shvydko P.P. Inzhenernyj metod rascheta koefficienta gid-ravlicheskogo soprotivlenija i profila skorosti pri proizvolnoj pesochnoj sherohovato-sti stenki truby // Gidravlika. Setevoy zhurn. 2016. no. 12. pp. 41–49.
6. Kondratev A.S., Ovsjannikov V.M., Olofinskij E.P. i dr. Transportirovanie vodougol-nyh suspenzij: gidrodinamika i temperaturnyj rezhim. M.: Nedra, 1988. 213 p.
7. Lobanov I.E. Teorija gidravlicheskogo soprotivlenija v prjamyh kruglyh trubah s sherohovatymi stenkami // Otrasleyve aspekty tehniceskikh nauk Nauch. prakt. zhurn. 2012. no. 4(16). pp. 4–13.
8. Hramcov I.V., Bulbovich R.V., Pavlogradskij V.V. Vlijajine sherohovatosti na profil skorosti v trubah kvadratnogo sechenija // Privolzhsckij nauch. vest. 2013. no. 6 (22). pp. 5–12.
9. Shlihting G. Teorija pogramichnogo sloja. M.: Fizmatgiz, 1974. 712 p.
10. Janyshev D.S. Primenenie funkicii Lamberta v teorii turbulentsnogo trenija // Jelekt. zhurn. Trudy MAI. 2015. Vyp. 50. 11 p; URL: [www.mai.ru/science/trudy](http://www.mai.ru/science/trudy).

УДК 666.1.038

## ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМООБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА МЕХАНИЧЕСКИ ОБРАБАТЫВАЕМОГО СЛЮДОСИТАЛЛА

Кузьмин А.А., Яблокова М.А.

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Санкт-Петербург, e-mail: kip@technolog.edu.ru*

Применение механически обрабатываемых слюдоситаллов, изготовленных по литейной технологии, позволяет получить вакуумплотные термостойкие изделия сложной формы и высокой точности. Это важно для энергетики, электроники и других отраслей промышленности. Оптимизация режимов термообработки разработанного ранее состава позволила получить прочный, хорошо обрабатываемый стеклокристаллический материал. В работе исследована структура материала, зависимость прочности и твердости от режимов термообработки. В результате проведенных исследований рекомендована следующая последовательность термообработки: первая ступень – четырехчасовая выдержка при 600 °С; вторая ступень – шестичасовая выдержка при 800 °С; третья ступень – четырехчасовая выдержка при 1050 °С. Разработанная технология позволяет изготавливать как крупногабаритные (до 10 кг), так и тонкостенные (с толщиной стенки менее 0,5 мм) изделия.

**Ключевые слова:** слюдоситаллы, режимы термообработки, структура и свойства, кристаллизация, микротвердость, прочность, механическая обрабатываемость

## EFFECT OF HEAT TREATMENT ON THE PROPERTIES OF THE MECHANICALLY PROCESSED MICA GLASS-CERAMIC MATERIAL

Kuzmin A.A., Yablokova M.A.

*St. Petersburg State Institute of Technology (Technical University), St. Petersburg, e-mail: kip@technolog.edu.ru*

Use of the glass-ceramic materials made on foundry technology and mechanically processed allows to receive vacuum-tight heat-resistant products of the irregular shape and a high precision. It is important for a power engineering, an electronics engineering and other industries. Optimization of the modes of heat treatment of the structure developed earlier allowed to receive the strong, well processed glass-ceramic. In work the structure of material, dependence of durability and hardness from the heat treatment modes is investigated. In the result of the research the following sequence of heat treatment is recommended: the first stage – a four-hour endurance at 600 °C; the second stage – a six-hour exposure at 800 °C; the third stage – a four-hour exposure at 1050 °C. The developed technology allows to make as large-size (to 10 kg), and thin-walled (with thickness less than 0,5 mm) products.

**Keywords:** mica glass-ceramic, heat treatment modes, structure and properties, crystallization, microstrength, hardness, machinability

Машинообрабатываемая слюдо-стекло-керамика более полувека широко используется в вакуумной технике, энергетике для изготовления корпусных деталей, изоляторов, форсунок и других изделий [9]. Готовые детали получают резанием из заготовок в виде брусков, прутков, дисков различных форм и размеров [3].

Уступая пластмассам в технологичности, особенно при крупномасштабном производстве, стеклокристаллические материалы обладают недостижимым для пластмасс температурным диапазоном эксплуатации и способны выдержать температуру пламени кислородно-ацетиленовой горелки [4]. Очевидно также, что стеклокристаллические материалы позволяют получать изделия более высокой точности.

В настоящее время широко применяются две технологии изготовления изделий из стеклокристаллических материалов: литейная и керамическая; при этом первая обе-

спечивает более высокую вакуум-плотность и позволяет выпускать изделия сложной геометрической формы и больших размеров [5].

При использовании литейной технологии готовые изделия изготавливаются в следующей последовательности: исходное стекло заливается в формы и подвергается термической обработке. Полученный ситалл вместе с формами охлаждается и далее подвергается механической обработке. Для получения однородных материалов с тонкокристаллической структурой, как правило, проводят двухступенчатую термическую обработку: первая ступень – выдержка при температуре, обеспечивающей наибольшее зарожждение центров кристаллизации; вторая ступень – рост кристаллов. Поскольку конечную цель – получение механически обрабатываемого материала обеспечивает наличие минералов типа слюд – фторфлогопитов, то состав исходного стекла и термообработка должны обеспечивать в процессе

объемной кристаллизации его выделение в качестве одной из фаз.

Известно, что введение фтора в стекла системы  $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  приводит к объемной кристаллизации с выделением минералов типа слюды – фторфлогопитов. Фториды давно зарекомендовали себя как катализаторы образования кристаллических фаз [6].

Авторы [8] установили, что введение  $\text{V}_2\text{O}_5$  в стеклокерамику  $\text{MgO}-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{K}_2\text{O}-\text{F}$  снижает первый максимум температуры кристаллизации. В работе [12] показано, что повышение температуры термообработки и содержания  $\text{MgO}$  улучшает обрабатываемость стеклокерамики. Значительное влияние содержания  $\text{MgO}$  на свойства стеклокерамики также отражено в работе [10]. Прозрачная механически обрабатываемая стеклокерамика может быть получена на основе  $\text{Ca}_{0,6}\text{Mg}_3\text{Al}_{1,2}\text{Si}_{2,8}\text{O}_{10}\text{F}_2$  и  $\text{K}_{0,01}\text{Ca}_{0,395}\text{Mg}_3\text{Al}_{1,2}\text{Si}_{2,8}\text{O}_{10}\text{F}_2$  [7]. Там же показано, что замещение  $\text{Ca}^{2+}$  на  $\text{K}^+$  в межслойных промежутках Са-слюды повышает прочность материала при изгибе. В [11] утверждается, что введение  $\text{CaO}$  в обрабатываемую стеклокерамику повышает ее механические свойства. Таким образом, поиск как оптимальных составов, так и режимов термообработки актуален и в настоящее время.

Ранее [1] одним из авторов настоящей статьи был получен приведенный в табл. 1 состав исходного стекла, кристаллизация которого позволила получить механически обрабатываемый стеклокристаллический материал.

Данный состав содержит большинство компонентов, рекомендованных известными

авторами, а их соотношение определялось на основе экстремального эксперимента, поэтому целью настоящей работы являлся поиск режимов термообработки, позволяющих получить на основе данного исходного стекла механически обрабатываемый стеклокристаллический материал с наилучшим сочетанием прочности и обрабатываемости. Критерием обрабатываемости служила микротвердость.

Варку исходного стекла проводили в пламенной печи периодического действия в литровых кварцевых тиглях с крышками при температуре  $1350^\circ\text{C}$  в течение 4 часов. Сваренное стекло вырабатывалось на образцы для исследования свойств и отливалось в графитовые формы для получения заготовок. С учетом проведенных ранее дилатометрических испытаний отжиг проводился в течение двух часов при  $600^\circ\text{C}$ . Для определения значений температур, при которых целесообразно проводить кристаллизацию, был выполнен дифференциально-термический анализ (ДТА) исходного стекла, результаты которого приведены на рис. 1.

Далее было исследовано влияние температуры термообработки на структуру полученных материалов. При температурах, соответствующих эндо- и экзоэффектам кривой ДТА (рис. 1), шесть образцов подвергались одночасовой выдержке при  $600^\circ\text{C}$ ,  $650^\circ\text{C}$ ,  $800^\circ\text{C}$ ,  $850^\circ\text{C}$ ,  $960^\circ\text{C}$  и  $1100^\circ\text{C}$  соответственно. На спектрометре ИКС-29 были сняты ИК-спектры всех шести образцов (рис. 2), а на дифрактометре ДРОН-2.0 – рентгенограммы образцов, изготовленных по идентичным технологиям (рис. 3).

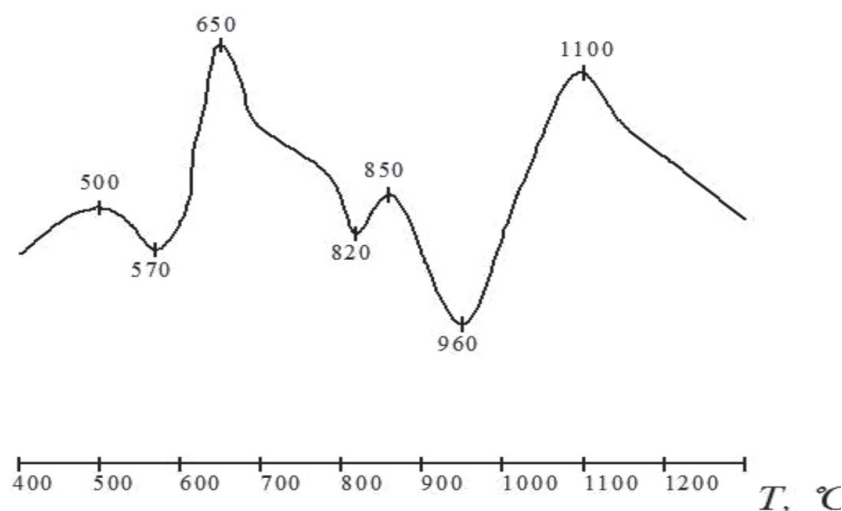


Рис. 1. Кривая ДТА исходного стекла





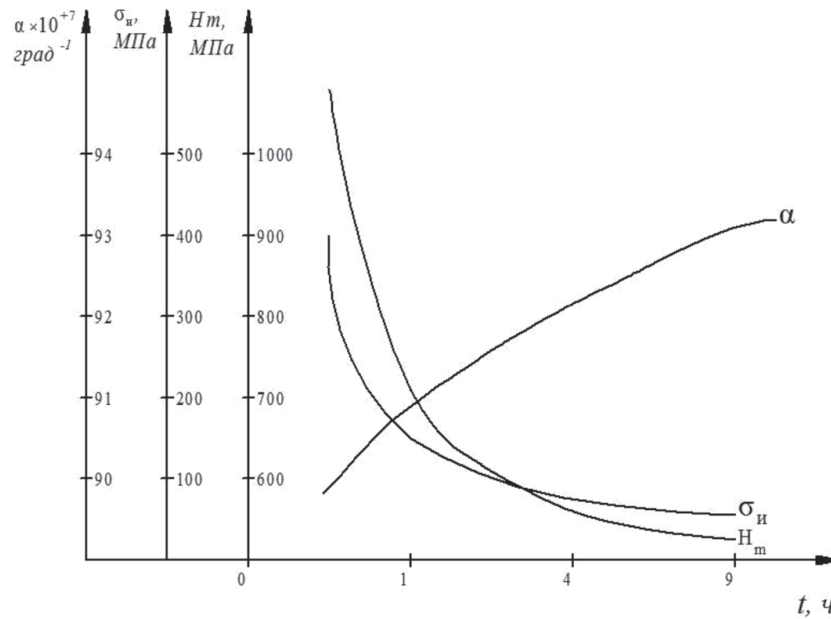


Рис. 4. Влияние длительности II ступени термообработки на свойства слюдоситалла

Из представленных кривых следует, что все образцы содержат и стекло- и кристаллическую фазу. Идентификация кристаллической фазы показала наличие норберита и слюды. Поскольку слюда (предположительно флогопит) в образцах содержится, дальнейшая часть настоящей работы была посвящена достижению непосредственной цели – определению температурно-временных режимов кристаллизации.

Первым этапом при решении поставленной задачи было проведение дифференциально-термического анализа и принудительной кристаллизации в градиентной печи. С учетом полученной термограммы (рис. 3) и анализа кристаллизационной способности исходного стекла в градиентной печи в качестве температуры второй ступени термообработки было выбрано 850 °С.

Очередной задачей стало определение оптимальной длительности второй ступени термообработки. Для этого все отожженные образцы подвергались выдержке при 850 °С в течение 0,5; 1; 2; 4 и 9 часов, а затем каждый из этих образцов выдерживался два часа при 1000 °С. Параметры дополнительной выдержки были выбраны с учетом ранее проведенных экспериментов. В результате была определена зависимость температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР)  $\alpha$ , микротвердости  $H_m$  и прочности при изгибе  $\sigma_n$  от длительности второй ступени термообработки (рис. 4).

Из рис. 4 следует, что увеличение времени выдержки более 6 часов не оказывает существенного влияния на свойства материала. Ранее [1] уже обосновывалось, что эти три свойства достаточно полно характеризуют эксплуатационные возможности и обрабатываемость материала.

Следующим этапом работы было определение температуры и длительности третьей ступени термообработки. Для построения экспериментально-статистической модели и решения задачи оптимизации был выбран центральный композиционный ортогональный план второго порядка, схема которого приведена в табл. 2.

В соответствии с планом эксперимента независимыми факторами  $X_1$  и  $X_2$  были выбраны температура третьей ступени термообработки  $T$  °С и время выдержки  $t$ , час, а переменными состояниями – ТКЛР термообработанного материала  $\alpha \cdot 10^{+7}$ , град<sup>-1</sup>; микротвердость  $H_m$ , МПа; прочность при сжатии  $\sigma_{сж}$ , МПа. Эти свойства материала в табл. 2 обозначены символами  $Y_1$ ,  $Y_2$  и  $Y_3$  соответственно. Для данной схемы планирования эксперимента уравнение регрессии имеет вид

$$Y = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + b_{11} \cdot X_{12} + b_{22} \cdot X_{22} + b_{12} \cdot X_1 \cdot X_2$$

где  $b_0, b_1, b_2, b_{11}, b_{22}, b_{12}$  – коэффициенты регрессии, определяемые по известным формулам при обработке результатов эксперимента.

Таблица 2

План эксперимента

№ Опыта	Независимые факторы		План		Переменные состояния		
	T, °C	t, час	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
1	960	2	-1	-1	100	2300	420
2	960	6	-1	+1	100	2100	270
3	1040	2	+1	-1	99	2000	220
4	1040	6	+1	+1	102	1700	310
5	960	4	-1	0	93	2200	250
6	1040	4	+1	0	86	1600	240
7	1000	2	0	-1	101	2100	200
8	1000	6	0	+1	96	1700	240
9	1000	4	0	0	96	1800	250

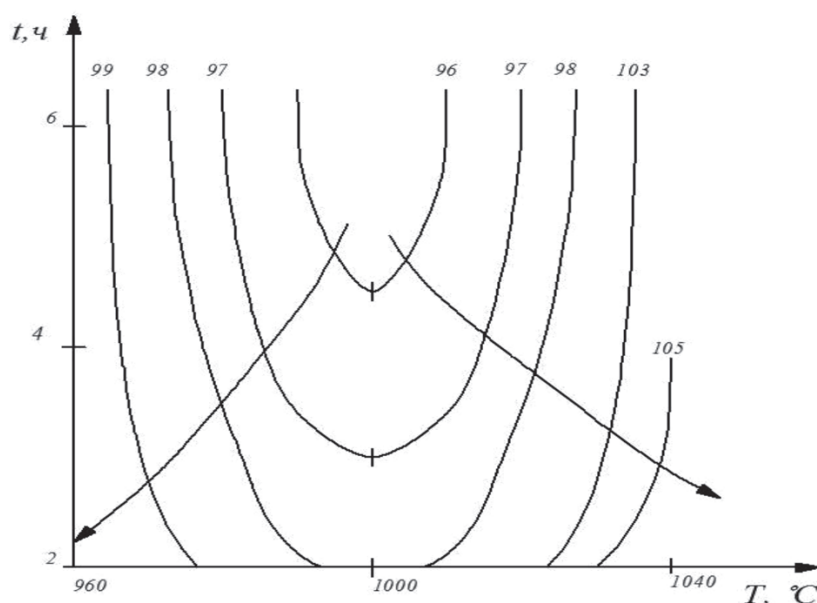


Рис. 5. Контурные графики зависимости ТКЛР слюдоситалла α от времени выдержки и температуры третьей ступени термообработки. Числа у кривых – значения ТКЛР α · 10<sup>7</sup>, град<sup>-1</sup>

Уравнение регрессии является экспериментально-статистической моделью, позволяющей описать зависимость исследуемых свойств от температуры и времени выдержки, поэтому для шага 0,5 (табл. 2) были вычислены результаты 25 гипотетических режимов термообработки. Шаг, равный 0,5, а для температуры это 20 °C, обусловлен точностью работы оборудования и основан на результатах предварительных экспериментов. Графическая иллюстрация зависимостей исследуемых свойств от температуры и времени выдержки представлена на рис. 5–7.

Из представленных графиков (рис. 5) видно, что зависимость ТКЛР от времени и температуры термообработки имеет седлообразный характер, и при T = 1000 °C и времени выдержки в пределах 4–6 часов наблюдается некоторый минимум. Для предотвращения значительных остаточных напряжений желательнее снижать величину ТКЛР.

Из рис. 6 следует, что с увеличением и температуры и времени выдержки микротвердость падает, следовательно, обрабатываемость улучшается. При этом в пределах интервалов варьирования влияние и температуры и времени примерно одинаково.

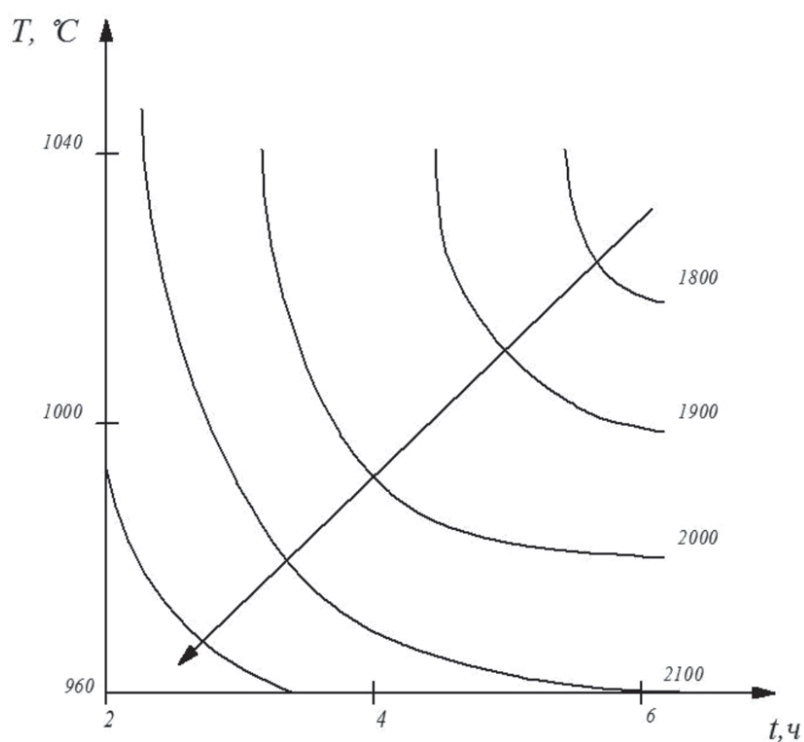


Рис. 6. Контурные графики зависимости микротвердости слюдоситалла  $H_m$  от времени выдержки и температуры третьей ступени термообработки. Числа у кривых – значения  $H_m$  в МПа

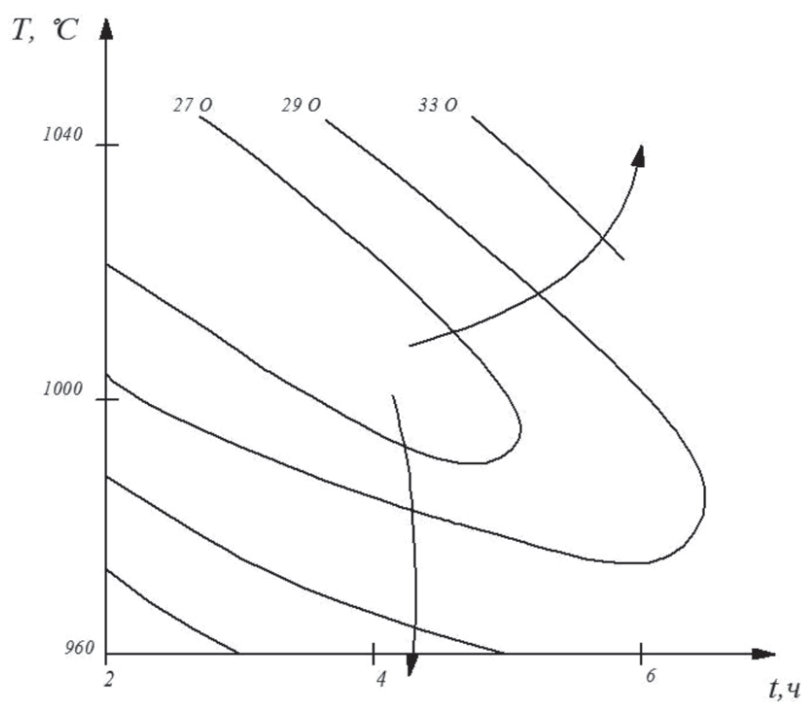


Рис. 7. Контурные графики зависимости прочности слюдоситалла  $\sigma_{см}$  от времени выдержки и температуры третьей ступени термообработки. Числа у кривых – значения  $\sigma_{см}$  в МПа

Зависимость прочности от режимов термообработки носит сложный характер (рис. 7), однако легко видеть, что с увеличением температуры от 1000 °С до 1040 °С и времени выдержки от 4 до 6 часов прочность возрастает. Видимо, это обусловлено повышением однородности материала. Поскольку вместе с увеличением прочности возрастает микротвердость и происходит ухудшение обрабатываемости, для поиска оптимального режима термообработки была использована схема компромиссов, ранее применявшаяся при оптимизации химического состава [2].

Дальнейшие попытки повышения механических характеристик полученного материала сводились к корректировке температуры второй ступени термообработки. Она была снижена до 800 °С, а время выдержки увеличено с 4 до 6 часов. Видимо, это несколько повысило однородность материала, исследование структуры которого электронной микроскопией показало, что в образцах, прошедших полную термическую обработку, структура характеризуется высокой спайностью и большим количеством мелких кристаллов псевдогексагональной формы. По структуре материал можно идентифицировать как слюду. Исследование проводилось на электронном микроскопе «ЭММА-2» при 300-кратном увеличении.

В результате проведенных исследований может быть рекомендован следующий режим термообработки:

Первая ступень – четырехчасовая выдержка при 600 °С.

Вторая ступень – шестичасовая выдержка при 800 °С.

Третья ступень – четырехчасовая выдержка при 1050 °С.

Ниже приведены основные свойства разработанного материала:

Прочность при сжатии, МПа-320

Прочность при изгибе, МПа-54

Термостойкость на удар, °С-750

ТКЛР, 1/град. К –  $80 \cdot 10^{-7}$

Натекание по гелию, л·мм рт.ст./с, не более –  $10^{-7}$

Удельная теплоемкость, Дж/кг – 2,0

Удельное электрическое сопротивление, Ом·м –  $2 \cdot 10^{13}$ .

Токарная обработка позволяет изготавливать тонкостенные изделия, например диски диаметром более 50 мм и толщиной менее 0,5 мм. Материал обладает хорошими литейными свойствами, предложенная технология допускает изготовление изделий весом до 10 кг.

#### Список литературы

1. Кузьмин А.А. Влияние парного взаимодействия оксидов Li, Na и Ba на тепловое расширение и обраба-

тываемость стеклокерамики на основе калиевого фторфлогопита // Журнал прикладной химии. – 1989. – Т. 62. – Вып. 6. – С. 1265–1268.

2. Кузьмин А.А. Оптимизация состава слюдоситалла с помощью схемы компромиссов // В сб. XXII международной научной конференции «Математические методы в технике и технологиях». Псков: ППИ. – 2009. – Т. 10. – С. 82.

3. Механически обрабатываемая стеклокерамика для промышленного применения – Corning Macor // Огнеупоры и техническая керамика. – 2012. – № 9. – С. 52–53.

4. Страд З. Стеклокристаллические материалы / З. Страд. – М.: Стройиздат, 1988. – 256 с.

5. Ушаков Д.Ф. Основы технологии ситаллов: текст лекций / Д.Ф. Ушаков. – Л.: ЛТИ им. Ленсовета. – 1985. – 55 с.

6. Шлакоситаллы / К.Т. Бондарев, М.И. Козьмин, А.Г. Минаков и др. – М.: Стройиздат. – 1970. – 252 с.

7. Crystallization process and some properties of novel transparent machinable calcium-mica glass-ceramics. Taruta Seiichi, Sakata Michita, Yamaguchi Tomohiro et.al. – Ceram. Int. – 2008. – V. 34. – № 1. – P. 75–79.

8. Faeghi-Nia A., Marghussian V.K., Taheri-Nassaj E. Effect of B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> on crystallization behavior and microstructure of MgO-SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-K<sub>2</sub>O-F glass-ceramics. – Ceram. Int. – 2007. – V. 33. – № 5. – P. 773–778.

9. Levin E.M., Beock S. – Am. Ceram. Soc. – 1957. – V. 40. – № 3. – P. 95–106; – № 4. – P. 113–118.

10. Sinterability, crystallization and properties of glass-ceramic tiles belonging to CaF<sub>2</sub>-CaO-MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> system // Banijmali S., Rezaei H.R., Yekta Eftekhari B. et.al. – Ceram. Int. – 2007. – V. 33. – № 8. – P. 1557–1561.

11. Yekta Eftekhari B., Hammabard Z. Sintering and crystallization behavior of machinable fluorflogopite-gehlenit glass-ceramics. – Int. J. Appl. Ceram. Technol. – 2009. – V. 6. – № 1. – P. 72–79.

12. Yu Liping, Xiao Hanning, Cheng Yun. Influence of magnesia on the structure and properties of MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>-F glass-ceramics. // Ceram. Int. – 2008. – V. 34. – № 1. – P. 63–68.

#### References

1. Kuzmin A.A. Vlijanie parnogo vzaimodejstvija oksidov Li, Na i Ba na teplovoe rasshirenie i obrabatyvaemost steklokeramiki na osnove kalievogo fluorflogopita // Zhurnal prikladnoj himii. 1989. T. 62. Vyp. 6. pp. 1265–1268.

2. Kuzmin A.A. Optimizacija sostava sljudositalla s pomoshhu shemy kompromissov // V sb. NIIH mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «Matematicheskie metody v tehnike i tehnologijah». Pskov: PPI. 2009. T. 10. pp. 82.

3. Mehanicheski obrabatyvaemaja steklokeramika dlja promyshlennogo primenenija Corning Macor // Ogneupory i tehnicheskaja keramika. 2012. no. 9. pp. 52–53.

4. Strnad Z. Steklorkristallicheskie materialy / Z. Strnad. M.: Strojizdat, 1988. 256 p.

5. Ushakov D.F. Osnovy tehnologii sitallov: tekst lekcij / D.F. Ushakov. L.: LTI im. Lensoвета. 1985. 55 p.

6. Shlakositally / K.T. Bondarev, M.I. Kozmin, A.G. Mina-kov i dr. M.: Strojizdat. 1970. 252 p.

7. Crystallization process and some properties of novel transparent machinable calcium-mica glass-ceramics. Taruta Seiichi, Sakata Michita, Yamaguchi Tomohiro et.al. Ceram. Int. 2008. V. 34. no. 1. pp. 75–79.

8. Faeghi-Nia A., Marghussian V.K., Taheri-Nassaj E. Effect of B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> on crystallization behavior and microstructure of MgO-SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-K<sub>2</sub>O-F glass-ceramics. Ceram. Int. 2007. V. 33. no. 5. pp. 773–778.

9. Levin E.M., Beock S. Am. Ceram. Soc. 1957. V. 40. no. 3. P. 95–106; no. 4. pp. 113–118.

10. Sinterability, crystallization and properties of glass-ceramic tiles belonging to CaF<sub>2</sub>-CaO-MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> system // Banijmali S., Rezaei H.R., Yekta Eftekhari B. et.al. Ceram. Int. 2007. V. 33. no. 8. pp. 1557–1561.

11. Yekta Eftekhari B., Hammabard Z. Sintering and crystallization behavior of machinable fluorflogopite-gehlenit glass-ceramics. Int. J. Appl. Ceram. Technol. 2009. V. 6. no. 1. pp. 72–79.

12. Yu Liping, Xiao Hanning, Cheng Yun. Influence of magnesia on the structure and properties of MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>-F glass-ceramics. // Ceram. Int. 2008. V. 34. no. 1. pp. 63–68.

УДК 004.9

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ МНОГОМЕРНЫХ ДАННЫХ В ЗАДАЧАХ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Мартышенко С.Н., Степаненко А.А.

*Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, Владивосток,  
e-mail: sergey.martishenko@vvsu.ru, andre91vlking@gmail.com*

В настоящее время особенно актуальной является область исследований, связанных с понятием больших данных. Большие данные это не только полезная информация – это большие деньги. Проблема исследователя заключается в сложности обработки больших объемов многомерных данных. Поэтому особо важной является задача выбора доступного средства, способного как-либо упростить или автоматизировать этот процесс. Представленные на рынке инструменты обработки данных не всегда справляются с поставленными задачами и обладают высоким порогом вхождения – это цена и квалификация эксперта. В статье рассматривается разработанная инструментальная методика, позволяющая автоматизировать процесс обработки многомерных данных для задач когнитивного моделирования в табличном процессоре Excel средствами VBA. Работа программных средств демонстрируется на примерах обработки реальных данных.

**Ключевые слова:** алгоритм, обработка данных, многомерный анализ, Excel, автоматизация, компьютерные технологии, анкетный опрос, когнитивные модели

## AUTOMATION OF MULTIDIMENSIONAL DATA PROCESSING TASKS IN COGNITIVE MODELING

Martyshenko S.N., Stepanenko A.A.

*Vladivostok State University Economy and Service, Vladivostok,  
e-mail: sergey.martishenko@vvsu.ru, andre91vlking@gmail.com*

At the present time is particularly relevant area of research related to the concept of big data. Big data is not only useful information – it's a lot of money. The problem lies in the complexity of the researcher to handle large volumes of multidimensional data. Therefore, a particularly important task is to select the available funds that could in any way to simplify or automate the process. Presented on the market data tools do not always cope with the tasks and have a high entry threshold – the price and qualification of the expert. The article discusses the methodology developed tool that allows you to automate multi-dimensional data processing for cognitive modeling tasks in the spreadsheet application Excel VBA tools. Working software is demonstrated on real data examples.

**Keywords:** algorithm, data processing, multivariate analysis, Excel, automation, computer technology, questionnaire, cognitive models

Миниатюризация в радиоэлектронике и экспансия интернета в XXI веке привела к бурному развитию мобильных технологий сбора данных, облачных технологий хранения и обработки данных, а также широкой доступности технологий, позволяющих получить доступ к большим данным. Поэтому, как никогда ранее, особенно актуальной является область науки о больших данных (Big Data).

Развитие средств и методов обработки, анализа и хранения большого объема данных привело к появлению термина «Data Mining», пришедшему из зарубежной практики. С английского термин «Data Mining» переводится как «добыча данных», под которым подразумевают процесс обнаружения в «сырых» данных ранее неизвестных нетривиальных практически полезных знаний, необходимых для принятия решений в различных областях человеческой деятельности. Большинство авторитетных источников придерживается подхода, в котором инструментарий Data Mining классифицируется на статистические алгоритмы

и кибернетические, которые тем или иным образом опираются на сопоставление статистического опыта с результатами мониторинга текущей ситуации [16].

Известно, что системный анализ является одним из общепризнанных в науке методов решения проблем и многими учеными рассматривается вообще как метод научного познания. Однако в 1984 году проф. И.П. Стабин впервые заметил, что на практике обычно системный анализ успешно применяется в сравнительно простых случаях, в которых в принципе можно обойтись и без него, тогда как в действительно сложных ситуациях, когда он действительно очень востребован и у него нет альтернатив, сделать это удается гораздо реже. Предложенный И.П. Стабиным путь решения этой проблемы заключался в автоматизации системного анализа [15].

Само понятие «сложных систем», активно используемое с середины 20-го века, является собирательным названием систем, состоящих из большого числа взаимосвя-

занных, взаимодействующих элементов подсистем, закономерно объединенных в единое целое. Социально-экономические, экологические, политические, технические системы являются сложными по определению. Сложным системам присущи закономерности, которые всегда необходимо иметь в виду при их исследовании, прогнозировании развития, принятии решений, управлении [2].

В условиях рыночной экономики и конкурентной борьбы потребности общества в статистических оценках социально-экономических явлений и процессов, в экономическом анализе, моделировании и прогнозировании на основе статистических данных играют очень значимую роль, как в сфере государственного управления, так и бизнеса.

Когнитивное моделирование широко используется в современной теории оценки и принятия решений при исследовании управления слабоструктурированных систем и ситуаций. Использование этого метода создает новые возможности постижения наблюдаемых процессов, явлений и событий с целью разработки управленческих решений. Термин «когнитивность» пришел из психофизиологии (от лат. *cognitio*, «познание, изучение, осознание»), обозначает способность к умственному восприятию и переработке внешней информации. Особенно часто этот термин употребляется в контексте изучения так называемого «контекстного знания» (т.е. абстрактизации и конкретизации), а также в тех областях, где рассматриваются такие понятия, как знание, умение или обучение. Технология когнитивного моделирования предполагает реализацию следующего циклического процесса: структуризация знаний о проблемной ситуации (процессе) → модель → моделирование → получение новых знаний → модель → и т.д., в процессе которого знания об исследуемом объекте (проблеме) расширяются и уточняются [3]. Наиболее трудными для анализа и поддержки принятия решений являются слабо структурированные уникальные ситуации, типичные для задач мониторинга и управления в административной и социально-политической сферах. В них характеристики ситуации могут быть представлены лишь качественно. Кроме того, анализу ситуаций и выработке вариантов решений должна предшествовать формализация модели ситуации, т.е. выявление основных факторов, связей между ними и силы влияния одних факторов на другие [6]. Когнитивный подход используется в решении проблем понимания естественного языка, компьютерного перевода, теории искусственного интеллекта, компьютеризации

всех сфер общественной деятельности [4]. При анализе ситуаций, описанных когнитивными моделями, решаются два типа задач: статические и динамические. Статический анализ – это анализ текущей ситуации, включающий исследование влияний одних факторов на другие, исследование устойчивости ситуации в целом и поиск структурных изменений для получения устойчивых структур. Динамический анализ – это генерация и анализ возможных сценариев развития ситуации во времени [8].

### Цель исследования

Проблема исследователя заключается в сложности обработки больших объемов многомерных данных. Поэтому перед исследователем возникает проблема выбора доступного средства, способного максимально упростить или автоматизировать этот процесс. Представленные на рынке инструменты обработки данных не всегда справляются с поставленными задачами и обладают высоким порогом вхождения – это цена и квалификация эксперта. Кроме низкого порога вхождения, к выбору информационной технологии предъявляются требования, позволяющие существенно экономить время пользователя, носить диалоговый характер, облегчать проведение сложных расчетов, обеспечивать удобный интерфейс с известными программными продуктами, обеспечивать мгновенный пересчет результатов при вводе либо изменении исходных данных, гибкость настройки, наличие встроенных функций, подключаемых модулей, возможность использования логических операторов. Перечисленным требованиям удовлетворяет компьютерная система, базирующаяся на информационной технологии VBA, как надстройка над табличным процессором Excel. Данная система знакома и доступна большинству пользователей персональных компьютеров и изучается в образовательных структурах России. Огромным плюсом этого инструмента является не только возможность обработки больших данных, но и автоматизация однотипных, повторяющихся процессов, что повышает эффективность принятия решений экспертом. Поэтому выбор статистического инструмента обработки данных сделан в пользу табличного процессора Excel.

Вопросы создания дополнительных модулей обработки и анализа статистических данных, макросов и программ для Excel рассматриваются в работах отечественных и зарубежных авторов: И.П. Гайдышева, О.В. Зинюк, С.Н. Михайлова, С.Н. Мартышенко, Ганс-Йоахим Берндт, Буркард Каинка и др. [1, 5, 9, 11, 12].

Целью настоящей работы является разработка компьютерной технологии, позволяющей автоматизировать процесс разработки когнитивных моделей, основанных на анализе данных опросов населения. В представленной статье предлагается к рассмотрению компьютерная технология, которая позволяет на основании анкетных опросов населения некоторой территории решать две основные задачи:

– расчет оценки социального ожидания населения решения важнейших социально-экономических проблем (социального самочувствия населения);

– расчет оценок «значимости» связей отдельных социально-экономических проблем, который позволяет автоматизировать наиболее трудоемкий этап построения когнитивной модели.

### Материалы и методы исследования

Представленный алгоритм реализован в виде программного средства, являющегося надстройкой к Excel и предназначенного для обработки данных, собираемых с помощью определенных анкетных форм. Анкетная форма определенного образца положена в основу некоторой модели данных, допускающей использование программного обеспечения в определенном диапазоне конкретных анкетных форм, используемых для анализа социально-экономических проблем и явлений. Прежде чем перейти к рассмотрению модели данных рассмотрим некоторую конкретную анкетную форму (рис. 1).

Анкета имеет вид таблицы. В строках таблицы перечислены социально-экономические проблемы, которые были определены при массовых опросах населения Приморского края [10]. В первых трех столбцах таблицы респондент должен проставить количественные оценки уровня решения перечисленных социально-экономических проблем по сравнению с уровнем, который соответствует, по мнению респондента, нормам современных требований (в про-

центах). В первом столбце оценивается текущее состояние, во втором и третьем дается прогноз изменения показателей на ближайшие 5 и 10 лет. Следующие 17 столбцов заполняются по правилу: в каждой строке отметить цифрой 1 три клетки в столбцах с номерами проблем, на которые, по мнению респондента, может более всего оказать позитивное влияние на изменение состояния проблемы, указанной в строке. В строке должно быть обязательно отмечено три позиции (не больше и не меньше).

Такая форма опроса может быть использована и при исследовании других задач исследования социально-экономических явлений и процессов. Для того чтобы программное обеспечение позволяло обрабатывать различные анкеты подобного типа, была разработана модель данных, которая представляет собой список правил, допустимых при разработке анкет. Таблица данных может включать различное количество строк, что автоматически отражается и на количестве столбцов. Она может содержать различное количество столбцов с оценками состояния проблем, исследуемых в опросе. Кроме того, по усмотрению исследователя, допускается по каждой анкете еще добавить признаки учетного характера, такие как номер анкеты, дата, фамилия, место проживания и прочее. Количество таких признаков не лимитируется. Такие признаки мы определили как «дополнительные признаки».

При обработке данных анкет подобного рода в Excel возникают трудности технического характера. Во-первых, в таких анкетных формах, как правило, содержится значительное количество строк (не менее десяти). При небольшом количестве исследуемых процессов задача вообще теряет смысл. Каждая анкета (таблица) размещается в одной строке таблицы Excel. Поскольку в исходной анкетной форме содержится очень много элементов, для размещения исходных данных может потребоваться не один лист Excel. С учетом дополнительных столбцов по оценке состояния проблем, могут образовываться достаточно сложные конфигурации данных в Excel, которые приводят к сложным вычислениям. Такие вычисления могут оказаться весьма затруднительными для пользователей, не являющихся профессионалами в области разработки средств анализа данных.

Оценка перспектив решения основных проблем в Приморском крае

	Важнейшие проблемы, требующие своего первоочередного решения	норм %	5 лет %	10 лет %	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Ценовая политика				=																
2	Трудоустройство и занятость					=															
3	Нестабильность экономической ситуации						=														
4	Коррупция и преступность в органах власти							=													
5	Экологические проблемы и природоохрана								=												
6	Социальная напряженность и бедность									=											
7	Низкая заработная плата										=										
8	Преступность и личная безопасность											=									
9	Низкая социальная защищенность												=								
10	Международная обстановка													=							
11	Забота о будущем поколении														=						
12	Низкое качество жизни															=					
13	Неудовлетворенность работой властных структур																=				
14	Инфраструктура и благоустройство																	=			
15	Несовершенное законодательство																		=		
16	Низкое качество товаров и услуг																			=	
17	Доступность отдыха и развлечений																				=
18																					

Рис. 1. Анкетная форма «Оценка перспектив решения основных проблем в Приморском крае»



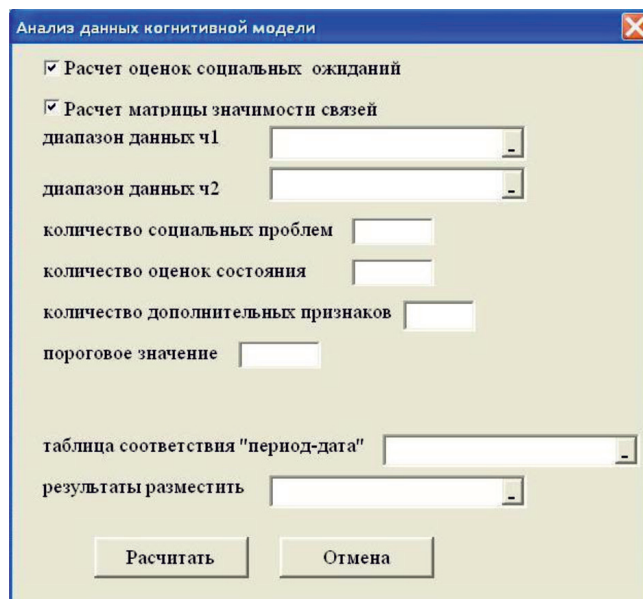


Рис. 2. Интерфейс программы «Анализ данных когнитивной модели»

	A	B	C	D	E	F	G	H
5								
6	№	Проблемы	Текущая оценка (%)	Прогноз 1(%)	Прогноз 2 (%)	Дельта 1	Дельта 2	Общее изменение
7	1	Ценовая политика	44,98	49,10	54,10	4,12	4,99	9,12
8	2	Трудоустройство и занятость	50,80	54,50	59,72	3,69	5,22	8,91
9	3	Нестабильность экономической ситуации	44,42	48,38	53,52	3,96	5,14	9,10
10	4	Коррупция и преступность в органах власти	41,76	44,21	47,14	2,46	2,93	5,38
11	5	Экологические проблемы и природоохрана	47,70	50,92	54,41	3,23	3,48	6,71
12	6	Социальная напряженность и бедность	46,17	49,41	52,38	3,24	2,97	6,21
13	7	Низкая заработная плата	47,43	49,97	52,12	2,54	2,16	4,70
14	8	Преступность и личная безопасность	49,33	53,05	56,10	3,72	3,06	6,77
15	9	Низкая социальная защищенность	47,10	49,99	53,36	2,89	3,38	6,26
16	10	Международная обстановка	52,43	56,08	60,58	3,66	4,49	8,15
17	11	Забота о будущем поколении	51,17	56,30	61,40	5,13	5,10	10,23
18	12	Низкое качество жизни	45,90	48,88	51,94	2,99	3,06	6,04
19	13	Неудовлетворенность работой властных структур	48,89	51,12	54,19	2,23	3,07	5,30
20	14	Инфраструктура и благоустройство	51,52	56,54	61,17	5,03	4,62	9,65
21	15	Несовершенное законодательство	48,23	50,76	53,50	2,53	2,74	5,28
22	16	Низкое качество товаров и услуг	49,60	52,54	55,34	2,94	2,81	5,74
23	17	Доступность отдыха и развлечений	53,92	58,99	64,61	5,08	5,62	10,70
24		Общие средние	47,54	50,92	54,69	3,37	3,77	7,14
25								

Рис. 3. Пример выполнения расчетов оценок социальных ожиданий населения

Реальный вычислительный процесс осложняется тем, что расчетные формулы должны быть написаны с использованием относительной адресации, поскольку результаты должны автоматически пересчитываться при правке и дополнении данных. Кроме того, может потребоваться выполнение расчетов по части таблицы исходных данных. Например, выполнить расчеты по определенным группам респондентов или по данным, охватывающим определенные временные интервалы при решении задач мониторинга.

Рассмотрим возможности разработанной программы. Интерфейс программы «Анализ данных ког-

нитивной модели» представлен на рис. 2. В примерах, демонстрирующих работу программы, использовались реальные данные анкетного опроса 350 студентов экономических специальностей Владивостокского государственного университета экономики и сервиса.

При определении параметров программы пользователь, во-первых, должен определить список решаемых задач. Для этого ему необходимо установить галочки напротив задач, которые позволяет решать программа: расчет оценок социального ожидания, расчет матрицы оценок значимости связей социально-экономических проблем.

Во-вторых, указать место расположения данных, то есть параметры: диапазон данных ч1, диапазон данных ч2. Допускается использование не более двух листов таблицы Excel. Если данные размещены на одном листе Excel, то второй параметр не указывается. Для подключения листа с данными необходимо щелкнуть мышью в верхнем углу соответствующего листа Excel. Если пользователь для хранения данных использует стандартные названия листов («Данные ч1» и «Данные ч2»), то определять расположение данных нет необходимости. В этом случае диапазоны данных будут определены автоматически.

В соответствии с моделью данных, обязательно необходимо определить следующие три параметра: количество социальных проблем, количество оценок состояния, количество дополнительных признаков. Если в обрабатываемой анкете вообще не используются оценки состояния или дополнительные признаки, то в соответствующих полях необходимо задать значение «0».

Для выделения наиболее существенных связей между исследуемыми проблемами необходимо задать пороговое значение. Связи, которые имеют оценки ниже пороговых значений, считаются несущественными и в результирующей матрице оценок связей имеют нулевые значения.

При решении задач мониторинга необходимо определить еще два дополнительных параметра: диапазон столбца дат, таблица соответствия «период – дата». Если в расчетах данные по датам не используются, то эти поля можно не определять.

Для указания места размещения результатов используется параметр «результаты разместить». Значение параметра определяет ячейку листа Excel, выбранную для размещения результатов. Данный параметр задается на любом листе EXCEL, кроме листа с данными. Если этот параметр не задан, то результаты по умолчанию размещаются на новом листе Excel.



Рис. 4. Диаграмма изменения оценок социальных ожиданий населения

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Сумма
1	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4
3	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	2
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	3
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	3
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3
10	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	2
14	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	3
15	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

Рис. 5. Пример расчета матрицы оценки существенных связей представлен по всем данным при пороге значении 0,12

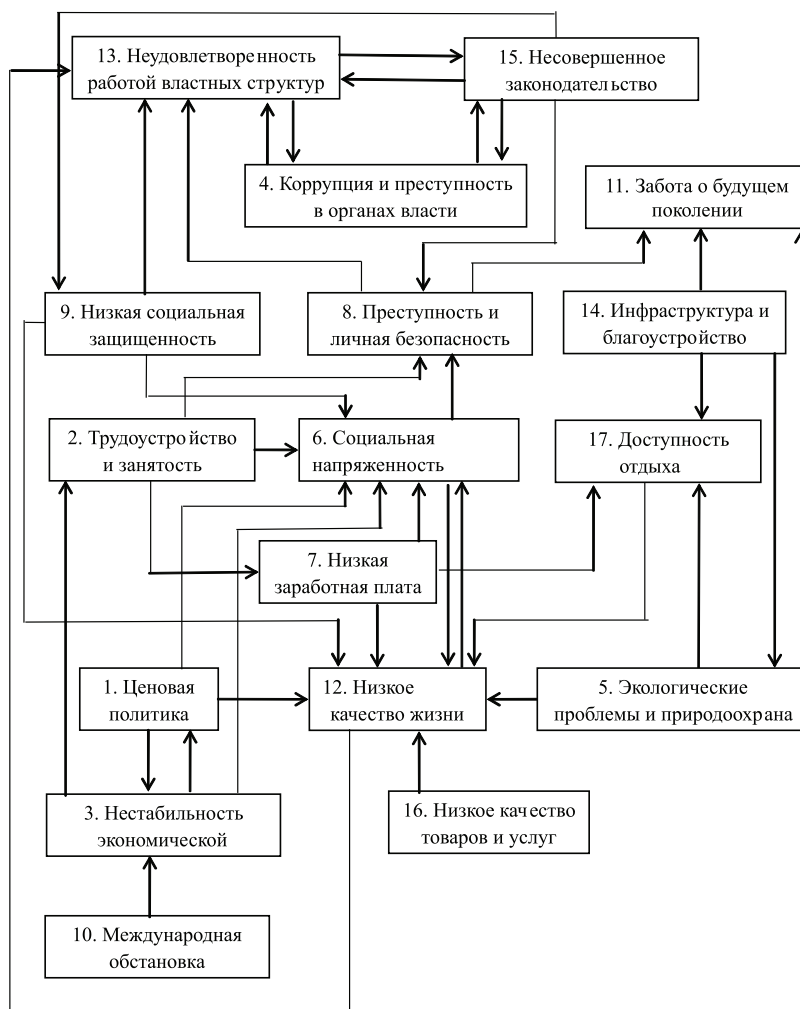


Рис. 6. Когнитивная модель взаимосвязи социально-экономических проблем

Рассмотрим функции и результаты выполнения программы «Анализ данных когнитивной модели». При выполнении расчетов оценок социального ожидания рассчитывается таблица средних значений оценок социальных ожиданий по всем анкетам, участвующим в расчетах (рис. 3).

Наглядно представить картину изменения оценок социального ожиданий населения можно на специальной диаграмме (рис. 4).

При выполнении расчетов матрицы оценок значимости связей социально-экономических проблем рассчитываются таблицы (матрицы): матрица абсолютных значений частоты встречаемости связей в ответах респондентов, матрица относительных значений частоты встречаемости связей в ответах респондентов, матрица оценки существенных связей в ответах респондентов. Каждая последующая матрица рассчитывается по данным предыдущей таблицы. Пример расчета «матрица оценки существенных связей» представлен на рис. 5.

В результате расчетов было определено 37 существенных связей. Данные матрицы связей используются для построения когнитивной модели. Пример когнитивной модели представлен на рис. 6.

### Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотренная программа допускает использование при построении различных когнитивных моделей, разрабатываемых в соответствии с введенной моделью данных, то есть обладает свойством универсальности. Преимуществом программы является то, что она позволяет пользователю сосредотачивать свое внимание на исследуемой проблеме, не тратя времени на рутинные расчеты. Это свойство эффективности. Использование программы снижает риски ошибок расчетов – свойство надежности. Программа реализует некоторую методику разработки и анализа когнитивной модели, что указывает на свойство технологичности. Программа реализована в среде Excel, что позволяет использовать ее большому количеству исследователей. Программа распространяется на безвозмездной основе,

что актуализирует свойство доступности. И наконец, программа не требует от пользователя значительных специальных знаний и проста в использовании.

В настоящее время разрабатывается новая версия программы, которая будет обеспечивать исследователям ряд новых возможностей анализа полученных когнитивных моделей. Для анализа модели предполагается использовать числовые оценки связей, которые предполагается получить в ходе опроса квалифицированных экспертов. При наличии грубой модели они могут внести уточняющие изменения в структуру модели и оценки связей. При этом сложность работы экспертов существенно снижается из-за снижения размерности задачи.

Кроме того, в программу предполагается включить возможность отсеивания полностью некомпетентных или недобросовестных респондентов. Для этого в настоящее время разработан специальный алгоритм, который прошел апробацию на контрольных примерах.

В настоящее время планируется работа по использованию программы для анализа экспертных оценок, полученных при исследовании экономических процессов в ходе работ научных коллективов Владивостокского государственного университета экономики и сервиса [7, 14]. По результатам апробации на других данных предполагается дальнейшее усовершенствование модели данных, что позволит расширить круг решаемых задач.

### Заключение

Развитие демократических процессов в нашей стране приводит к тому, что при принятии решений все более учитывается мнение людей, проживающих на определенной территории. Особенно важно учитывать мнение людей в неблагоприятных регионах [17]. В настоящее время из-за неблагоприятных условий в Приморском крае продолжается отток наиболее активной части населения [13]. В этих условиях очень важно держать под контролем социальное самочувствие населения, способствуя установлению контакта между властными структурами и населением региона. Во Владивостокском государственном университете в течение ряда последних лет проводятся социологические опросы населения и разрабатываются новые методики исследования социально-экономических процессов.

Предлагаемая к рассмотрению компьютерная технология является частью системных исследований, проводимых в университете. Эффективность программы была

подтверждена при обработке реальных данных, полученных в ходе реальных социологических опросов.

### Список литературы

1. Гайдышев И.П. Решение научных и инженерных задач средствами Excel, VBA и C/C++. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 512 с.
2. Горелова Г.В. Когнитивный подход к имитационному моделированию сложных систем // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2013. – С. 239–250.
3. Горелова Г.В., Захарова Е.Н., Гинис Л.А. Когнитивный анализ и моделирование устойчивого развития социально-экономических систем. – Ростов н/Д: Изд-во Рост. ун-та, 2005. – 288 с.
4. Гузаиров М.Б., Ильясов Б.Г., Закиева Е.Ш., Герасимова И.Б. Когнитивная модель формирования показателя качества жизни // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2013. – Т. 17, № 2 (55). – С. 215–220.
5. Зинюк О.В. Проверка выборки на нормальность и расчет корреляционного отношения в среде MS Excel и VBA // Экономика, статистика и информатика. – 2011. – № 5. – С. 109–114.
6. Кулинич А.А. Система когнитивного моделирования «Канва». // Восьмая национальная конференция по искусственному интеллекту (г. Коломна, 4–12 октября 2002 г.) КИИ. – 2002. – С. 632–641.
7. Лихошерст Е.Н., Мазелис Л.С. Формирование коллективного мнения группы экспертов при стратегическом управлении в университете // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. – 2011. – № 4. – С. 142–147.
8. Мартышенко С.Н. Когнитивный подход к оценке социально-экономических проблем населения региона (на примере Приморского края) // Научный альманах. – 2016. – № 1–1 (15). – С. 193–196.
9. Мартышенко С.Н. Анализ данных мониторинга социально-экономических процессов в муниципальных образованиях // Информационные технологии моделирования и управления. – 2012. – № 6 (78). – С. 506–512.
10. Мартышенко С.Н. Исследование процессов, влияющих на качество жизни на территории Приморского края // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 3–3. – С. 555–559.
11. Мартышенко С.Н. Методическое обеспечение анализа данных мониторинга социально-экономических процессов в муниципальных образованиях // Экономика и менеджмент систем управления. – 2012. – Т. 6, № 4.2. – С. 259–267.
12. Михайлов С.Н., Тезик К.А. Вариант программной реализации способа тематической кластеризации текстовых документов на основе использования макросов VBA и Excel // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2012. – № 4 (43). Ч. 2 – С. 17–21.
13. Мотрич Е.Л. Демографическая ситуация на Дальнем Востоке России: основные тенденции и вызовы // Народонаселение. – 2016. – Т. 1, № 1 (71–1). – С. 25–33.
14. Солодухин К.С. Модели поддержки принятия стратегических решений на основе системы сбалансированных показателей // Экономические науки. – 2009. – № 53. – С. 253–260.
15. Стабин И.П., Моисеева В.С. Автоматизированный системный анализ – М.: Машиностроение, 1984. – 309 с.
16. Чубукова И.А. Data Mining. Курс лекций интернет-университета INTUIT [Электронный ресурс]: Режим доступа: [http://www.intuit.ru/goods\\_store/ebooks/286](http://www.intuit.ru/goods_store/ebooks/286) (дата обращения: 12.12.16).
17. Яндиева М.С. О некоторых направлениях социально-экономического развития юга России на современ-

ном этапе // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 9 (74). – С. 137–140.

### References

1. Gajdyshev I.P. Reshenie nauchnyh i inzhenernyh zadach sredstvami Excel, VBA i C/C++. SPb.: BHV-Peterburg, 2004. 512 p.
2. Gorelova G.V. Kognitivnyj podhod k imitacionnomu modelirovaniju slozhnyh sistem // Izvestija JuFU. Tehnicheskie nauki. 2013. pp. 239–250.
3. Gorelova G.V., Zaharova E.N., Ginis L.A. Kognitivnyj analiz i modelirovanie ustojchivogo razvitiya socialno-jekonomicheskikh sistem. Rostov n/D: Izd-vo Rost. un-ta, 2005. 288 p.
4. Guzairov M.B., Iljasov B.G., Zakieva E.Sh., Gerasimova I.B. Kognitivnaja model formirovanija pokazatelja kachestva zhizni // Vestnik Ufimskogo gosudarstvennogo aviacionnogo tehničeskogo universiteta. 2013. T. 17, no. 2 (55). pp. 215–220.
5. Zinjuk O.V. Proverka vyborki na normalnost i raschet korrelyacionnogo otnoshenija v srede MS Excel i VBA // Jekonomika, statistika i informatika. 2011. no. 5. pp. 109–114.
6. Kulinich A.A. Sistema kognitivnogo modelirovanija «Kanva». // Vosmaja nacionalnaja konferencija po iskusstvennomu intellektu (g. Kolomna, 4–12 oktjabrja 2002 g.) KII. 2002. pp. 632–641.
7. Lihosherst E.N., Mazelis L.S. Formirovanie kolektivnogo mnenija grupy jekspertov pri strategicheskom upravlenii v universitete // Territorija novyh vozmozhnostej. Vestnik Vladivostokskogo gosudarstvennogo universiteta jekonomiki i servisa. 2011. no. 4. pp. 142–147.
8. Martysenko S.N. Kognitivnyj podhod k ocenke socialno-jekonomicheskikh problem naselenija regiona (na primere Primorskom kraja) // Nauchnyj almanah. 2016. no. 1–1 (15). pp. 193–196.
9. Martysenko S.N. Analiz dannyh monitoringa socialno-jekonomicheskikh processov v municipalnyh obrazovanijah // Informacionnye tehnologii modelirovanija i upravlenija. 2012. no. 6 (78). pp. 506–512.
10. Martysenko S.N. Issledovanie processov, vlijajushhih na kachestvo zhizni na territorii Primorskogo kraja // Fundamentalnye issledovanija. 2014. no. 3–3. pp. 555–559.
11. Martysenko S.N. Metodicheskoe obespechenie analiza dannyh monitoringa socialno-jekonomicheskikh processov v municipalnyh obrazovanijah // Jekonomika i menedzhment sistem upravlenija. 2012. T. 6, no. 4.2. pp. 259–267.
12. Mihajlov S.N., Tezik K.A. Variant programmnoj realizacii sposoba tematiceskoi klasterizacii tekstovyh dokumentov na osnove ispolzovanija makrosov VBA i Excel // Izvestija Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. 2012. no. 4 (43). Ch. 2 pp. 17–21.
13. Motrich E.L. Demograficheskaja situacija na Dalnem Vostoke Rosi: osnovnye tendencii i vyzovy // Narodonaselenie. 2016. T. 1, no. 1 (71–1). pp. 25–33.
14. Soloduhin K.S. Modeli podderzhki prinjatija strategicheskikh reshenij na osnove sistemy sbalansirovannyh pokazatelej // Jekonomicheskije nauki. 2009. no. 53. pp. 253–260.
15. Stabin I.P., Moiseeva B.C. Avtomatizirovannyj sistemnyj analiz M.: Mashinostroenie, 1984. 309 p.
16. Chubukova I.A. Data Mining. Kurs lekcij internet-universiteta INTUIT [Jelektronnyj resurs]: Rezhim dostupa: [http://www.intuit.ru/goods\\_store/ebooks/286](http://www.intuit.ru/goods_store/ebooks/286) (data obrashhenija: 12.12.16).
17. Jandieva M.S. O nekotoryh napravlenijah socialno-jekonomicheskogo razvitiya juga Rossii na sovremennom jetape // Jekonomika i predprinimatelstvo. 2016. no. 9 (74). pp. 137–140.

УДК 004.91

## ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ

Надеждин Е.Н.

*Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий  
и телекоммуникаций, Москва, e-mail: en-hope@yandex.ru*

Настоящая статья посвящена вопросам исследования семантики текстовых документов в процессе релевантного поиска информации в интернет. Рассмотрена общая задача автоматизированного изучения смыслового содержания текстовых документов, предоставляемых поисковыми системами Internet по запросу пользователя. На содержательном уровне описаны модели актуальных прикладных задач, которые связаны с изучением семантики текстов. Показаны специфические особенности формальной постановки таких задач и трудности выбора метода их решения. С опорой на современные достижения в области искусственного интеллекта и в компьютерной лингвистике сформулированы общие принципы семантического анализа текста, представленного на естественном языке. Предложена концептуальная схема семантического анализа текста, в основе которой лежит механизм идентификации каркасной модели с выделением отношений между ключевыми словами. Предложена классификация прикладных задач семантического анализа текстовых документов.

**Ключевые слова:** текстовый документ, семантика текста, задача семантического анализа, концептуальная схема семантического анализа

## APPLIED PROBLEMS OF THE SEMANTIC ANALYSIS OF TEXT DOCUMENTS

Nadezhdin E.N.

*State Institute of Information Technologies and Telecommunications, Moscow, e-mail: en-hope@yandex.ru*

The present article is devoted to questions of a research of semantics of text documents in the course of relevant information search in Internet. Discusses the General problem of computer-aided study of the semantic content of text documents, search engines provide Internet upon user request. On the content level model describes the actual application tasks that are associated with the study of the semantics of texts. The specific features of formal performances such problems and difficulties of choosing the method of their solution. Based on modern achievements in the field of artificial intelligence and computational linguistics formulated the General principles of semantic analysis of the text presented in natural language. The proposed conceptual framework of semantic analysis, which is based on the identification mechanism wireframe model highlighting the relations between the keywords. The classification of applied problems of semantic analysis of text documents.

**Keywords:** text document, the semantics of the text, the problem of semantic analysis, conceptual diagram of semantic analysis

Стремительное развитие интернета и экспоненциальный рост количества актуальной информации в различных областях знаний привели к усложнению задач информационного поиска. Значительная часть полезных для пользователя знаний содержится в документальных базах знаний, которые являются базами текстовых документов. По данным статистики число таких документов приближается к уровню, критическому для традиционного (ручного) способа аналитического анализа [3, 5]. С учётом тенденции глобализации научно-образовательных процессов сегодня актуальными становятся вопросы опережающей разработки технологий и специальных инструментальных средств, поддерживающих процедуры автоматизированного релевантного поиска и извлечения знаний из текстовых документов.

**Целью статьи** является анализ содержательных моделей избранных задач извлечения элементов знаний из текстовых документов (ТД) и выявление особенностей

их формализованного решения на основе единого концептуального подхода к семантическому анализу.

Центральным понятием лингвистики, как известно, является термин «текст». Понимание текста как «целостного речемыслительного процесса произведения» сложилось в русском языкознании в результате многолетней дискуссии и нашло отражение в работах известных учёных Н.Ф. Алефиренко, О.С. Ахмановой, Н.С. Болотновой, И.Р. Гальперина, Г.В. Колшанского, З.Я. Тураевой, В.В. Одинцова и др. В нашей работе примем за основу следующее обобщённое определение текста: «Текст – это целостное коммуникативное образование, компоненты которого объединены в единую иерархически организованную семантическую структуру коммуникативной интенцией (замыслом) его автора» [1, с. 303].

Сегодня лингвисты уделяют всё больше внимания коммуникативному и когнитивному аспектам изучения текста, неизбеж-

ности включения его в какой-либо (исторически реальный или условный) контекст. Например, З.Я. Тураева обоснованно отмечает, что «*текст не только отражает действительность, но и сообщает о ней... в тексте пересекаются коммуникативная, когнитивная (познавательная) и эмотивная функции*» [11].

В когнитивном аспекте текст предстаёт как «опредмеченное знание» или как «вербально кодированный фрагмент знаний, являющийся органической частью целостной системы знаний о мире», как «особым лингвистическим образом представленное знание». В качестве объекта научного анализа текст может параллельно рассматриваться с коммуникативных и с когнитивных (как трансформированное знание) позиций [2]. Для извлечения знаний принципиальное значение имеет целостный подход к изучению текста, и для этого следует рассматривать не только связи внутри сверхфразового единства между отдельными предложениями, но и связь самих этих единств в рамках текста (И.Р. Гальперин, 1981).

Текстовые документы и, соответственно, специальные знания, содержащиеся в них, обычно являются слабо структурированными. Это обстоятельство вызывает существенные трудности при формальном описании и автоматизации процесса извлечения и обработки знаний. С другой стороны, профессионально подготовленный текст является результатом напряжённого интеллектуального труда автора, и для извлечения знаний необходим интеллектуальный инструментарий, адекватный содержанию, профилю и уровню сложности текста. Поэтому проблема аналитического анализа семантики и извлечения знаний из текстовых документов является достаточно сложной и требует разработки и применения специализированных интеллектуальных информационных систем (ИИС) [2, 3]. На практике путём введения ряда допущений можно осуществить декомпозицию указанной проблемы семантического анализа ТД и выделить несколько групп относительно независимых типовых задач.

К типовым задачам исследования семантики одиночных ТД следует отнести:

- а) выделение в тексте ключевых слов;
- б) выделение в тексте цепочки ключевых слов;
- в) выявление контекстных слов (контекста);
- г) аннотирование текста.

Для случая обработки набора ТД приоритетными являются следующие задачи:

- а) классификация текстов по совокупности признаков;
- б) каталогизация текстов;

в) поиск заданных информационных фрагментов в потоке ТД;

г) поиск (подбор) текстов, обладающих заданными свойствами.

Рассмотрим содержательные модели некоторых прикладных задач, связанных с извлечением элементов знаний из текстовых документов.

**1. Задача классификации текстов по нескольким признакам** [14]. В общем случае указанную задачу можно сформулировать следующим образом.

Пусть имеется исходное множество ТД – объектов  $X$ , заданных своими признаковыми описаниями. Для отображения объектов используются  $n$  признаков, т.е. каждый объект исходного множества  $X$  представлен как  $n$ -мерный вектор в признаковом пространстве  $P_n: X \subseteq P_n$ . Дано множество классов  $Y (Y \neq \emptyset)$ , заданных символьными метками:  $Y = \{-1; 1\}$ . Допустим, что распределение объектов исходного множества  $X$  по классам  $Y$  априорно известно только на обучающей выборке  $X^* \subseteq X$ , т.е. для каждого объекта обучающей выборки  $x_i^* \in X$  известен класс  $y_i^* \subseteq Y$ , к которому этот объект относится. Требуется найти отображение  $f: X \rightarrow Y$  исходного множества объектов  $X$  во множество классов  $Y$ , если значения этого отображения известны только для объектов обучающей выборки  $X^*: \{(x_1^*, y_1^*), \dots, (x_N^*, y_N^*)\}$ . Здесь принято:  $N = |X^*|$ .

Формально описанная задача имеет несколько приложений. Одним из них является предварительный отбор ТД из некоторого исходного множества для последующего детального семантического анализа по критериям соответствия конкретной предметной области (ПрО). Другим примером задачи 1 может служить бинарная классификация текстовых документов с использованием формальной модели тезауруса заданной ПрО.

**2. Задача выделения цепочки ключевых слов** [5, 8]. Предположим, что в ходе семантического анализа исходного ТД выделены и отобраны ключевые понятия (слова, термы)  $Z_j, j = 1, r$ . Для автоматизации процесса формирования сети допустимых переходов между ключевыми словами в заданной предметной области воспользуемся апробированной технологией автоматического построения семантической сети текста на основе корпуса текстов конкретной ПрО [12, с. 370]. Основным инструментом формализованного представления семантики предметной области выступает семантическая сеть предметной области (текста). Далее с учётом выявленных особенностей и дополнительной информации о тематике и структуре текста могут быть осуществле-

ны типизация ключевых слов и отбор их допустимых парных сочетаний  $(Z_i - Z_j)$ ,  $i, j = 1, r, j \neq i$ . Для отображения парных сочетаний ключевых слов вводят матрицу инцидентий  $C = \{c_{i,j}, i, j = 1, n\}$ , элементы которой определяются по правилу:

$$c_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{если элементы } (Z_i, Z_j) \in D_k; \\ 0, & \text{если } j = i; \\ 0, & \text{если элементы } (Z_i, Z_j) \notin D_k. \end{cases}$$

Здесь  $D_k \in D$  – подмножество парных сочетаний ключевых слов.

Обязательным этапом автоматического формирования сети переходов является обоснование механизма выявления важных для описания ПрО ключевых фраз и предложений. Поэтому на основании имеющихся данных сформулируем задачу синтеза семантической модели знаний, которая заключается в построении обобщенного функционального графа  $G(P, I)$  по моделям  $P_v, v = 1, m$ , выявленных цепочек ключевых слов.

Пусть семантическая модель предметной области отображается неориентированным графом  $G^*(P, I)$ , где  $P = \{P_v, v = 1, m\}$  – множество вершин укрупненного графа  $G^*$ , представляющих выделенные пары слов, а  $I = \{I_w, w = 1, r\}$  – множество дуг этого графа, представляющих информационные связи между концептами  $P_v, v = 1, m$ . **Требуется** построить граф  $G^0(P, I)$ , который обладает следующим свойством  $G^0 = \bigcup_j G_j$

для определённого набора условий, отражающих требования представительности сетевой модели ПрО.

Для решения задачи 2 можно воспользоваться методом, изложенным в авторской статье [8]. После выбора ключевых слов и значимых предложений текста на основе этих предложений строится ассоциативная сеть, которая является основой для идентификации сети переходов между ключевыми словами для этой группы предложений. Сеть, построенная на всех предложениях корпуса текстов, описывающего предметную область с рангом выше порогового, является сетью переходов между ключевыми словами для всей ПрО.

**3. Задача выявления контекста** [14]. В качестве признакового описания документов, отражающего их тематику, используется набор содержащихся в них слов – *термов*, каждому из которых по определенным правилам присвоен числовой коэффициент – *вес*. При вычислении весов термов учитывается их частота встречаемости

в тексте документа. Порядок термов, как правило, не учитывается. Наиболее распространенный общий подход к вычислению веса терма реализует формула  $TF \cdot IDF$  ( $TF$  – *term frequency*,  $IDF$  – *inversed document frequency*), где  $TF$  – частота встречаемости терма в данном документе,  $IDF$  – величина, обратная частоте встречаемости терма в остальных документах. В размеченных текстах может также учитываться наличие терма в заголовке, выделение терма цветом и т.п. Затем проводится нормализация по ТД так, чтобы сумма квадратов всех весов была равна единице.

Количество слов, выделенных из ТД, обычно велико. Поэтому применяют различные способы уменьшения размерности пространства признаков [4]. Как неинформативные исключаются из рассмотрения слова с наименьшими и наименьшими частотами встречаемости. Все словоформы и некоторые однокоренные слова заменяются одним словом. С этой же целью используется словарь синонимов. В общем случае терм представляет собой не слово (термин), а класс слов, объединенных по общему признаку (корню, значению). Описанный способ извлечения информации из ТД широко используется при решении различных задач, требующих автоматической смысловой обработки текстов [12]. На сегодняшний день для множества предметных областей экспертами разработаны тематические словари, большинство которых состоит не из термов, а из их сочетаний, устойчивых для данной предметной области. При классификации текстов по тематике учитывается эта особенность. При этом обычно устойчивые группы слов рассматриваются как самостоятельные термы.

На практике широко применяется анализ контекста терма без привлечения экспертов.

Анализ контекста термов с последующей заменой элементарных термов характерными группами требует значительных временных затрат, которые можно сократить, если анализировать контекст только наиболее весомых термов и использовать результаты анализа для пересчета весов, отказавшись от «укрупнения» термов.

Пусть тексту документа  $d$  сопоставлен набор термов с их ненормированными весами  $f(d) = ((t_1, w_1), (t_2, w_2), \dots, (t_N, w_N))$ , упорядоченный по убыванию весов. Выберем  $K \leq N$  термов, имеющих наибольшие веса, и определим их новые веса с учетом контекста.

Если для каждой категории  $C_i$  экспертом сформирован список устойчивых сочетаний термов  $S_i = (s_1, s_2, \dots, s_{|S_i|})$ , причем



каждому сочетанию присвоен коэффициент значимости по шкале  $\phi(s_j) \in (0, 1]$ , то можно определить новые веса термов  $w'_k$  с учетом их вхождения в устойчивые сочетания из соответствующих списков.

Положим

$$w'_k = w_k + \sum_{j=1}^{|S_j|} \delta(t_k, s_j) \cdot \phi(s_j),$$

где

$$\delta(t_k, s_j) = \begin{cases} \gamma_j, & \text{если } t_k \text{ входит в } s_j \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

здесь  $\gamma_j$  – количество вхождений  $s_j$  в текст документа  $d$ ,  $k = 1, 2, \dots, K$ .

После пересчета весов выполняется нормализация по документу. Таким образом, вес термина будет тем больше, чем чаще он входит в состав устойчивых сочетаний и чем чаще устойчивые сочетания употребляются в тексте. Без привлечения экспертов контекст наиболее весомых термов можно учесть следующим образом. Положим

$$w'_k = w_k + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^K x_{kj},$$

где  $x_{kj}$  определяет, сколько раз термы  $t_k$  и  $t_j$  встретились в одном контексте,  $k = 1, 2, \dots, K$ . После пересчета весов выполняется нормализация по документу. Таким образом, вес термина будет тем больше, чем чаще он употребляется в одном контексте с другими терминами.

Выбор числа  $K$  зависит от количества термов  $N$  и ресурсов автоматического анализатора. В случае, когда «близость» между терминами трактуется как их совместное вхождение в предложение (или в иной фрагмент, если речь идет о размеченных текстах), изложенный подход можно применять не только к парам термов, но и к тройкам, четверкам и т.д.

**4. Задача аннотирования текстовых документов** [9]. Важной прикладной задачей извлечения информации (IE – Information Extraction) из ТД является их аннотирование. Аннотирование можно трактовать как составление метаданных анализируемых документов. Семантические метаописания создаются с использованием терминологии онтологии предметной области и могут быть разделены на контекстные и контентные метаданные, которые соответственно описывают контексты и контент (содержания) объектов-документов. Известные подходы к аннотированию ТД произвольной тематики и узкой направленности существенно различаются. Наиболее сложны задачи автоматического

извлечения информации из неструктурированных или слабо структурированных ТД, причем трудности реализации процедур IE возрастают по мере расширения тематики исследуемого корпуса документов. В существующих ИИС процедуры извлечения знаний из таких ТД основаны на выявлении в текстах паттернов (словосочетаний, предложений), содержащих определенное ключевое слово (обычно глагол) вместе с сопутствующими словами, выполняющими такие роли, как «субъект», «инструмент», «цель». Одним из условий применения известного подхода для автоматического аннотирования ТД произвольной тематики является их синтаксическая и семантическая корректность. На практике аннотирование выполняется для структурированных ТД конкретной тематики. В первой группе методов, ориентированных на такое аннотирование, используется поиск и выявление в документах часто встречающихся слов, характеризующих конкретные события, ситуации, факты. К таким словам относятся экземпляры концептов, такие как собственные имена (NE – named entities), названия организаций, географических пунктов, даты, адреса и т.п. Во второй группе методов извлечение информации заключается в поиске специфических выражений, характерных для определенных ПрО. Полуавтоматическое аннотирование документов и извлечение нужных данных при этом обычно происходит на основе предварительного обучения системы IE.

**5. Задача распознавания ключевых слов в потоке слитной речи** [12]. В этом случае трудоёмкий процесс ручного формирования сети допустимых переходов между ключевыми словами в заданной ПрО может быть автоматизирован с использованием технологии автоматического построения семантической сети текста на основе корпуса текстов этой предметной области. Семантическая сеть ПрО является здесь одним из способов представления в сетевом виде семантики предметной области (текста). Особенностью автоматического процесса формирования сети переходов является необходимость выявления ключевых слов в заданной ПрО, а также существенно важных для описания ПрО предложений. Предложения, не несущие информации о ПрО, в этом случае отбрасываются. Чем тщательнее будет произведен отбор, тем более корректно будет работать система распознавания речи. После выбора ключевых слов, а также значимых предложений текста на основе этих предложений строится однородная семантическая (ассоциативная) сеть. Далее, эта сеть используется для пре-

имущественного выбора гипотез ключевых слов, которые входят в эту семантическую сеть и находятся на наименьших расстояниях от предыдущего распознанного слова.

В настоящее время накоплен опыт успешного решения задач 1...5 на базе применения разнообразных методов и средств [3, 6, 10, 12, 14].

В задачах смыслового анализа текстовых документов хорошо себя показал латентный семантический анализ (*Latent semantic analysis*) (ЛСА) [15]. В основе метода ЛСА лежат принципы факторного анализа и, в частности, процедура выявления латентных связей изучаемых явлений или объектов. Данный метод положительно себя зарекомендовал при извлечении контекстно-зависимых значений лексических единиц за счёт статистической обработки больших корпусов текстов. Метод ЛСА опирается на линейный алгебраический подход и использует приведение матриц к каноническому виду. Здесь изучается прямоугольная матрица данных с числом столбцов  $n$ , равным числу разных слов, и со строками, которые представляют семантически обособленные фрагменты текста (концепции), представленные предложениями, фразами или синтагмами.

Число повторений слова в «концепциях» характеризует их статистическую значимость и интерпретируется как мера смысла. На столбцах и строках могут быть введены априорные целевые функции (функции интереса) и изучены условия диффузии интереса при движении по матрице. Далее применяется алгебраическая процедура, которая формирует сингулярное разложение прямоугольной матрицы (*Singular value decomposition*). В ходе разложения матрица разбивается оптимальным образом на сумму декартовых произведений векторов строк на векторы слов с весами, равными собственным значениям матрицы. Тем самым в неявной форме решается классическая задача кластеризации в пространстве слов и концепций, что позволяет определить формальные решения для целого ряда типовых задач смыслового анализа. Основные недостатки метода ЛСА заключаются в формально-математическом подходе, в сложности строгой интерпретации численных характеристик, в существенной трудоёмкости вычислений, кубически зависящей от объёма исходного текста. Выделение структурных элементов (СЭ) освобождает текст от случайных (шумовых) вкраплений, однако информация, которую несут СЭ, может быть неактуальной. Это имеет место в случаях, если конкретный СЭ используется в более широких контекстах

или представляет субъективно авторское изложение или типовую фразу (штамп).

В рамках принятой нами информационной концепции смысл каждой фразы, каждого предложения и документа определяется на фоне предыдущего (или объемлющего) текста и измеряется количеством новой информации, которую этот фрагмент несет. Поэтому идеи метода ЛСА могут оказаться продуктивными в вопросах идентификации семантических моделей знаний ПрО.

В работах А.А. Харламова для автоматического смыслового анализа текста предложена технология TextAnalyst, которая позволяет выявить ключевые понятия в их взаимосвязях в тексте, а также ранжировать их по степени их смысловой значимости в данном тексте [12]. В результате исследований строится искомая однородная семантическая (ассоциативная) сеть  $N$  как совокупность несимметричных пар понятий  $\langle c_i, c_j \rangle$ , где  $c_i$  и  $c_j$  – понятия, связанные между собой отношением ассоциативности (совместной встречаемости в некотором фрагменте текста). Ранжирование ключевых понятий, в свою очередь, позволяет ранжировать предложения ТД и выбирать наиболее существенные из них для множества текстов, описывающих ПрО. Такая сеть может быть исходной для построения сети переходов между ключевыми словами в задаче распознавания ключевых слов в потоке слитной речи. В перспективе для более точной идентификации сети переходов за счет разметки ассоциативных связей между ключевыми словами и типами их отношений в предикатных структурах соответствующих предложений может быть создана интегрированная методика анализа на основе статистического и лингвистического подходов к автоматическому смысловому анализу текстов.

В начале XXI века новый импульс к развитию получили методы лингвистического анализа ТД на естественном языке. Классический лингвистический подход к анализу текста предполагает существование нескольких относительно независимых уровней анализа: морфологического, синтаксического и семантического. В настоящее время успешно культивируются логико-лингвистические методы автоматического анализа текстов, которые основываются на эвристических правилах, разработанных экспертами-лингвистами [1, 2, 11]. Используемые при этом механизмы разработки лингвистических ресурсов весьма ресурсозатратны, поскольку для создания автоматических систем необходима разработка модели представления знаний части естественного языка, что требует согласо-

ванных усилий высококвалифицированных лингвистов, системных программистов и аналитиков.

В работах В.Я. Цветкова предложена общая схема семантического анализа ТД [13], заключающаяся в выделении в исследуемом тексте семантических информационных единиц (СИЕ): слово, предложение, фраза – и в последующем изучении их семантического окружения. Совокупности связанных информационных единиц дают возможность оценки морфологической и смысловой сложности языковых конструкций. В отличие от классического системного анализа данный подход допускает разные критерии делимости контента.

Одним из перспективных направлений развития семантического подхода к исследованию ТД, по мнению экспертов, является применение онтологий. Модели знаний в онтологиях выражаются в виде множеств понятий (концептов, сущностей) и отношений между ними [6, 14]. Представление семантики ПрО с использованием онтологического подхода во многих аспектах отвечает концепции создания ИИС извлечения знаний из ТД. Например, аннотирование текстов с применением онтологий позволяет составлять аннотацию из терминов концептов или значений (экземпляров) концептов, найденных в тексте документа. Здесь по-прежнему популярно аннотирование на основе использования NE. Аннотация представляет собой сформированные высказывания, содержащие NE и выраженные в формате RDF [6, 9]. Аннотации представляются в форме онтологий, что позволяет использовать средства онтологического анализа как для самих документов, так и для их аннотаций.

Принципиальное значение для получения положительного результата семантического анализа ТД имеет построение корректной семантической модели ПрО, в которой должны быть интегрированы опыт и специальные знания экспертов с учётом особенностей решаемой задачи. Ядро методики семантического анализа ТД должны составить: семантическая модель ПрО; алгоритмы и процедуры формального представления ТД и экстрагирования в его составе основных СИЕ; алгоритмы и процедуры идентификации модели ассоциативных связей СИЕ в составе каркасной модели текста; алгоритмы и процедуры нечёткой классификации.

### Заключение

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что для решения задач семантического анализа ТД актуальным

является обоснование универсального инструментария, опирающегося на достижения в области компьютерной лингвистики, теоретической информатики и искусственного интеллекта. Методологическим основанием разработки формализованного подхода к анализу семантики ТД могут служить современные результаты филологических исследований в области теории текста [1, 2, 11]. При этом наилучшую перспективу для создания математического обеспечения универсального семантического процессора имеют методы системно-структурной, когнитивной и функционально-прагматической лингвистики, методы нечёткой идентификации и классификации информационных объектов, многоагентная технология и онтологический подход [1, 6, 7, 10].

### Список литературы

1. Алефиренко Н.Ф. Спорные проблемы семантики: монография. – Волгоград: Перемена, 1999. – 274 с.
2. Болотнова Н.С. Филологический анализ текста. Лингвистическая экспертиза. Проведение лингвистических исследований договоров, статей, научных трудов. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Флинта: Наука, 2007. – 520 с.
3. Ваграменко Я.А., Фаньшев Р.Г. Технология интеллектуального анализа текстовой информации в базах знаний образовательной экспертной системы // Педагогическая информатика. – 2011. – № 1. – С. 57–62.
4. Васенин В., Афонин С., Козицын А. Автоматизированный анализ текстовой информации // Информационные технологии. – 2009. – № 7. – С. 56–57.
5. Ермаков А.Е. Извлечение знаний из текста и их обработка: состояние и перспективы // Информационные технологии. – 2009. – № 7. – С. 50–55.
6. Ланин В.В. Применение онтологического подхода и мультиагентной технологии для создания интеллектуальной системы управления документами // Тр. Междунар. науч.-техн. конф. «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем» (OSTIS-2011). – Минск, 2011. – С. 435–442.
7. Надеждин Е.Н. Теоретические аспекты семантического анализа междисциплинарных знаний в интеллектуальных обучающих системах / Е.Н. Надеждин; ФГБОУ ВПО «Тульский государственный педагогический университет имени Л.Н. Толстого». – Тула, 2013. – 18 с.: 4 ил. – Библиогр.: 23 назв. – Русс. – Деп. в ВИНТИ 17.12.2013 г.; № 374-В2013.
8. Надеждин Е.Н. Задача выявления цепочки ключевых слов и предложений при семантическом анализе текста // Научный альманах. – 2015. – № 9 (11). – С. 773–778.
9. Осминин П.Г. Современные подходы к автоматическому реферированию и аннотированию // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Лингвистика. – 2012. – № 25. – С. 134–135.
10. Паутов К.Г., Попов Ф.А. Информационная система анализа и тематической классификации веб-страниц на основе методов машинного обучения // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6.; URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=7680> (дата обращения: 22.12.2016).
11. Тураева З.Я. Лингвистика текста (Текст: Структура и семантика) – Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов. – М.: Просвещение, 1986. – 127 с.
12. Харламов А.А., Ермоленко Т.В. Семантическая сеть предметной области как основа для формирования сети переходов при автоматическом распознавании слитной речи //

Тр. Междунар. науч.-техн. конф. Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем. Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2013): материалы III Междунар. науч.-техн. конф. (Минск, 21–23 февраля 2013 г.). Минск: БГУИР, 2013. – С. 369–374.

13. Цветков В.Я. Семантика информации // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2012. – № 10. – С. 4–7.

14. Шабанов В.И., Андреев А.М. Метод классификации текстовых документов, основанный на полнотекстовом поиске // Труды первого российского семинара по оценке методов информационного поиска. Под ред. И.С. Некрестянова. – СПб.: НИИ Химии СПбГУ, 2003. – С. 52–71.

15. Thomas K., Landauer T., Harshman R. Latent semantic analysis. J. Amer. Soc. of Information Science, 1990. – 41(6).

### References

1. Alefirenko N.F. Spornye problemy semantiki: monografiya. Volgograd: Peremena, 1999. 274 p.

2. Bolotnova N.S. Filologicheskij analiz teksta. Lingvisticheskaja jekspertiza. Pro-vedenie lingvisticheskikh issledovanij dogovorov, statej, nauchnyh trudov. 3-e izd., ispr. i dop. M.: Flinta: Nauka, 2007. 520 p.

3. Vagramenko Ja.A., Fanyshv R.G. Tehnologija intellektualnogo analiza tekstovoj informacii v bazah znanij obrazovatelnoj jekspertnoj sistemy // Pedagogicheskaja informatika. 2011. no. 1. pp. 57–62.

4. Vasenin V., Afonin S., Kozicyn A. Avtomatizirovannyj analiz tekstovoj informacii // Informacionnye tehnologii. 2009. no. 7. pp. 56–57.

5. Ermakov A.E. Izvlechenie znanij iz teksta i ih obpabotka: sostojanie i pepspektivy // In-formacionnye tehnologii. 2009. no. 7. pp. 50–55.

6. Lanin V.V. Primenenie ontologicheskogo podhoda i multiagentnoj tehnologii dlja sozdaniya intellektualnoj sistemy upravlenija dokumentami // Tr. Mezhdunar. nauch.-tehn. konf. «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем» (OSTIS-2011). Минск, 2011. pp. 435–442.

7. Nadezhdin E.N. Teoreticheskie aspekty semanticheskogo analiza mezhdisciplinarnykh znanij v intellektualnykh obuchajushchih sistemah / E.N. Nadezhdin; FGBOU VPO «Tul'skij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet imeni L.N. Tolstogo». Tula, 2013. 18 p.: 4 il. Bibliogr.: 23 nazv. Russ. Dep. v VINITI 17.12.2013 g.; no. 374-V2013.

8. Nadezhdin E.N. Zadacha vyjavlenija cepochki ključevykh slov i predlozhenij pri semanticheskoi analize teksta // Nauchnyj almanah. 2015. no. 9 (11). pp. 773–778.

9. Osminin P.G. Sovremennye podhody k avtomaticheskoi referirovaniju i annotirovaniju // Vestnik Juzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Lingvistika. 2012. no. 25. pp. 134–135.

10. Pautov K.G., Popov F.A. Informacionnaja sistema analiza i tematiceskoi klassifikacii veb-stranic na osnove metodov mashinnogo obuchenija // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2012. no. 6.; URL: <https://www.science-education.ru/article/view?id=7680> (data obrashhenija: 22.12.2016).

11. Turaeva Z.Ja. Lingvistika teksta (Tekst: Struktura i semantika) Ucheb. posobie dlja studentov ped. in-tov. M.: Prosveshhenie, 1986. 127 p.

12. Harlamov A.A., Ermolenko T.V. Semanticheskaja set predmetnoj oblasti kak osnova dlja formirovanija seti perehodov pri avtomaticheskoi raspoznavanii slitnoj rechi // Tr. Mezhdunar. nauch.-tehn. konf. Otkrytye semanticheskie tehnologii projektirovanija intellektualnykh sistem. Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2013): materialy III Mezhdunar. nauch.-tehn. konf. (Minsk, 21–23 fevralja 2013 g.). Минск: BGUIR, 2013. pp. 369–374.

13. Cvetkov V.Ja. Semantika informacii // Distantcionnoe i virtualnoe obuchenie. 2012. no. 10. pp. 4–7.

14. Shabanov V.I., Andreev A.M. Metod klassifikacii tekstovyx dokumentov, osnovannyj na polnotekstovom poiske // Trudy pervogo rossijskogo seminaru po ocenke metodov informacionnogo poiska. Pod red. I.S. Nekrestjanova. SPb.: NII Himii SPbGU, 2003. pp. 52–71.

15. Thomas K., Landauer T., Harshman R. Latent semantic analysis. J. Amer. Soc. of Information Science, 1990. 41(6).

УДК 66.065.2

## СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД СЛОЖНОГО СОСТАВА РЕАГЕНТНЫМ И ГАЛЬВАНОКОАГУЛЯЦИОННЫМ МЕТОДАМИ

Попов В.Г., Тягунова В.Г., Диньмухаметова Л.С.

*ФГБОУ ВПО «Самарский государственный университет путей сообщения», филиал,  
Орск, e-mail: p\_v\_g@bk.ru*

В данной работе приведены результаты очистки промышленных стоков сложного состава от металлов и органических загрязнений с помощью двух методов: гальванохимического и широко используемого на практике реагентного. Очистка сточных вод гальванокоагуляцией с использованием железной стружки и кокса в качестве активной загрузки проводилась в опытах с разной величиной pH и ХПК исходной воды, а также временем ее обработки. Анализ величины ХПК очищенной воды показывает, что удаление органических примесей методом гальванокоагуляции достигается примерно на том же уровне, что при реагентном. Эффективность удаления металлов методом гальванокоагуляции значительно выше, кроме того, данный способ очистки понижает величину pH исходно щелочных стоков. Методом оптической микроскопии исследован гальванокоагуляционный шлам и показано, что он содержит частицы нескольких типов, в том числе магнитные формы соединений железа.

**Ключевые слова:** гальванокоагуляция, гальванопара, реагентная обработка, сточные воды, водоочистка, шлам, органические загрязнения

## COMPARISON OF CHEMICAL AND GALVANO-CHEMICAL TECHNIQUES FOR THE INDUSTRIAL COMPLEX WASTEWATER TREATMENT

Popov V.G., Tyagunova V.G., Dinmukhametova L.S.

*Samara State Transport University, branch, Orsk, e-mail: p\_v\_g@bk.ru*

This paper presents the results of treatment for the removal of metals and organic pollutants from industrial wastewater via two methods: galvanochemical technique and chemical treatment. Wastewater treatment by galvanochemical technique using iron filings and coke as galvanic couple was performed in experiments with different pH and COD value of water, as well as the time of treatment. Analysis COD value of treated water indicates that the removal of organic pollutants by galvanochemical technique achieved at approximately the same level as that for the chemical. Metal removal efficiency is much higher in the case of the galvanochemical method, moreover, this method reduces the pH value of initially alkaline waste. Optical microscopy was used to study the sludge, which is formed by galvanochemical treatment. It was found that it contains several types of particles, including magnetic form of iron compounds.

**Keywords:** galvanochemical treatment, galvanic couple, chemical treatment, wastewater, water purification, sludge, organic pollutants

На сегодняшний день большинство предприятий использует устаревшие технологии очистки производственных сточных вод с использованием реагентов, что не отвечает возрастающим требованиям по глубине изъятия загрязнений и утилизации образующихся осадков. Отмечается тенденция поступления в сточные воды промышленных предприятий трудноокисляемых органических соединений, изъятие которых не может быть реализовано в промышленности даже универсальным биологическим методом ввиду малых скоростей их разложения микроорганизмами. Результатом недостаточно эффективной очистки сточных вод является антропогенное загрязнение окружающей природной среды.

В этом плане практический и научный интерес представляет гальванокоагуляция – процесс очистки сточных вод, не требующий использования химических реа-

гентов, отходом которого являются осадки природной структуры на основе соединений железа [4, 6]. Суть метода заключается в пропускании загрязненных вод через гальванокоагулятор, содержащий активную загрузку в виде смеси анодной и катодной составляющей, в частности железной стружки и кокса. При переменном контакте гальванопар вследствие вращения коагулятора происходит растворение железной стружки и образуется ферропульпа, которая обладает сорбционными и ионообменными свойствами, а также является эффективным коагулянтот для органических примесей.

Следует отметить, что первоначально гальванокоагуляция рассматривалась и находила практическое применение на конкретных промышленных предприятиях в основном для очистки сточных вод от металлов [4]. Однако в последнее время процесс гальванокоагуляции все больше инте-

ресует исследователей, в том числе и для очистки сточных вод от органических загрязнений [3], особенно в сочетании с другими методами, наиболее перспективным из которых считается метод окисления органических загрязнений активными кислородными радикалами [1, 5].

Анализ публикаций показывает, что большинство исследований по очистке от органических веществ методом гальванокоагуляции проводилось на искусственных растворах содержащих, как правило, один вид загрязнителя. Вывод же об эффективности этого метода в отношении стоков, характеризующихся сложным солевым фоном и содержащих не только органические вещества, но и другие загрязнители, может быть сделан при условии проведения исследований на реальных стоках. Целью данной работы было исследование возможности удаления из реальных промышленных стоков сложного состава органических загрязнений методом гальванокоагуляции и сравнение эффективности этого способа очистки и реагентного.

### Материалы и методы исследования

*Характеристика сточных вод.* Отличительной особенностью испытуемых сточных вод одного из промышленных предприятий Оренбургской области является их комплексный характер и сложный химический состав. Сточные воды отличаются непостоянством состава и образуются при смешивании отработанных эмульсий, масел, смазок, отработанных растворов ванн линии подготовки поверхности, стоков испытательных стендов и т.д. В состав стоков входят ионы тяжелых металлов, нефтепродукты, фосфаты, хлориды, поверхностно-активные вещества и т.д. Визуально исходная сточная вода – мутная, белого цвета жидкость.

*Реагентный метод очистки сточных вод.* Процедура реагентного способа очистки заключается в последовательном добавлении в сточные воды сначала раствора хлорного железа (из расчета 1 л раствора на 1 м<sup>3</sup> стоков), затем известкового молока (40 л на 1 м<sup>3</sup> стоков). Очищенные стоки представляют собой прозрачный бесцветный фильтрат, содержащий остаточные органические примеси в растворенном состоянии.

*Описание гальванокоагуляционной установки.* Исследования проводили на модульной установке на основе гальванокоагулятора барабанного типа, выполненного из стали. Диаметр коагулятора 426 мм, длина 1625 мм. Количество внутренних горизонтальных полок – 12. Скорость вращения барабана – 5 об/мин. Аппарат загружается стальной стружкой и коксом в массовом соотношении 4:1, общая масса загрузки 20 кг. Рабочий объем *V*, ограниченный нижней отметкой сливного отверстия, равен 43 л.

Время пребывания воды в коагуляторе *t* определяется по формуле

$$t = \frac{V}{q},$$

где *q* – объемный расход исходной сточной воды.

Поступление сточной воды из специального резервуара в гальванокоагулятор обеспечивалось насосом и контролировалось ротаметром, регулировка расхода осуществлялась краном. Отличительной методологической особенностью данного исследования являются значительные габариты испытательной установки и проточный режим ее работы, что в достаточной степени приближает условия испытаний к промышленным условиям.

Экспериментальные методы исследования. Суммарное содержание органических веществ в исходной и очищенной воде оценивали путем определения химического потребления кислорода (ХПК) ускоренным методом. Эффективность очистки сточных вод разными методами от органических загрязнений определяли по величине относительного изменения ХПК в соответствии с формулой

$$\eta = \frac{\text{ХПК}_1 - \text{ХПК}_2}{\text{ХПК}_1} \cdot 100\%,$$

где  $\text{ХПК}_1$  – величина ХПК исходной сточной воды;  $\text{ХПК}_2$  – величина ХПК сточной воды после очистки.

Величину рН воды определяли на рН-метре рН 3210. Исследование осадка методом оптической микроскопии производили на микроскопе МБИ-1, оснащенный цифровой камерой.

### Результаты исследования и их обсуждение

Промышленные сточные воды, используемые в данной работе, характеризуются непостоянством физико-химических характеристик в силу специфики стокообразования и стокоотведения. Данное обстоятельство позволяет оценить эффективность очистки при различных условиях. Экспериментальные исследования были проведены в виде серии четырех опытов с разными физико-химическими характеристиками исходной сточной воды (рН и величина ХПК) и условиями гальванокоагуляции (время пребывания воды в гальванокоагуляторе). Результаты исследований приведены в табл. 1.

Важной негативной особенностью очистки сточных вод реагентной обработкой является значительное повышение рН воды вследствие известкования. Такой результат наблюдается для всех опытов независимо от физико-химических свойств исходных стоков. Как известно из литературных источников, очистка методом гальванокоагуляции обладает тем преимуществом, что значение рН воды в результате обработки стремится к нейтральному значению. Результаты данных исследований подтверждают эту закономерность. Так, во II и III опыте после очистки методом гальванокоагуляции наблюдается некоторое снижение рН воды.

Как видно из данных табл. 1, относительное снижение величины ХПК в воде, очищенной реагентным способом, состав-

ляет 28,5, 41,6 и 34,7% в I, II и III опыте соответственно. Для очистки методом гальванокоагуляции аналогичный показатель составляет 26,4, 22,6 и 40%. Сравнение значений ХПК очищенной воды и эффективности очистки в I и III опытах позволяет сделать вывод о том, что оба метода дают сравнимые результаты по извлечению органических веществ из сточных вод. Значительно отличается эффективность очистки во II опыте: 41,6 и 22,6% для реагентного и гальванокоагуляционного методов соответственно. Было сделано предположение, что причиной низкой эффективности очистки методом гальванокоагуляции в данном случае является высокое значение pH исходных стоков. Это предположение было подтверждено путем проведения гальванокоагуляции данных исходных сточных вод, величина pH которых была скорректирована до 8,6 подкислением разбавленной серной кислотой. Обработанная таким образом вода имеет более низкое значение ХПК равное 914 мг О/л, что соответствует эффективности очистки 39,8%. Данное значение хорошо соответствует эффективности очистки исходных стоков реагентным способом (41,6%). Снижение pH исходной воды приводит и к улучшению фильтрационных свойств воды после гальванокоагуляции. Так, если во II серии опытов вода после гальванокоагуляции фильтруется плохо, фильтрат окрашен вследствие того, что через фильтровальную бумагу проникают мелкие частички ферропудры, то гальванокоагуляция исходных стоков после корректировки pH позволяет получить пробу, которая хорошо фильтруется, при этом фильтрат прозрачный.

Таким образом, очистка методом гальванокоагуляции после соответствующей корректировки величины pH сточных вод позволяет добиться извлечения органических загрязнений практически на том же уровне, что и при реагентной обработке.

В обоих случаях вода после фильтрования прозрачная.

Анализ результатов работы гальванокоагулятора в разных режимах позволяет сделать вывод, что длительный контакт сточной воды с загрузкой не приводит к улучшению эффективности очистки стоков от органических загрязнений. Так, при расходе сточной воды 50 л/ч (I опыт) время пребывания воды в коагуляторе составляет 52 мин, при этом эффективность очистки всего 26,4%. Увеличение поступления стоков в III опыте до 150 л/ч (время пребывания 17 мин.) приводит к повышению эффективности до 40%. Для подтверждения вывода был проведен дополнительный, IV эксперимент, показывающий, что возможно и дальнейшее увеличение производительности работы установки. В частности, эффективность очистки 38% была получена даже на сточных водах с высоким ХПК при объемном расходе 200 л/ч (время пребывания 13 мин.).

Длительные наблюдения за работой гальванокоагулятора при различных условиях его работы позволили заметить, что признаком эффективной коагуляции органических загрязнений является насыщенный, темно-коричневый цвет образующейся ферропудры. В этом случае ферропудра хорошо осаждается и образует осадок темного цвета, который затем легко отфильтровывается. Фильтрат – практически прозрачная жидкость. Именно такие наблюдения были в опытах I и III. В случае если ферропудра имеет светлые оттенки, как правило, хорошей степени очистки достигнуть не удастся.

С учетом этих фактов представляет интерес исследовать структуру ферропудры методом оптической микроскопии. На рисунке представлена микрофотография осадка ферропудры, полученной в результате гальванокоагуляционной обработки стоков и их отстаивания.

**Таблица 1**

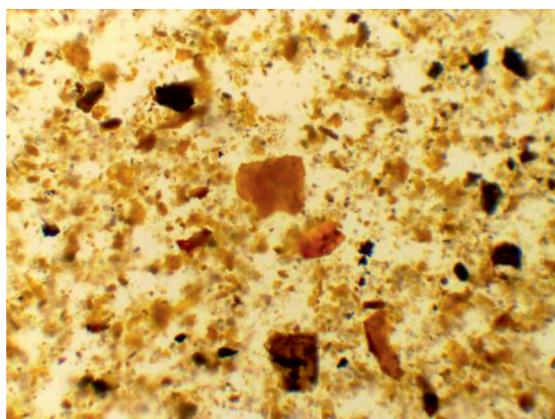
Результаты очистки сточных вод от органических загрязнений реагентной обработкой и методом гальванокоагуляции

Номер опыта	Характеристики сточной воды		Реагентный метод очистки		Гальванокоагуляционный метод очистки		
	pH	ХПК (мг О/л)	pH	ХПК (мг О/л)	расход (л/ч)	ХПК (мг О/л)	pH
I	9,3	2661	11,9	1900	50	1958	–
II	10,7	1520	11,9	887	50	1175	10,3
III	9,3	1584	11,9	1056	150	952	8,8
IV	9,6	4356	–		200	2693	–

Таблица 2

Сравнение эффективности очистки сточных вод от металлов

Металл	Среднее содержание в сточной воде (мг/л)	Содержание в воде после реагентной обработки (мг/л)	Содержание в воде после гальванокоагуляции (мг/л)	Нормативные требования (мг/л)
медь	0,645	0,029	0,009	0,01
железо	6,95	0,9	0,44	0,2



Оптическая микрофотография осажденной ферропульпы

Как видно из рисунка, ферропульпа представляет собой смесь частиц разных форм окисей железа. Сложный фазовый состав шлама, получаемого в результате гальванокоагуляции, хорошо известен по литературным данным [6]. В нашем случае по данным оптической микроскопии визуальны различимы два типа частиц, отличающиеся цветом, причем частицы черного цвета являются магнитными формами оксидов железа – при поднесении магнита к препарату можно наблюдать движение этих частиц. Реакцию частиц гальваношлама на магнитное поле можно наблюдать и для макроскопической пробы воды после гальванокоагуляции – в том месте, куда поднесен постоянный магнит, образуется ступок частиц ферропульпы. Визуально видимые на микрофотографии частицы светлых, оранжево-желтых оттенков реакции на магнитное поле не проявляют.

Наличие магнитных форм оксидов железа, в частности магнетита, важно для эффективной очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов [2]. Считается, что при дополнительной аэрации воды после гальванокоагуляции (2-й этап обработки), катионы металлов внедряются в кристаллическую решетку магнетита, в результате чего образуются ферриты данных металлов. Возможны и другие механизмы. Результаты наших исследований подтверждают эффективность метода гальванокоагуляции для

удаления тяжелых металлов из сточных вод. Данные анализов содержания металлов в очищенной воде приведены в табл. 2.

Анализ данных табл. 2 позволяет заключить, что гальванокоагуляция исходных сточных вод (опыт III) позволяет получить более низкое содержание меди в воде по сравнению с реагентной обработкой, при этом удовлетворяющее нормативным требованиям. По эффективности извлечения железа метод гальванокоагуляции также имеет преимущество по сравнению с реагентным, но уровень нормативных требований в условиях данных экспериментов не достигается. С учетом относительно небольшой разницы, оптимизация условий проведения 2-го этапа обработки должна позволить получить нормативное содержание железа в очищенной воде.

### Выводы

На основании совокупности данных изложенных в этой работе можно сделать следующие выводы:

1. Метод гальванокоагуляции позволяет получить извлечение органических загрязнений из сточных вод сложного состава примерно на том же уровне, что и реагентный метод, при этом не происходит вторичного загрязнения вод анионной частью применяемых реагентов.

2. Для эффективного удаления органических загрязнений методом гальванокоагуляции необходимо подкисление исходных щелочных стоков с целью корректировки величины pH.

3. Метод гальванокоагуляции более эффективно удаляет металлы из сточных вод по сравнению с реагентным.

4. Простое аппаратное оформление, использование в качестве расходных материалов отходов металлообработки, отсутствие вторичного загрязнения делает метод гальванокоагуляции перспективным для очистки сточных вод сложного состава.

### Список литературы

1. Гончарук В.В. Гальванокоагуляция в предочистке дренажных вод свалок твердых бытовых отходов / В.В. Гончарук, М.Н. Балакина, Д.Д. Кучерук, И.Я. Пищай // Химия и технология воды. – 2010. – Т. 32, № 4. – С. 428–437.
2. Ковалева О.В. Комбинированные физико-химические методы обработки техногенных сточных вод:



дис. ... доктора хабилитат химических наук: [специальность] 145.01 Экологическая химия / Ковалева Ольга Викторовна; Акад. наук Молдовы, Ин-т химии. – Кишинэу, 2016. – 242 с.

3. Назаров В.Д. Очистка промышленных стоков от нефтепродуктов и тяжелых металлов/ В.Д. Назаров, К.К. Барикин, С.В. Фурсов// Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. – 2014. – № 3(16). – С. 60–64.

4. Соложенкин П.М. Теоретические аспекты и практическое использование гальванохимического процесса в очистке техногенных вод / П.М. Соложенкин, В.П. Небера, А. Зубулис // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2003. – № 6. – С. 201–205.

5. Хандархаева М.С. Интенсификация процессов гальванохимического окисления токсичных органических загрязнителей: диссертация ... кандидата технических наук: 05.23.04 / Хандархаева Марина Сергеевна; [Место защиты: Иркут. гос. техн. ун-т]. – Улан-Удэ, 2009. – 148 с.

6. Чантурия В.А. Гальванохимические методы очистки техногенных вод. Теория и практика / В.А. Чантурия, П.М. Соложенкин. – Москва: Академкнига, 2005. – 205 с.

### Referenses

1. Goncharuk V.V. Galvanokoagulyatsiya v predochistke drenaznyh vod svalok tverdyh bytovykh othodov / V.V. Gon-

charuk, M.N. Balakina, D.D. Kucheruk, I.Ja. Pishhaj // Himija i tehnologija vody. 2010. T. 32, no. 4. pp. 428–437.

2. Kovaleva O.V. Kombinirovannye fiziko-himicheskie metody obrabotki tehnogennyh stochnyh vod: dis. ... doktora habilitat himicheskikh nauk: [specialnost] 145.01 Jekologicheskaja himija / Kovaleva Olga Viktorovna; Akad. nauk Moldovy, In-t himii. Kishinjeu, 2016. 242 p.

3. Nazarov V.D. Ochistka promyshlennyh stokov ot nefteproduktov i tzhzhelyh metallov/ V.D. Nazarov, K.K. Barykin, S.V. Fursov// Vestnik SGASU. Gradostroitelstvo i arhitektura. 2014. no. 3(16). pp. 60–64.

4. Solozhenkin P.M. Teoreticheskie aspekty i prakticheskoe ispolzovanie galvanohimicheskogo processa v oчитке tehnogennyh vod / P.M. Solozhenkin, V.P. Nebera, A. Zubulis // Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten (nauchno-technicheskij zhurnal). 2003. no. 6. pp. 201–205.

5. Handarhaeva M.S. Intensifikacija processov galvanohimicheskogo okislenija toksichnyh organicheskikh zagrjaznitelej: dissertacija ... kandidata tehniceskikh nauk: 05.23.04 / Handarhaeva Marina Sergeevna; [Mesto zashhity: Irkut. gos. tehn. un-t]. Ulan-Udje, 2009. 148 p.

6. Chanturija V.A. Galvanohimicheskie metody ochistki tehnogennyh vod. Teorija i praktika/ V.A. Chanturija, P.M. Solozhenkin. Moskva: Akademkniga, 2005. 205 p.

УДК 697.132

## АНАЛИЗ РЕЖИМОВ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ НА ОТОПЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Пухкал В.А.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», Санкт-Петербург, e-mail: pva1111@rambler.ru

В работе представлены результаты исследования режимов теплопотребления эксплуатируемого жилого здания. Для исследования принято типовое двенадцатиэтажное семиподъездное жилое здание. Подача теплоносителя на отопление производится от центрального теплового пункта. В центральном тепловом пункте принято качественное регулирование отпуска теплоты. На основании регистрируемых параметров теплоносителя выполнен анализ работы системы теплоснабжения и системы отопления здания. Установлены фактические режимы теплопотребления здания в отопительный период. Отмечены недостатки применяющегося способа регулирования в виде избыточного отпуска теплоты (в период с температурой наружного воздуха выше плюс 5 °С) и недостаточного отпуска теплоты (в период с температурой наружного воздуха ниже минус 3 °С). Предложен метод регулирования теплового потока системы отопления жилых зданий в зависимости от температуры наружного воздуха путем настройки регулятора на поддержание графика расхода теплоты, а не температуры воды.

**Ключевые слова:** жилые здания, отопление, теплопотребление

## THE ANALYSIS OF HEAT CONSUMPTION MODES IN SERVICED RESIDENTIAL BUILDINGS

Pukhkal V.A.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering», Saint-Petersburg, e-mail: pva1111@rambler.ru

The article presents research results of the heat consumption modes in serviced residential building. The standardized twelve-storeys seven-entrances residential building is selected for the research. The heat carrier for heating is passed from central heat supply station. The central heat supply station is using ratio-governed heat supply control. The analysis of heat supply and heating systems' work based on monitored heat carrier parameters is performed. The actual heat consumption operational modes in the heating season are determined. The disadvantages of the current method of regulation by excess heat supply (when outside air temperature is greater than plus 5 °C) and insufficient heat supply (when outside air temperature is lower than minus 3 °C) are identified. The method of heat flow regulation of residential building heating system depending on outside air temperature by regulator adjustment for heat flowrate maintenance instead of water temperature maintenance is proposed.

**Keywords:** residential buildings, heating, heat consumption

В жилых зданиях автоматическое регулирование температуры внутреннего воздуха может производиться в центральном или индивидуальном тепловом пункте. Наиболее распространенным методом является регулирование по возмущению (изменению метеорологических параметров – обычно по температуре наружного воздуха) [5]. В системе регулирования предусматривается обратная связь по температуре теплоносителя, поступающего в здание. В некоторых случаях в качестве обратной связи вводится полусумма температур теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах или только температура теплоносителя в обратном трубопроводе [5].

Для принятия решения о предпочтительном методе регулирования теплопотребления жилых зданий на отопление при теплоснабжении от центрального теплового пункта целесообразно выполнить анализ теплопотребления существующего жилого

здания. В качестве объекта исследования принято двенадцатиэтажное жилое здание, состоящее из 7 типовых блок-секций серии 1ЛГ-504Д (рис. 1):

- пять секций 12БМ-2 (12-этажная Блок-секция Меридиональная, компоновка № 2);
- одна секция 12БМТ-3 (12-этажная Блок-секция Меридиональная Торцевая, компоновка № 3);
- одна секция 12БМТ-4 (12-этажная Блок-секция Меридиональная Торцевая, компоновка № 4).

Проект здания разработан для условий г. Ленинграда. Расчетная температура наружного воздуха – минус 25 °С. Температура отапливаемых помещений –  $t_{в} = 18$  °С. Проектный тепловой поток системы отопления – 2504 кВт.

Коэффициенты теплопередачи ограждений, принятые при разработке проекта:

- наружной стены – 1,186 Вт/(м<sup>2</sup>·°С);
- чердачного перекрытия – 0,989 Вт/(м<sup>2</sup>·°С);

– окон и балконных дверей с раздельно-сближенными переплетами с учетом откосов стены –  $3,14 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ ;

– входных двойных дверей –  $2,675 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ .

Теплоснабжение на отопление осуществляется от центрального теплового пункта (ЦТП) с 4 элеваторными узлами в здании; расчетные параметры теплоносителя в наружных тепловых сетях после ЦТП –  $130\text{--}70^\circ\text{C}$ . На вводе тепловой сети в здание установлен коммерческий прибор учета тепловой энергии и теплоносителя.

Год постройки здания – 1981.

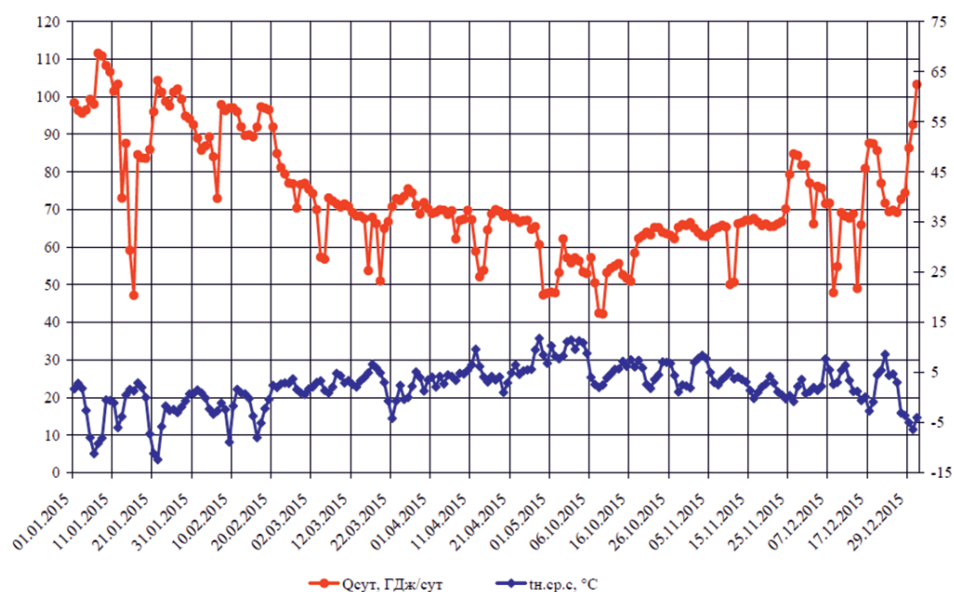
В центральном тепловом пункте принято качественное регулирование отпуска теплоты. Количество потребляемой теплоты регулируется в ЦТП путем изменения температуры теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха. При этом

расход теплоносителя в индивидуальном тепловом пункте каждого потребителя должен оставаться постоянным в течение всего отопительного периода.

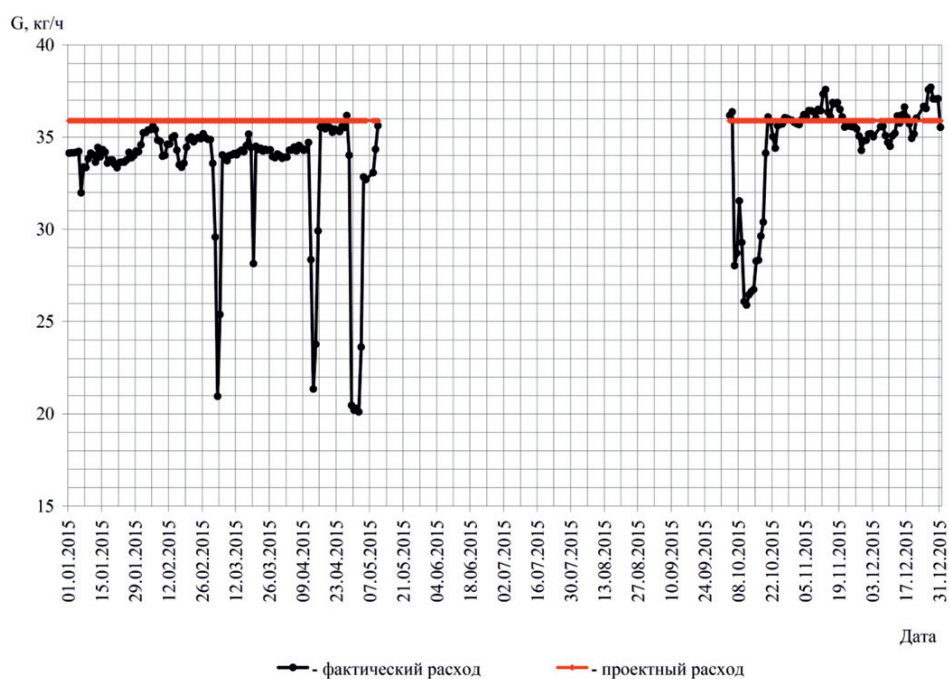
Для анализа приняты данные коммерческого прибора узла учета тепловой энергии (УУТЭ) на отопление за годовой период с 01.01.2015 по 31.12.2015. Сведения о средней суточной температуре воздуха за 2015 г. приняты по наблюдениям метеорологической станции Санкт-Петербург. Суточное теплотребление здания, среднесуточная температура наружного воздуха и расход теплоносителя в тепловой сети на отопление по суткам рассматриваемого периода представлены на рис. 2. На рис. 3 приведена зависимость среднесуточного теплового потока системы отопления от среднесуточной температуры наружного воздуха [1].



*Рис. 1. Общий вид здания*



а)



б)

Рис. 2. Суточное теплотребление здания, среднесуточная температура наружного воздуха (а) и расход теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети (б) по суткам рассматриваемого периода

Поскольку режим теплотребления здания зависит от температурного графика работы тепловой сети (графика подачи теплоты в системы отопления в зависимости от погодных условий), то для сравнения на

рис. 4 представлены зависимости температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети от температуры наружного воздуха для трех случаев:

- расчетный температурный график для жилых зданий без учета тепловыделений в квартирах – по [3, 4];
- температурный график тепловой сети в соответствии с договором на отпуск тепловой энергии;
- фактические значения температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети.

На основании представленных данных можно сделать следующие выводы:

- фактический температурный график тепловой сети не соответствует расчетному температурному графику и температурному графику тепловой сети по договору; соответствие соблюдается только в диапазоне температур наружного воздуха от плюс 5 до минус 3 °С;

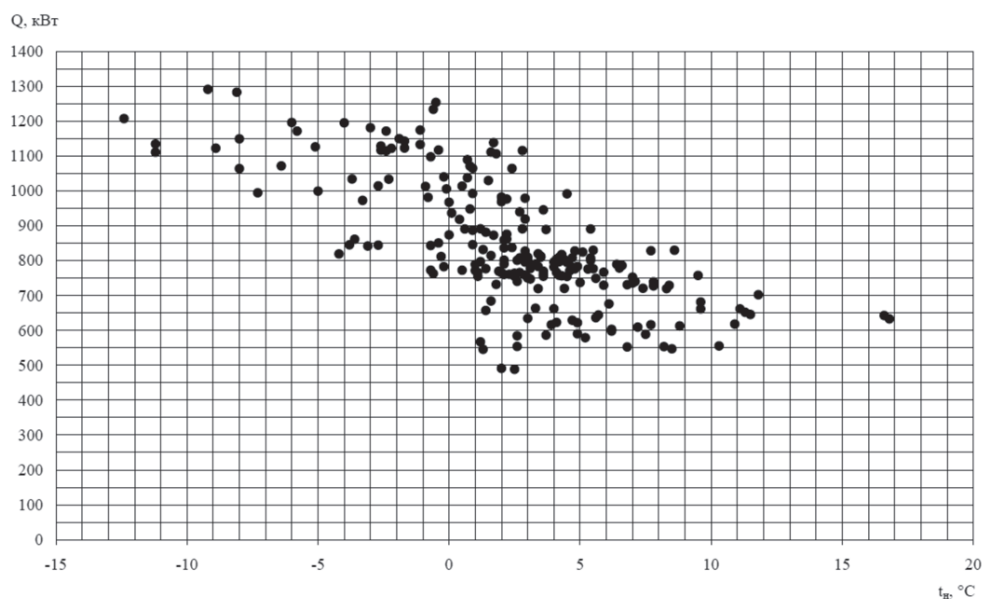


Рис. 3. Среднесуточный тепловой поток системы отопления по данным приборов учета

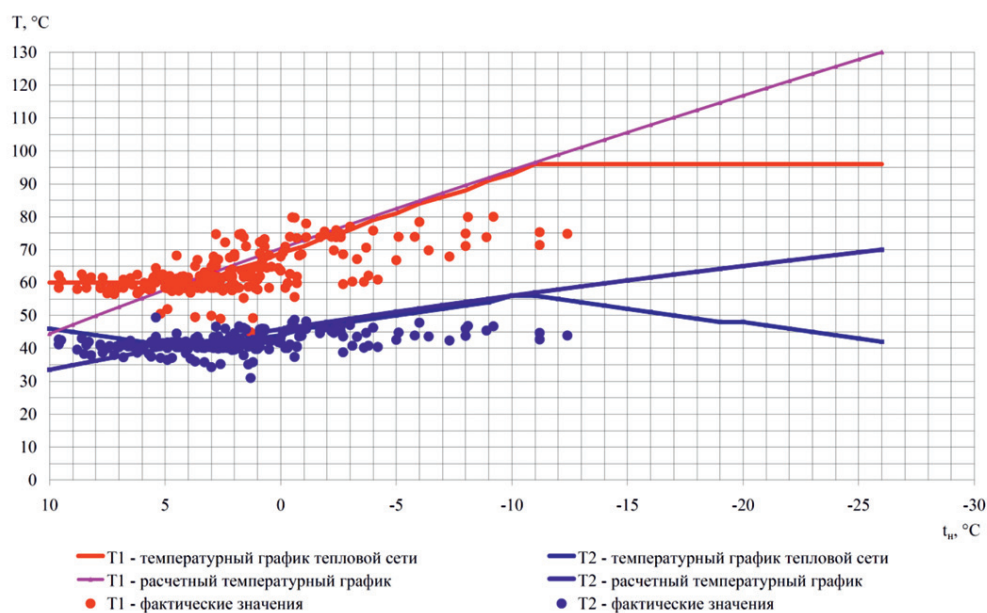


Рис. 4. Температурный график

– в диапазоне температур наружного воздуха от плюс 8 до плюс 5 °С наблюдается «перетоп» – превышение расчетного теплопотребления;

– в диапазоне температур наружного воздуха от минус 3 до минус 26 °С наблюдается «недотоп» – недоотпуск теплоты на отопление;

– расход теплоносителя на отопление в тепловой сети отличается от проектного значения и значительно изменяется в течение отопительного периода; средний расход

теплоносителя 32963 кг/ч на 8,1% меньше проектного значения (35886 кг/ч);

– величина теплопотребления значительно отличается при одних и тех же среднесуточных температурах наружного воздуха; значения теплового потока отличаются в 2 раза;

– целесообразно регулирование теплопотребления выполнять непосредственно в индивидуальном тепловом пункте, а не в ЦТП, вследствие значительного запаздывания.

#### Результаты оценки перерасхода (недоотпуска) теплоты

Номер элеваторного узла	Характеристика систем, присоединенных к элеваторному узлу	Температура теплоносителя			Результаты расчета	
		от ЦТП, $T_1, ^\circ\text{C}$	на выходе из системы отопления, $T_2, ^\circ\text{C}$	на входе в систему отопления, $T_3, ^\circ\text{C}$	Перетоп, %	Недоотпуск теплоты, %
1	1 и 2 подъезды	84	48	70		4,8
2	3 подъезд; 4 подъезд	84	50	71		3,5
3	5 и 6 подъезды:					
	– система отопления	84	40	62		10,6
	– полотенцесушители		49	62		4,1
4	7 подъезд:					
	– система отопления	84	49	72		4,1
	– полотенцесушители		59	72	3,1	
По температурному графику тепловой сети		88	53	71		

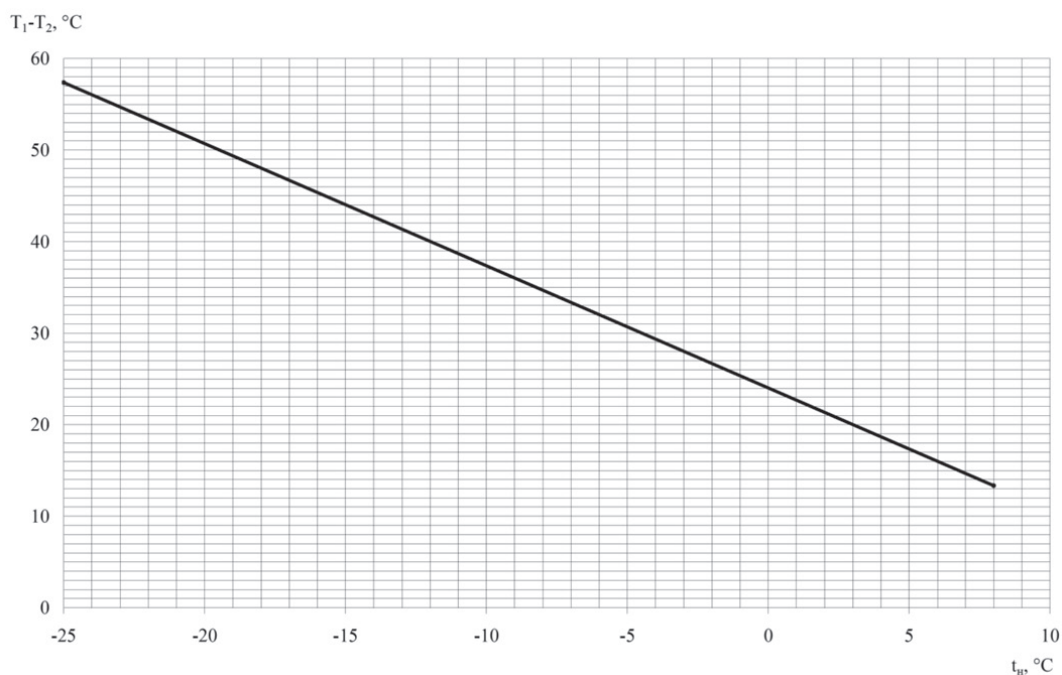


Рис. 5. График подачи теплоты (разности температур теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети) в систему отопления в зависимости от погодных условий

Выполнена оценка недоотпуска (перерасхода) теплоты по отдельным элеваторным узлам в здании при температуре наружного воздуха  $t_n = -8^\circ\text{C}$  в соответствии с методикой [2]. Результаты расчета приведены в таблице.

Наиболее значительный недоотпуск теплоты (10,6%) в системе отопления 5 и 6 подъездов здания (элеваторный узел 3). Для элеваторного узла 3 отмечается также наибольшее несоответствие параметров теплоносителя на входе и на выходе системы отопления по сравнению с температурным графиком:

- по температурному графику –  $T_3/T_2 = 71/53^\circ\text{C}$ ;
- фактически –  $T_3/T_2 = 62/40^\circ\text{C}$ .

Следует обратить внимание на регулирование теплопотребления здания на отопление в период «перетопа» (с температурой наружного воздуха выше плюс  $5^\circ\text{C}$ ). Величина воздухообмена, поддерживаемая в помещениях жилых зданий, имеет только нижнюю границу, и при достаточном отпуске теплоты (что и происходит в данном случае) население, как правило, увеличивает воздухообмен до значений, не вызывающих нарушений теплового комфорта, путем открывания окон или форточек.

Для жилых зданий наиболее целесообразен метод регулирования теплового потока системы отопления в зависимости от температуры наружного воздуха путем настройки регулятора на поддержание графика расхода теплоты, а не температуры воды. Для этого необходимо измерять разность температур теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах при постоянном расходе воды.

График регулирования разности температур теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах, построенный по результатам измерений теплопотребления в диапазоне температур наружного воздуха от плюс 5 до минус  $3^\circ\text{C}$  (при котором не происходило нарушения температурного графика), представлен на рис. 5.

#### Список литературы

1. ГОСТ 31168-2014. Здания жилые. Метод определения удельного потребления тепловой энергии на отопление. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 22 с.
2. Руководящий документ: РД 34.09.455-95. Методические указания по обследованию теплопотребляющих установок закрытых систем теплоснабжения и разработка мероприятий по энергосбережению [Текст]. – Москва: ВТИ, 1996. – 58 с.
3. Свод правил: СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов [Текст]. – Москва: ГУП ЦПП, 2002. – 80 с.
4. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети [Текст] / Е.Я. Соколов. – Москва: Издательство МЭИ, 2001. – 472 с.
5. Чистович С.А. Автоматизированные системы теплофикации, теплоснабжения и отопления [Текст] / С.А. Чистович, В.Б. Харитонов. – СПб: АВОК Северо-Запад, 2008. – 304 с.

#### References

1. GOST 31168-2014. Zdanija zhilye. Metod opredelenija udelnogo potreblenija teplovoj jenerгии na otopenie. Moskva: Standartinform, 2014. 22 p.
2. Rukovodjashhij dokument: RD 34.09.455-95. Metodicheskie ukazanija po obsledovaniju teplopotrebljajushhij ustanovok zakrytyh sistem teplosnabzhenija i razrabotka meroprijatij po jenergoberezeniju [Tekst]. Moskva: VTI, 1996. 58 p.
3. Svod pravil: SP 41-101-95. Proektirovanie teplovyh punktov [Tekst]. Moskva: GUP CPP, 2002. 80 p.
4. Sokolov E.Ja. Teplofikacija i teplovyje seti [Tekst] / E.Ja. Sokolov. Moskva: Izdatelstvo MJeI, 2001. 472 p.
5. Chistovich S.A. Avtomatizirovannye sistemy teplofikacii, teplosnabzhenija i otopenija [Tekst] / S.A. Chistovich, V.B. Haritonov. SPb: AVOK Severo-Zapad, 2008. 304 p.

УДК 691.3

## РАЗРАБОТКА СОСТАВА КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКИ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ СС-ЗТН

**Рахимов М.А., Рахимова Г.М., Хан М.А., Тоимбаева Б.М.**

*Карагандинский государственный технический университет, Караганда, e-mail: han\_maks@mail.ru*

Настоящая статья посвящена разработке состава комплексной добавки полифункционального действия СС-ЗТН. Изучено влияние, оказываемое различными добавками на физические и механические свойства монолитного бетона, установлены влияния внешних факторов на монолитный бетон. Рассмотрены преимущества и недостатки комплексных добавок полифункционального действия. Проанализированы научные работы, посвященные созданию комплексных добавок, сформулированы основные критерии, предъявляемые к компонентам комплексных добавок. Были проведены практические и теоретические эксперименты по созданию комплексной добавки полифункционального действия СС-ЗТН, на основании которых в состав добавки были включены следующие компоненты: гидрофобизатор – мылосток; суперпластификатор – С-3; интенсификатор твердения – тиосульфат натрия. Подобрано оптимальное соотношение компонентов комплексной добавки и установлено индивидуальное влияние каждого компонента на подвижность и прочность бетонной смеси.

**Ключевые слова:** монолитный бетон, комплексная добавка, подвижность, прочность, гидрофобизирующие компоненты

## DEVELOPMENT OF THE INTEGRATED ADDITIVE MULTIFUNCTIONAL ACTION OF SS-3TN

**Rakhimov M.A., Rakhimova G.M., Khan M.A., Toimbaeva B.M.**

*Karaganda State Technical University, Karaganda, e-mail: han\_maks@mail.ru*

This article is dedicated to the development of comprehensive formulation additives of multifunctional action of SS-3TN. Investigated the influence exerted by various additives on the physical and mechanical properties of monolithic concrete, established the influence of external factors on the monolithic concrete. Examined the advantages and disadvantages of complex additives of multifunctional action. Analyzed scientific works devoted to the creation of complex additives, formulated the basic criteria to be met by components of complex additives. Were conducted theoretical and practical experiments to create complex additives of multifunctional action of SS-3TN, based on which of the following additive components are included: water repellent – soapstock; superplasticiser – S-3; intensifier hardening – sodium thiosulfate. Choose the optimal ratio of components of complex additives and established an individual effect of each component on the mobility and strength of the concrete mix.

**Keywords:** monolithic concrete, complex additive, mobility, strength, water-repellent components

Основными конструктивными материалами современного капитального строительства являются бетон и железобетон, эффективность и качество которых неуклонно повышаются. Наилучшим способом улучшения свойств монолитного бетона является применение комплексных добавок. Это позволяет предположить, что химические добавки в современных условиях строительства становятся неотъемлемой составной частью бетонов [1]. В последнее время все больше стали применять полифункциональные модификаторы (ПФМ), которые содержат суперпластификатор и замедлитель схватывания. Разработка новых химических добавок, в частности суперпластификаторов, гидрофобно-пластифицирующих и различных полифункциональных комплексных добавок на их основе способствовала поднятию технологии монолитного бетонирования на новую ступень. Решение поставленных задач, связанных с разработкой комплексной добавки полифункционального действия, предполагает проведе-

ние анализа и сравнения эффекта действия известных добавок и разработанной добавки на бетонную смесь и монолитный бетон.

Проведенные исследования показали, что структура бетона не является постоянной и меняется как в результате физико-механических процессов, так и от воздействия внешней среды [1, 2]; твердение бетона в естественных условиях во взаимодействии с окружающей средой – сложный и противоречивый процесс, в котором упрочнение и разупрочнение материала протекает параллельно, накладываясь друг на друга.

Получение более полной информации о процессах происходящих в бетоне происходит путем проведения различных исследований как самого бетона, так и внешних факторов, действующих на него. Так при строительстве фундаментов на бетон, уложенный в конструкции, воздействие оказывает переменный уровень грунтовых вод, насыщенных различными минеральными солями. Ранний контакт свежееуложенного



бетона с растворами солей приводит к тому, что в процессе твердения происходит его растрескивание и последующее разрушение.

Действие внешней среды на бетон, твердеющий в таких условиях, по характеру можно отнести к коррозионным, поскольку диффундирование вовнутрь бетона различных веществ будет неоднозначно, как по интенсивности действия, так и по продолжительности.

Обеспечить защиту бетона в такой среде очень трудно. Во-первых, нужно защищать бетонную смесь с момента укладки до момента затвердевания. Во-вторых, возможно использовать только те добавки, применение которых в комплексе не ухудшает свойств бетона.

Ряд авторов [3, 4] отмечают, что путем гидрофобизации бетона можно повысить его защитные свойства по отношению к действию растворов различных солей. Это обстоятельство послужило решающим фактором в выборе гидрофобизатора в качестве основного модификатора свойств монолитного бетона, повышающего его солестойкость. При этом учитывалось, что применение гидрофобизатора вызывает полифункциональный эффект в модифицированном бетоне. Например, повышается связность бетонной смеси, улучшаются адгезионные свойства, снижается водоотделение; в бетоне регулируется равномерное распределение пор, снижается капиллярный подсос и водопоглощение, повышается его прочность и морозостойкость.

Применение гидрофобизирующих добавок приводит к появлению отрицательных свойств у бетонной смеси и бетона. В бетоне наблюдается снижение прочности при повышении дозировки добавки, когда требуется обеспечить усиление защитного эффекта. Еще один недостаток проявляется в слабом пластифицирующем действии и в замедленном твердении бетонной смеси [1, 4, 5].

Важным шагом в химической технологии бетона явилась разработка комплексных добавок, включающих в свой состав гидрофобизатор и пластификатор. К ним можно отнести такие добавки, как комплексная органическая добавка (КОД), битумная металлоорганическая дисперсия (БМД), названные по основному эффекту действия гидрофобно-пластифицирующими.

Недостатками гидрофобно-пластифицирующих добавок являются замедленные сроки схватывания и темп роста прочности бетона, кроме того, бетонная смесь обладает недостаточно высокой подвижностью. Дальнейшее совершенствование таких добавок осуществлялось путем введения в их состав дополнительных компонентов, ко-

торые позволяют значительно сокращать негативное действие на бетон. В качестве дополнительных компонентов в состав гидрофобно-пластифицирующих добавок наиболее часто включают различные соли неорганических кислот: нитрит натрия, нитрит-нитрат-хлорид кальция, сульфаты и карбонаты щелочных металлов и др. [5]. Одним из эффектов, который удается реализовать таким образом, является взаимное усиление действия компонентов на различные физико-технические свойства бетонной смеси и бетона (эффект синергизма).

Анализ научных исследований, посвященных созданию комплексных добавок полифункционального действия смесевых типов, позволил сформулировать основные критерии выбора компонентов в состав добавки для монолитного бетона, это:

- высокая индивидуальная эффективность в бетонной смеси и бетоне;
- совместимость компонентов в составе добавки;
- технологическая возможность получения комплексной добавки в различной отпускной форме (порошки, гранулы, брикеты);
- соответствие свойств модифицированного добавкой монолитного бетона предъявляемым требованиям;
- получаемая добавка должна соответствовать санитарным нормам.

Принимая во внимание требования, предъявляемые к монолитному бетону, наилучшим решением будет использование следующих компонентов: гидрофобизатор – соапсток, пластификатор – суперпластификатор С-3 и ускоритель твердения – тиосульфат натрия. Для получения добавок в виде порошков или гранул дополнительно применяют золу-унос сухого отбора [6].

Важным свойством соапстоков является их способность к высыханию с течением времени и образованию на поверхности тонких пленок. Адсорбируясь на активных центрах гидратирующей системы, они препятствуют кристаллизации на ее поверхности других солей.

Наиболее изученным, получившим широкое распространение суперпластификатором, в настоящее время является суперпластификатор С-3, полученный на нафталиноформальдегидной основе. В отличие от технических лингосульфатов (ЛСТ) и добавок на основе конденсации карбоновых кислот нафталиноформальдегидные соединения не замедляют твердения в ранние сроки, позволяют сократить на 20...30% количество воды затворения. Кроме того, значительное сокращение В/Ц приводит к более интенсивному твердению бетонов на шлакопортландцементе, что

позволяет широко применять их в монолитном строительстве. В состав комплексной добавки полифункционального действия был отобран суперпластификатор С-3, являющийся эффективным разжижителем бетонных смесей [7, 8].

Негативное влияние гидрофобизатора на начальные сроки твердения бетона устраняется путем применения интенсификатора твердения тиосульфата натрия. Данный бесхлоридный ускоритель твердения при дозировках больше 1,5% массы цемента позволяет получить проектную прочность бетона через 1...3 суток [1, 5]. Следует отметить, что тиосульфат натрия оказывает активирующее действие на частицы цемента и способствует повышению его гидравлической активности. Исследования на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) позволили установить, что присутствие в цементном камне тиосульфата натрия приводит к диспергированию шлаковых зерен и образованию с цементными гидратами совместных соединений. Это позволяет получать допол-

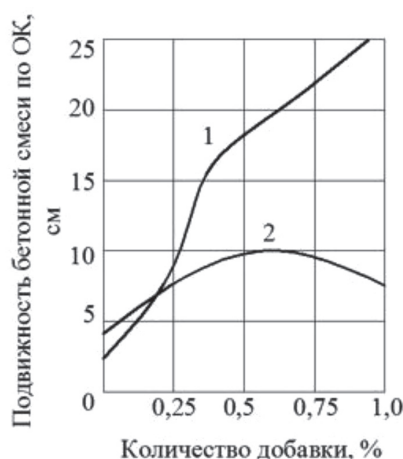
нительный прирост прочности бетона на 15...20% выше проектной.

Таким образом, путем лабораторных и теоретических исследований в состав разрабатываемой добавки (СС-3ТН) для монолитного бетона были отобраны следующие компоненты: пластификатор – суперпластификатор С-3, гидрофобизатор – soapstock растительных масел и ускоритель твердения – тиосульфат натрия. Составы добавок, получаемых в различной отпускной форме, приведены в таблице.

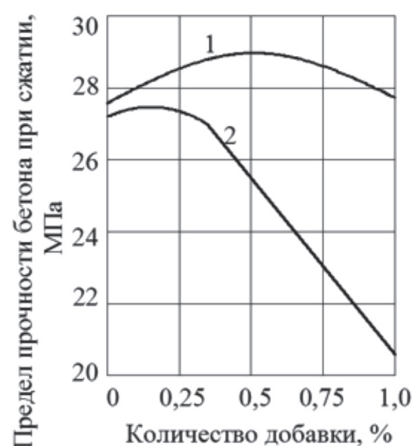
С целью определения оптимального соотношения компонентов были проведены рекогносцировочные опыты на бетонной смеси состава: шлакопортландцемент – 410 кг/м<sup>3</sup>; щебень фракций 5...20 мм – 940 кг/м<sup>3</sup>; песок – 860 кг/м<sup>3</sup>; В/Ц = 0,44. В процессе исследования установлено индивидуальное влияние каждого из компонентов на подвижность бетонной смеси и прочность бетона естественного твердения через 28 суток. Влияние добавок на указанные параметры показано на рис. 1–4.

Составы гидрофобно-пластифицирующих добавок различной отпускной формы

Наименование компонентов	Соотношение компонентов в составах, мас. %		
	жидкий продукт СС-3ТН	мылобрикет МБ-СС-3ТН	гранулы ГД-СС-3ТН
Суперпластификатор С-3	6...14	14...24	1...4
Соапсток растительных масел	2...9	4...14	1...3
Тиосульфат натрия	19...44	69...54	6...12
Зола-унос	–	–	90...79
Вода	73-33	13...8	1...2



а)

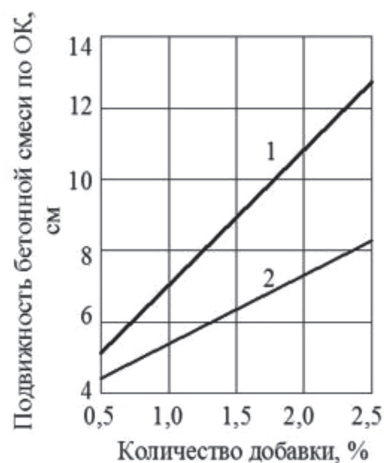


б)

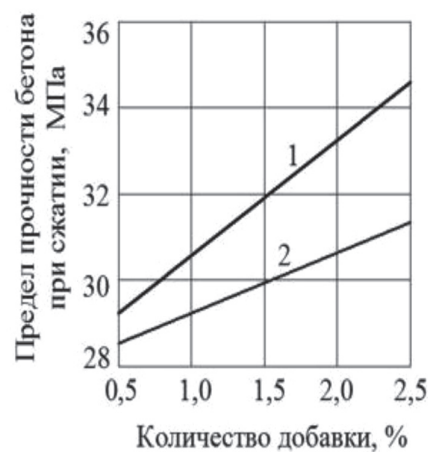
Рис. 1. Влияние дозировки исходных компонентов добавки СС-3ТН:

а) подвижность бетонной смеси; б) прочность бетона;

1 – суперпластификатор С-3; 2 – soapstock



а)



б)

Рис. 2. Влияние дозировки ускорителей твердения: а) подвижность бетонной смеси; б) прочность бетона; 1 – тиосульфат натрия; 2 – сульфат натрия

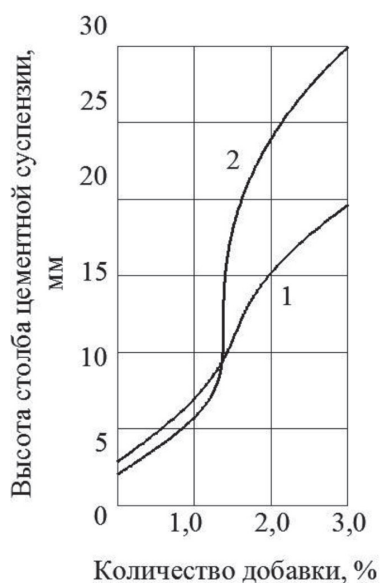


Рис. 3. Влияние дозировки добавки СС-3ТН на подвижность бетонной смеси; 1 – бетонная смесь с С-3; 2 – бетонная смесь с СС-3ТН

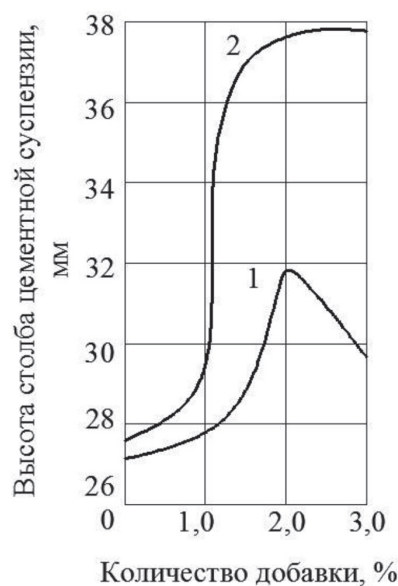


Рис. 4. Влияние дозировки добавок на прочность бетона; 1 – с добавкой С-3; 2 – с добавкой СС-3ТН

Результаты опытов показывают, что оптимальное количество каждого из компонентов распределилось следующим образом: суперпластификатор С-3 (0,5...0,8%), soapсток растительных масел (0,15...0,3%) и тиосульфат натрия

(1...4%) от массы цемента, это свидетельствует о том, что между выбранными компонентами отсутствует конкурирующее действие, однако это можно подтвердить более точно при исследовании их совместности между собой.

## Список литературы

1. Байджанов Д.О. Бетоны с гидрофобизирующими добавками для ремонтно-восстановительных работ и строительства на предприятиях горной металлургии (на примере Карметкомбината): Автореф. канд.техн.наук. – Алматы, 1990. – 16 с.
2. Гузеев Е.А., Вулакова М.Г., Лемыш Л.Л. К вопросу оптимального проектирования железобетонных конструкций для агрессивных сред // Способы повышения коррозионной стойкости бетона и железобетона. – М.: НИИЖБ, 1986. – С. 13–19.
3. Калмагамбетова А.Ш., Аяпбергенова Б.Е., Дивак Л.А., Бакирова Д.Г. Исследование атмосферостойкости огнезащитных вспучивающихся покрытий [Текст] / Калмагамбетова А.Ш. // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 4–3. – С. 571–574.
4. Малышев О.А. Улучшение свойств монолитного бетона пластифицирующе-гидрофобизирующей добавкой С-3ТС: дис.... канд. тех. наук. – Алматы, 1992. – 168 с.
5. Рахимов М.А., Рахимова Г.М., Баландина И.В., Тоимбаева Б.М., Хан М.А. Свойства комплексного органоминерального модификатора типа ОМЭ для технологии бетонов специального назначения [Текст] / Рахимов М.А. // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 8–1. – С. 35–40.
6. Рекомендации по применению полифункциональных модификаторов на основе суперпластификатора С-3 при изготовлении морозостойких бетонов из высокоподвижных и литых бетонных смесей. – М., 1993. – 30 с.
7. Соловьев В.И. Бетоны с гидрофобизирующими добавками. – Алматы: Наука, 1990. – 110 с.
8. Тейлор Х. Химия цемента: учебное пособие. – М.: Мир, 1996. – 560 с. ил. Перевод с англ.

## References

1. Bajdzhanov D.O. Betony s gidrofobizirujushhimi dobavkami dlja remontno-vosstanovitelnyh rabot i stroitelstva na predpriyatijah gornoj metallurgii (na primere Karmetkombinata): Avtoref. kand.tehn.nauk. Almaty, 1990. 16 p.
2. Guzeev E.A., Vulakova M.G., Lemysh L.L. K voprosu optimalnogo proektirovanija zhelezobetonnyh konstrukcij dlja agressivnyh sred // Sposoby povyshenija korrozionnoj stojkosti betona i zhelezobetona. M.: NIIZhB, 1986. pp. 13–19.
3. Kalmagambetova A.Sh., Ajapbergenova B.E., Divak L.A., Bakirova D.G. Issledovanie atmosferostojkosti ognезashhitnyh vspuchivajushhihsja pokrytij [Tekst] / Kalmagambe-tova A.Sh. // Fundamentalnye issledovanija. 2013. no. 4–3. pp. 571–574.
4. Malyshev O.A. Uluchshenie svojstv monolitnogo betona plastificirujushhe-gidrofobizirujushhej dobavkoj S-3TS: dis.... kand. teh. nauk. Almaty, 1992. 168 p.
5. Rahimov M.A., Rahimova G.M., Balandina I.V., Toimbaeva B.M., Han M.A. Svojtva kompleksnogo organomineralnogo modifikatora tipa OMe dlja tehnologii betonov specialnogo naznachenija [Tekst] / Rahimov M.A. // Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimentalnogo obrazovanija. 2015. no. 8–1. pp. 35–40.
6. Rekomendacii po primeneniju polifunkcionalnyh modifikatorov na osnove su-perplastifikatora S-3 pri izgotovlenii morozostojkih betonov iz vysokopodvizhnyh i lityh betonnyh smesej. M., 1993. 30 p.
7. Solovev V.I. Betony s gidrofobizirujushhimi dobavkami. Almaty: Nauka, 1990. 110 p.
8. Tejlor H. Himija cementa: uchebnoe posobie. M.: Mir, 1996. 560 p. il. Perevod s angl.

УДК 004.415.28

**РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ПЛАТФОРМЕ MOODLE****Хамутников В.А., Давыдов А.Н., Самоделов С.К., Макуха Л.В., Сидоров А.Ю.***Сибирский федеральный университет, Красноярск, e-mail: asidorov@sfu-kras.ru*

В статье рассматриваются актуальные проблемы электронных образовательных систем, реализованных на платформе Moodle. Выявлена проблематика, связанная с низкой популярностью подобных систем среди учащихся, а также ограниченностью в использовании материалов, защищенных авторским правом. В качестве решения предложена частичная интеграция Moodle-курсов с двумя социальными сетями – ВКонтакте и Одноклассники – самыми популярными среди российских студентов и школьников. Интеграция реализуется посредством автоматической рассылки текстовой информации из электронных курсов в социальные сети и обратно, осуществляемой описываемым в статье программным обеспечением. Разработанное программное обеспечение содержит базу данных, набор функциональных скриптов, а также административную панель управления – веб-интерфейс. Общий принцип работы заключается в считывании скриптом новостей объявлений и сообщений с форума электронного образовательного курса, помещении считанной информации в базу данных, а затем осуществлении скриптами записи сообщений в соответствующие группы социальных сетей. По аналогии осуществляется трансляция из групп социальных сетей в образовательные курсы. Предполагается, что внедрение подобного программного обеспечения в университеты и школы будет способствовать популяризации дистанционного обучения, повысит уровень информированности и успеваемость учащихся, а также расширит информационное пространство Moodle-платформы.

**Ключевые слова:** электронная образовательная система, социальные сети, автоматизированная трансляция информации, программное обеспечение

**EXTENSION OF CAPABILITIES OF ELECTRONIC EDUCATIONAL SYSTEMS BASED ON MOODLE PLATFORM****Khamutnikov V.A., Davydov A.N., Samodelov S.K., Makukha L.V., Sidorov A.Yu.***Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: asidorov@sfu-kras.ru*

In this article was made analyzation of problems associated with electronic educational systems based on Moodle platform which are used in Russia. The most important problems are the rare attendance of these educational resources by students and the shortage of media-content which can be uploaded according to copyright law in Russia. As a resolution of these problems authors was suggested to establish the integration of educational system and the most popular social networks among students in Russia. This integration is an automatized information transmission between learning courses and groups in social networks. The information to be transmitted is forum messages, important announcements and updates on the courses. The transmission of this information will be provided by authors' software which is described in details in this article. Supposed that introduction of this software in Russian schools and universities will increase the popularity of educational systems based on Moodle platform and also it will increase the level of education in Russia.

**Keywords:** electronic educational system, social networks, automatized information transfer, software

Анализируя популярность различных электронных образовательных систем, можно заключить, что наиболее широко распространена система Moodle. По данным разработчика, количество зарегистрированных сайтов во всем мире превысило 70000 тысяч, и Россия является одной из стран, в которых активно используют Moodle [7].

Действительно, многие российские школы и вузы конструируют свой образовательный сайт именно на платформе Moodle. Сама платформа представляет из себя веб-приложение, написанное на PHP и распространяемое бесплатно по лицензии GNU GPL, что делает выбор данной платформы экономически выгодным. Сайт на платформе Moodle представляет собой информационный портал, на котором размещено множество электронных курсов

по тем или иным дисциплинам, в которых участникам курсов предлагается изучать лекции, проходить контрольные тесты, участвовать в обсуждениях. В свою очередь, преподаватели могут полностью отслеживать всю активность своих учеников, а также вести журнал оценок и отмечать посещения.

В свою очередь, в современном мире очень большую популярность имеют социальные сети. Ни для кого не секрет, что почти каждый современный человек так или иначе пользовался социальными сетями. Особенно это касается более молодого поколения, которые в большинстве своём являются учащимися различных учебных заведений. По данным исследования Brand Analytics в России месячная аудитория популярных социальных сетей исчисляется десятками миллионов (рис. 1) [5].

## АУДИТОРИЯ ЗА МЕСЯЦ, ТЫС. ЧЕЛОВЕК

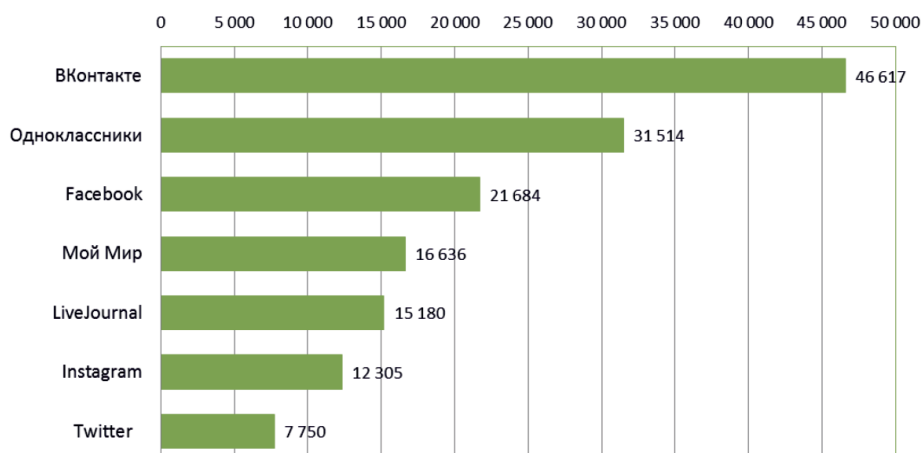


Рис. 1. Месячная аудитория популярных соцсетей

### ВКОНТАКТЕ

**ЕЖЕМЕСЯЧНАЯ АУДИТОРИЯ\***  
(количество человек, зашедших на сайт хотя бы 1 раз за месяц)

**46 617 000**

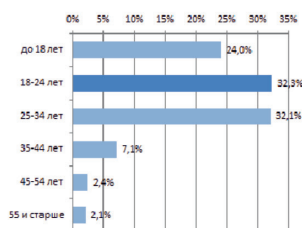
**АКТИВНЫХ АВТОРОВ\*\***  
(хотя бы 1 публичное сообщение за месяц)

**18 798 900**

**ПОЛ АВТОРОВ\*\***



**ВОЗРАСТ АВТОРОВ\*\***  
(возраст указан у 32,7% авторов)



### ОДНОКЛАССНИКИ

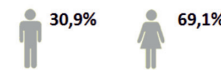
**ЕЖЕМЕСЯЧНАЯ АУДИТОРИЯ\***  
(количество человек, зашедших на сайт хотя бы 1 раз за месяц)

**31 514 000**

**АКТИВНЫХ АВТОРОВ\*\***  
(хотя бы 1 публичное сообщение за месяц)

**1 120 200**

**ПОЛ АВТОРОВ\*\***



**ВОЗРАСТ АВТОРОВ\*\***  
(возраст указан у 64,7% авторов)

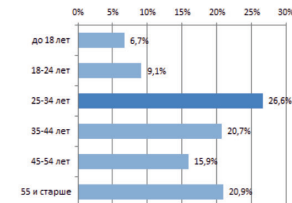


Рис. 2. Подробная статистика популярных соцсетей

Более подробная статистика по двум самым популярным социальным сетям России представлена на рис. 2.

Социальные сети, как и электронные образовательные системы, являются продуктами так называемого Веб 2.0 – этапа развития сети Интернет, при котором пользователи самостоятельно заполняют веб-сайты контентом, а разработчики предоставляют лишь сервис [8]. На сегодняшний день развитые социальные сети обладают мощной сетевой инфраструктурой, имеют дата-центры, хранящие огромное количество цифровой информации, которая накапливалась пользователями несколько лет и продолжает накапливаться ежедневно. Когда образовательное учреждение создает свой веб-ресурс, его непременно придется заполнять различными электронны-

ми материалами, однако образовательные ресурсы, ввиду ограниченной аудитории, в меньшей степени способны следовать концепции Веб 2.0, чем социальные сети.

Также при заполнении контентом образовательного портала нередко возникают сложности, связанные с копирайтом. Не каждый электронный носитель информации можно просто взять и добавить в электронный ресурс учебного учреждения, по причине тех или иных аспектов авторского права. Однако в социальных сетях множество контента размещают непосредственно правообладатели. Согласно политике ВКонтакте, п. 7.1.3 гласит, что «Пользователь, размещая на Сайте принадлежащий ему на законных основаниях Контент, предоставляет другим пользователям неисключительное право на его использование исключи-

тельно в рамках предоставляемого Сайтом функционала, путем просмотра, воспроизведения (в том числе копирования) и иные права исключительно с целью личного некоммерческого использования, кроме случаев, когда такое использование причиняет или может причинить вред охраняемым законом интересам правообладателя» [2]. Подобной политики также придерживается вторая по популярности в России социальная сеть – Одноклассники [1]. Таким образом, возможно полноправно использовать медиа-контент, размещенный в социальных сетях Одноклассники и ВКонтакте.

Если рассматривать активность пользователей в социальных сетях, времяпрепровождение основной массы носит развлекательный характер. Также высокая популярность социальных сетей может оказывать негативное влияние на учебный процесс. Например, студенты, проводя много времени в социальных сетях, могут забыть вовремя посетить образовательный портал своего университета и пропустят важную информацию от преподавателя или опоздают с прохождением контрольного теста.

Резюмируя, можно выделить следующую проблематику:

- Социальные сети, будучи мощной информационной площадкой с внушительным охватом аудитории, используются большинством пользователей в качестве развлекательного веб-ресурса, однако потенциал социальных сетей также может

быть сориентирован на другие, например, образовательные цели.

- Изначально большая база медиаконтента – то чего не хватает электронным образовательным системам, для того чтобы повысить эффективность данного инструмента;

- Учащиеся, проводящие много времени на развлекательных ресурсах, отвлечены от деятельности, связанной с дистанционным обучением, а также не имеют устойчивой связи со своими учителями и преподавателями.

Предлагается решение описанных выше проблем, которое заключается в частичной интеграции образовательных порталов, построенных на распространённой в России платформе Moodle с популярными социальными сетями – ВКонтакте и Одноклассники. Концепция интеграции заключается в зеркальном отображении Moodle-курсов в виде групп в социальных сетях, а также автоматизированном переносе информации из образовательного ресурса в социальные сети и наоборот. То есть участники того или иного электронного образовательного курса, будучи членами группы в одной или обеих социальных сетях, могут использовать дополнительный обучающий контент, опубликованный на стене группы, а также вести общение между собой или с преподавателем. Публикуемые в группе сообщения будут транслироваться в форум курса и наоборот. Наглядная схема пересылки информации представлена на рис. 3.

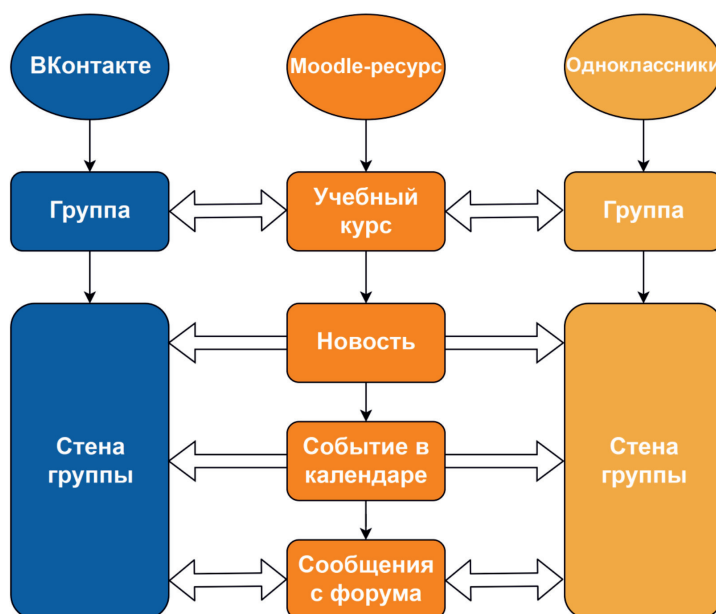


Рис. 3. Схема передачи информации между системами

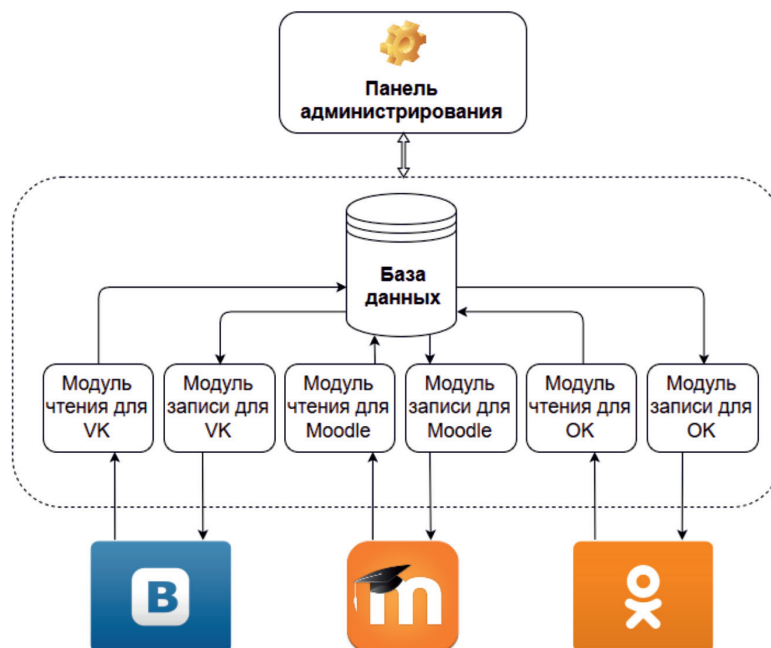


Рис. 4. Структурная схема ПО

В свою очередь, из электронных курсов в группы социальных сетей переносятся события из календаря и важные изменения на курсе, а подписчикам группы данные оповещения будут отображаться в новостной ленте, что позволяет учащимся при посещении своей странички в социальной сети сразу же увидеть важные сообщения с образовательного портала их учебного заведения. Таким образом, пользуясь социальной сетью, студенты и школьники участвуют в образовательном процессе, а также будут в курсе событий, происходящих в электронных курсах.

Данная концепция реализуется посредством разработки автоматизированного транслятора информации (АТИ) с использованием API социальных сетей и Moodle [3, 6, 9]. Каждый из веб-сервисов предлагает разработчику достаточный набор методов, для того, чтобы оперировать практически всей возможной информацией на сайтах. Структура АТИ, представленная на рис. 4, имеет три главных составляющих: базу данных, набор функциональных скриптов и административную панель управления. Количество скриптов обусловлено тем, что на каждый из веб-ресурсов приходится по два скрипта, один из которых работает с ресурсом в режиме чтения, а второй – записи.

Пользователями АТИ являются модераторы электронных курсов, зачастую это учителя и преподаватели, а так как в одном учебном заведении их множество, в данном

программном обеспечении предусмотрена регистрация пользователей.

При проектировании базы данных разработана модель данных, имеющая четыре сущности:

- *Информационная сеть* – базовый элемент, которым будет являться веб-ресурс, участвующий в интеграции. Информацией, хранимой в базе, для данной сущности являются адрес ресурса и месторасположение скриптов, отвечающих за работу с данным ресурсом.

- *Курс* – элемент «информационной сети», хранящий массив информации, включающий название; уникальный идентификатор в пределах одной информационной сети; время запуска скрипта загрузки и выгрузки для синхронизации информации с базой данных; пользователь для прохождения авторизации и доступа к курсу информационной системы.

- *Связь курсов* – сущность, определяющая связь между двумя элементами типа «Курс». Содержит информацию в виде пары «курс-источник» – «курс-получатель». Связь является односторонней, информация будет передаваться из курса-источника в курс-получатель, для создания двусторонней связи необходимо создание двух записей в базе данных.

- *Журнал событий* – сущность, содержащая всю необходимую информацию о событиях, которые происходили в системе.



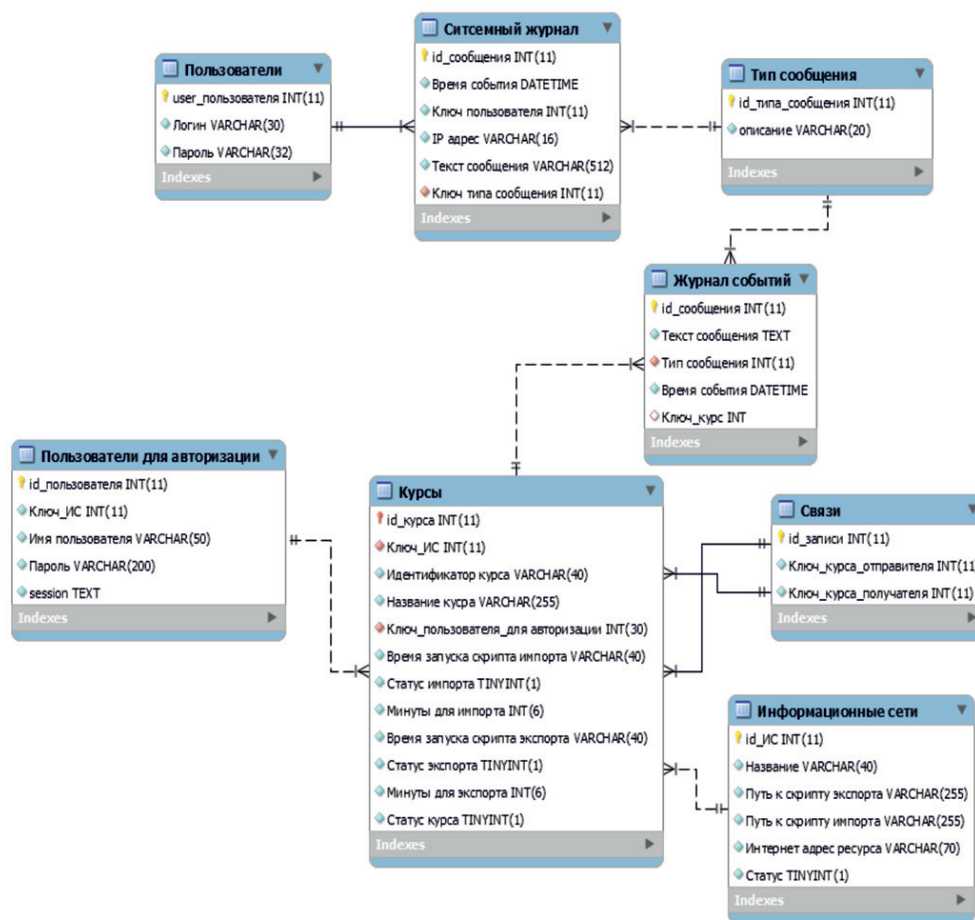


Рис. 5. Модель взаимодействия сущностей в базе данных

Модель взаимодействия сущностей в базе данных представлена на рис. 5.

Реализация базы данных осуществлялась при помощи системы управления базами данных MySQL 5.0 и приложения для администрирования системы управления базами данных phpMyAdmin 3.0.

Административная панель представляет из себя веб-интерфейс, с помощью которого осуществляется управление АТИ. При разработке использовался язык программирования PHP, главными факторами выбора которого являются простота, эффективность, безопасность и гибкость. В качестве веб-сервера был использован Apache, являющийся самым популярным HTTP-сервером в интернете. При реализации графического интерфейса системы использовался язык разметки HTML 5.0, дизайн сайта разрабатывался при помощи таблицы стилей CSS 3.0. Выбор инструментов для верстки основывается на личных предпочтениях и является оптимальным для решения поставленной за-

дачи. Графический интерфейс административной панели представлен на рис. 6.

Для того чтобы использовать API ВКонтакте и Одноклассники, необходимо в каждой из социальных сетей иметь зарегистрированное standalone-приложение, т.к. вызовы методов возможно осуществлять только посредством данного приложения. Сам вызов методов происходит путем отправки на сервер соответствующего запроса, в котором указывается необходимый метод, требуемые аргументы и токен – ключ безопасности, генерируемый сервисом, при прохождении авторизации по протоколу OAuth 2.0. То есть пользователю АТИ перед началом работы необходимо пройти эту авторизацию, а затем сгенерированный токен занести в базу данных. Данная процедура не относится к электронной образовательной системе, т.к. в Moodle дополнительная авторизация не предусмотрена. Токен для доступа к API постоянен и находится в разделе аккаунта «Ключи безопасности».

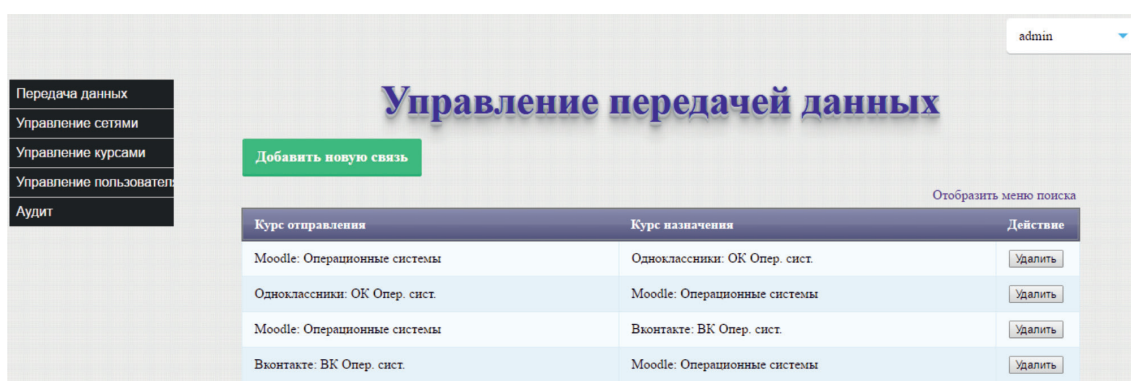


Рис. 6. Графический веб-интерфейс

```

...
#получение token
cursor.execute("""SELECT password FROM all_directions, users_for_courses
                WHERE key_user_log_in = id_users and id_directions = %s"" % id_course)
for row in cursor:
    token = row[0]
#получение id группы
cursor.execute("""SELECT id_social_source FROM all_directions
                WHERE key_social = 9 AND id_directions = %s"" % id_course)
for row in cursor:
    id_group = row[0]
#получения списка сообщений
cursor.execute("""SELECT * FROM `Messages` WHERE Messages.id_course
                IN (Select all_directions.id_directions from all_directions where id_directions
                    IN (SELECT key_from FROM `global_directions` WHERE key_where = '%s')) and id_message
                    NOT IN (SELECT id_message FROM `Messages` WHERE Messages.id_message
                        IN (SELECT key_id_message FROM post_messages WHERE id_course_post = '%s'))"" % (id_course, id_course) )
for row in cursor:
    information.append(row)

for info_mes in information:
    url = 'https://api.vk.com/method/'
    url += 'wall.post'
    url += '?owner_id=-' + id_group
    url += '&from_group=1'
    url += '&message=' + info_mes[1]
    url += '&v=5.37'
    url += '&access_token=' + token

    response = urllib2.urlopen(url)
    data = json.loads(response)

    if "error" in data:
        cursor.execute("INSERT INTO `logs` VALUES (NULL, '%s', '%s', '%s', '%s')" %
                        (id_course, data['error']['error_msg'], time.strftime("%Y-%m-%d %H:%M:%S"), 5))
    else:
        cursor.execute("INSERT INTO `AutoPost`.`post_messages` VALUES (NULL, '%s', '%s', '%s')" %
                        (info_mes[0], id_course, time.strftime("%Y-%m-%d %H:%M:%S")))
        cursor.execute("INSERT INTO `logs` VALUES (NULL, '%s', '%s', '%s', '%s')" %
                        (id_course, "Скрипт опубликовал сообщение.", time.strftime("%Y-%m-%d %H:%M:%S"), 1))
...

```

Рис. 7. Фрагмент кода, осуществляющего формирование GET-запроса для осуществления публикации ВКонтакте новых сообщений методом wall.post

Реализация функциональных скриптов осуществлялась посредством языка программирования Python. Выбор языка Python основывался на минимизации проблем, связанных с совместимостью.

Рассмотрим скрипт, осуществляющий запись сообщений ВКонтакте (рис. 7). Фор-

мируется строка – GET-запрос с методом wall.post, необходимые атрибуты для данного метода добавляются в строку, подгружаясь из базы данных при помощи SQL-запросов. Затем сформированный запрос отправляется на сервер, а полученный ответ заносится в базу данных. Работа каждого из скриптов

схожа, разница заключается в вызываемых методах и необходимых им атрибутах.

Таким образом, общий принцип работы АТИ следующий. В административной панели пользователь настраивает связи, какие ресурсы будут интегрироваться, Moodle-ВКонтакте, Moodle-Одноклассники или оба сразу. В базу данных заносятся идентификаторы интегрируемых электронных курсов и групп в социальных сетях. А также пользователь задает запуск скриптов. Синхронизация новых сообщений осуществляется заданной периодичностью посредством демона cron – стандартного планировщика задач в Linux-системах. Например, сперва запускается скрипт чтения из Moodle-курсов, считывая новые сообщения в заданных курсах и помещая их в базу данных. Затем запускаются скрипты записи в социальные сети, которые ищут в базе данных неопубликованные сообщения и осуществляют их запись в группы социальных сетей. Аналогичные действия происходят при чтении новых сообщений в социальных сетях и публикации их в форум курсов.

Что касается защищенности АТИ, стоит обратить внимание на две составляющие: безопасность токенов доступа и защищенность каналов передачи данных. При генерации токенов в социальных сетях используется принцип минимизации прав доступа. То есть пользователь запрашивает токен исключительно с теми правами, которые необходимы для осуществления необходимых операций, а именно чтение и запись сообщений в группах социальных сетей. Таким образом при компрометации токена злоумышленник не получит возможности навредить аккаунту пользователя социальной сети. Передача данных осуществляется через четыре канала: канал между сервером АТИ и ВКонтакте; канал между сервером АТИ и Одноклассниками; канал между сервером АТИ и электронной образовательной системой; канал между пользователем и сервером АТИ. Защита первых трех обеспечивается механизмами, используемыми на стороне социальных сетей и образовательного портала, а именно на использовании SSL протокола и SSL-сертификатов, подписанных доверенным центром сертификации. Четвертый канал передачи данных также защищен протоколом SSL, однако используемые сертификаты являются самоподписанными.

Разработанная система, успешно прошла этап тестирования и апробацию. В закрытом alpha-тестировании, проходившем в Сибирском федеральном университете, были задействованы три учебные группы и два электронных курса образовательного портала университета, а именно «Операционные

системы» и «Защита в операционных системах» [4]. На основе результатов теста была произведена корректировка кода, а также были внесены изменения в веб-интерфейс с целью повышения удобства пользователя.

Предполагается, что, при внедрении представленной системы в образовательные учреждения, значительно расширятся возможности Moodle-ресурсов, тем самым повысится качество дистанционного обучения в России. В частности, популяризуется Moodle, что привлечет больше внимания независимых разработчиков к данной платформе, которая, как следствие, будет совершенствоваться усилиями сообщества. А также разработанное программное обеспечение призвано повысить уровень успеваемости студентов и школьников, открыв для них новые грани использования социальных сетей и электронного обучения в целом.

### Список литературы

1. Лицензионное соглашение социальной сети «Одноклассники» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ok.ru/regulations> (дата обращения: 20.09.16).
2. Правила пользования Сайтом ВКонтакте [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vk.com/terms> (дата обращения: 20.09.16).
3. Работа с API ВКонтакте [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vk.com/dev/apiusage> (дата обращения: 10.05.16).
4. Система электронного обучения Сибирского федерального университета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.sfu-kras.ru> (дата обращения: 12.10.16).
5. Социальные сети в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blog.br-analytics.ru/socialnye-seti-v-rossii-zima-2015-2016-cifry-trendy-prognozy> (дата обращения: 11.08.16).
6. API Одноклассники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://apiok.ru/> (дата обращения: 10.05.16).
7. Moodle Statistics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://moodle.net/stats> (дата обращения: 11.08.16).
8. O'Reilly T. What Is Web 2.0 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html> (дата обращения: 03.10.16).
9. Web service API functions [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://docs.moodle.org/dev/Web\\_service\\_API\\_functions](https://docs.moodle.org/dev/Web_service_API_functions) (дата обращения: 09.05.16).

### References

1. Licenzionnoe soglashenie socialnoj seti «Odnoklassniki» [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://ok.ru/regulations> (data obrashhenija: 20.09.16).
2. Pravila polzovanija Sajtom VKontakte [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://vk.com/terms> (data obrashhenija: 20.09.16).
3. Rabota s API VKontakte [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://vk.com/dev/apiusage> (data obrashhenija: 10.05.16).
4. Sistema jelektronного obuchenija Sibirskogo federalnogo universiteta [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://e.sfu-kras.ru> (data obrashhenija: 12.10.16).
5. Socialnye seti v Rossii [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://blog.br-analytics.ru/socialnye-seti-v-rossii-zima-2015-2016-cifry-trendy-prognozy> (data obrashhenija: 11.08.16).
6. API Odnoklassniki [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://apiok.ru/> (data obrashhenija: 10.05.16).
7. Moodle Statistics [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://moodle.net/stats> (data obrashhenija: 11.08.16).
8. O'Reilly T. What Is Web 2.0 [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html> (data obrashhenija: 03.10.16).
9. Web service API functions [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [https://docs.moodle.org/dev/Web\\_service\\_API\\_functions](https://docs.moodle.org/dev/Web_service_API_functions) (data obrashhenija: 09.05.16).

УДК 004.932.72:1

## РАСПОЗНАВАНИЕ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ СЛУЧАЙНЫХ РЕШАЮЩИХ ДЕРЕВЬЕВ И ГИСТОГРАММЫ НАПРАВЛЕННЫХ ГРАДИЕНТОВ

Чирышев Ю.В., Атаманова А.С.

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: iurii.chiryshov@mail.ru

В работе изложены результаты исследования проблемы автоматического распознавания круглых лесоматериалов по их фотоизображениям. Данная задача крайне актуальна в деревообрабатывающей отрасли для автоматизированного учета круглых лесоматериалов. В работе выполнен краткий обзор существующих решений по данной тематике, показаны достоинства и недостатки указанных подходов. Предложен метод распознавания бревен на основе гистограммы направленных градиентов, использующий в качестве классификатора алгоритм обучения случайных решающих деревьев. Для оценки качества распознавания приведены результаты исследования детектора при различных параметрах построения дескриптора и классификатора. Экспериментально показано, что оптимальное количество деревьев для задачи распознавания бревен лежит в диапазоне между 64 и 128, а максимальная глубина построения каждого дерева равна 6. Точность предложенного классификатора, обученного с использованием 64 деревьев, составляет 95,4% при величине ложных срабатываний  $10^{-3}$ .

**Ключевые слова:** компьютерное зрение, машинное обучение, гистограмма направленных градиентов, случайный лес, лесоматериалы, деревообрабатывающая промышленность

## ROUND WOOD RECOGNITION USING RANDOM FOREST AND HISTOGRAM OF ORIENTED GRADIENTS

Chiryshov Yu.V., Atamanova A.S.

Ural Federal University n. a. the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, e-mail: iurii.chiryshov@mail.ru

In this article the results of the round wood recognition problem have been stated. This task is a very important in woodworking industry. The paper provides a brief overview of existing solutions of round wood recognition, highs and lows of these approaches are shown. The pattern recognition technique feature for round timber is described. This technique is based on the histogram of oriented gradients (HOG) and random decision forests classifier. Based on the experiments, the optimal number and maximum height of trees for round timber recognition are found. The analysis of results shows that from 64 trees there is no more appreciable difference between the forests using 128 trees or more. Therefore, we used 64 trees with maximum depth equal 6. Experimental results have demonstrated a detection rate as high as 95,4% with a false-positive rate  $10^{-3}$ .

**Keywords:** computer vision, machine learning, histogram of oriented gradients, random forest, timber, wood industry

Одной из важнейших задач в системах учета сырья деревообрабатывающей промышленности является измерение геометрических характеристик лесоматериалов. Особенно актуальна эта задача для определения количества и объема круглых лесоматериалов, уложенных в штабели, поскольку применяемые в настоящее время ручные методы измерения дают погрешность более 15% [8]. Решение этой проблемы возможно благодаря использованию измерительной системы на основе технического зрения, когда положение, форма и размеры бревен определяются специализированным программным обеспечением по их фотоизображениям. Выбор указанного подхода влечет за собой необходимость решения типичной для систем машинного зрения задачи – распознавания образов. Сложность такой задачи состоит в том, что предварительно необходимо обнаружить каждый срез бревна на изображении.

### Обзор существующих решений

Распознаванию срезов бревен на изображениях было посвящено несколько работ [5, 6, 8–10], некоторые из них нашли практическое применение в составе прикладных измерительных систем [8–10]. Предложенные в данных работах методы детектирования можно разделить на две категории. К первой группе относятся методы, основанные на машинном обучении. В [6] авторы предложили итеративную схему детектирования и сегментации, в которой на этапе обнаружения срезов бревен используются дескрипторы особых точек на основе гистограммы направленных градиентов (англ. HOG – histogram of oriented gradients) [2] совместно с признаками Хаара и операторами локальных двоичных шаблонов (англ. LBP – local binary patterns) [13]. В работе [5] для поиска бревен по их ключевым признакам используется метод Виолы – Джонса [14]. Основная его идея

заключается в использовании каскада классификаторов, каждый из которых является комитетом (ансамблем) слабых классификаторов. В качестве признаков для алгоритма распознавания используются прямоугольные признаки Хаара.

Методы второй группы построены по схеме обучения без учителя и используют предположения об известной форме и размерах бревен [4, 9, 10]. В основном эти методы основаны на преобразовании Хафа или его модификациях и применяются для обнаружения срезов бревен на изображении в виде окружностей или эллипсов. К недостаткам таких методов следует отнести невысокую степень автоматизации процесса детектирования, что влияет в конечном счете на объективность результатов измерения. Причинами тому являются хорошо известные недостатки преобразования Хафа:

- чувствительность к геометрическим искажениям объектов и шумам;
- отсутствие априорной информации о размерах объектов на изображении;
- как следствие, вычислительная сложность алгоритма.

Такие ограничения, на наш взгляд, не позволяют в полной мере использовать данные методы и получать высокое качество детектирования для задачи распознавания бревен. Тем не менее авторам одной из таких работ удалось достичь величины средней вероятности обнаружения 95,7% [10].

В условиях данной задачи наиболее перспективными и предпочтительными с точки зрения вычислительной трудоемкости и требованиям к искажениям объектов являются методы, основанные на машинном обучении. Для поиска срезов бревен на изображениях предлагается использовать подход, предложенный в [2], но с некоторыми изменениями. В указанной работе реализован классический HOG-детектор, использующий в качестве классификатора метод опорных векторов

(англ. SVM – support vector machine). Авторами данной работы рассмотрена реализация HOG-детектора с использованием ансамбля решающих деревьев [1] и исследуется зависимость его работы от входных параметров.

### Материалы и методы исследования

Гистограммы направленных градиентов – это метод признакового описания, характеризующего форму объекта. Изначально данный метод был применен для задач обнаружения людей на изображениях, однако последующие исследования показали его эффективность для множества других задач классификации [3, 11].

Реализация признакового описания бревен в данной работе построена по общей схеме описания HOG-дескриптора на основе подсчета количества направлений градиента в ячейках изображения, как изложено в статье [2]. На рис. 1 приведена схема такого разбиения на ячейки и вычисления гистограммы градиентов для задачи детектирования бревен.

Анализ набора из более чем 7000 изображений пачек бревен [7] показал, что характерные особенности изображений подвержены многим факторам, таким как освещение, деформация формы, частичное перекрытие срезов стволов, различный ракурс съемки и масштаб снимков, и требуют применения специальных методов для быстрого вычисления признаков бревен. Чтобы преодолеть указанные ограничения исходных данных, в работе используются следующие решения:

1. Для быстрого вычисления HOG-дескрипторов градиенты входных изображений предварительно были представлены в интегральном виде. Данная техника основана на дискретной теореме Грина и позволяет быстро вычислять гистограммы направленных градиентов в интересующей области (ячейках) изображения за несколько простейших арифметических операций [15], при этом время вычисления не зависит от площади ячеек снимка.

2. Для обеспечения инвариантности к масштабу, HOG-дескрипторы вычисляются в скользящем окне с минимальным шагом на нескольких масштабах исходного изображения. Данное решение позволяет осуществить поиск изображений срезов бревен в широком диапазоне их размеров (радиусов).

3. Неравномерность освещения бревен частично компенсируется за счет повышения контрастности исходного изображения [2].

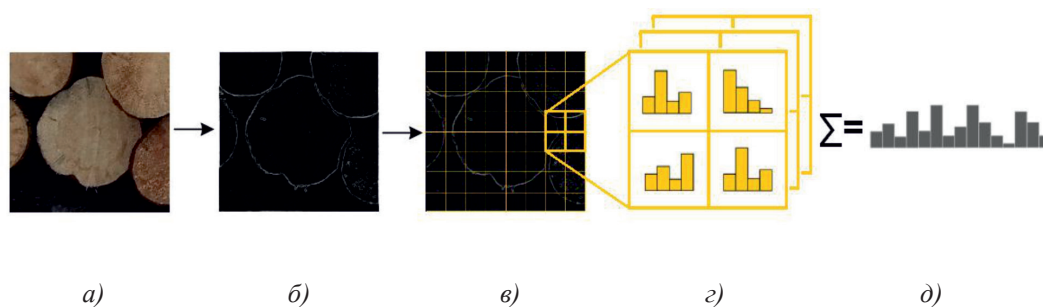


Рис. 1. Схема вычисления HOG-дескрипторов: а) входное изображение; б) градиент входного изображения; в) разбиение изображения на ячейки; г) объединение ячеек в блоки и нормализация векторов признаков; д) объединение нормированных гистограмм блоков в один дескриптор

В качестве классификатора в работе используется алгоритм обучения случайных решающих деревьев (англ. Random Forest) [1]. Основная его идея заключается в построении ансамбля деревьев принятия решений, при этом классификация – отнесение нового объекта к тому или иному классу производится путём голосования: каждое дерево относит классифицируемый объект к одному из классов, и «побеждает» тот класс, за который проголосовало наибольшее количество деревьев. К достоинствам данного метода относятся:

- высокая точность классификации;
- высокая масштабируемость и параллелизуемость;
- способность эффективно обрабатывать данные с большим числом признаков и классов;
- способность оценки важности отдельных признаков.

Существуют и недостатки, такие как:

- алгоритм склонен к переобучению, особенно на зашумленных данных;
- большой размер получающихся моделей.

Для оценивания обобщающей способности классификатора используется k-блочная кросс-проверка [12], когда вся выборка данных случайным

образом разбивается на k непересекающихся блоков одинакового размера. Каждый блок по очереди становится тестовой выборкой, при этом обучение производится по остальным k-1 блокам. Результатом такого тестирования является средняя ошибка на контрольной выборке данных. Данный метод дает несмещенную оценку вероятности ошибки, а значит, позволяет обнаружить переобучение классификатора.

### Результаты исследования и их обсуждение

Для оценки предложенных решений был проведен ряд экспериментов, призванных оценить качество классификации на реальных данных при различных параметрах построения HOG-дескриптора и классификатора. В качестве тестовых данных использовались 11068 размеченных изображений с 4632 «положительными» снимками бревен и 6436 изображений с «отрицательными» образцами. Примеры изображений обучающей выборки приведены на рис. 2.



Рис. 2. Примеры изображений из обучающей выборки: а) «положительные» примеры; б) «отрицательные» примеры

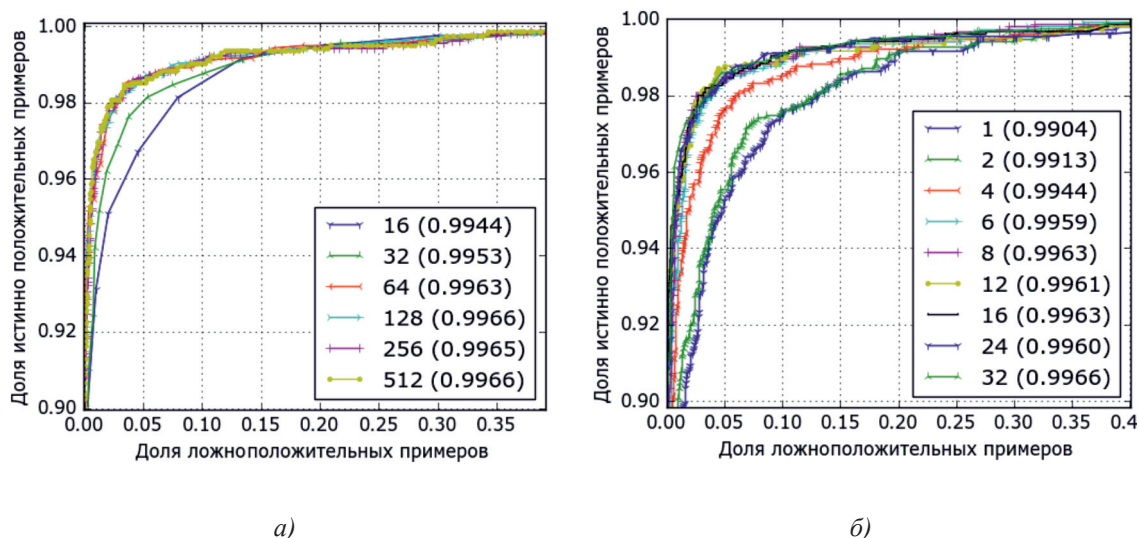


Рис. 3. Сравнение качества работы ансамбля решающих деревьев: а) изменение количества деревьев; б) ограничение глубины дерева

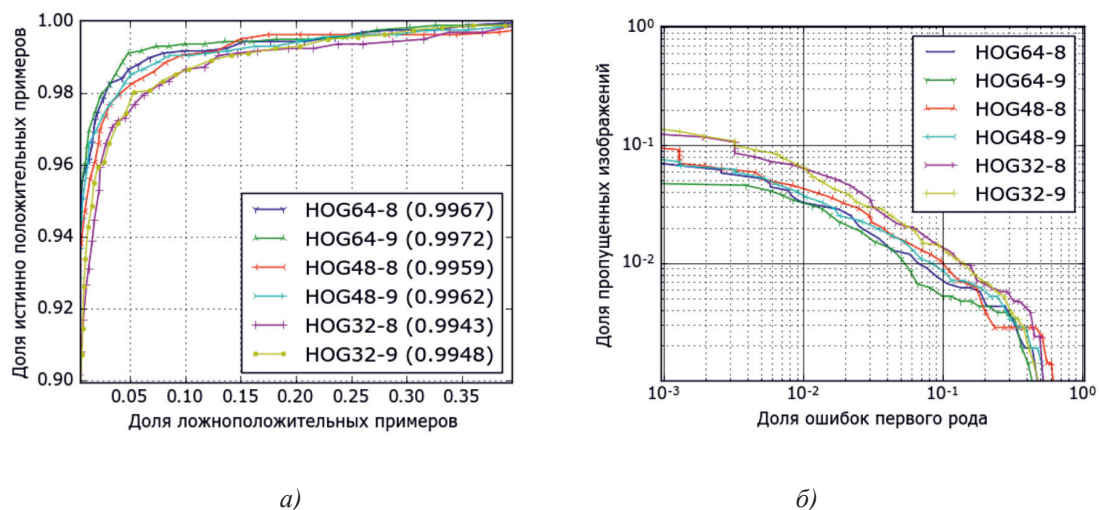


Рис. 4. Сравнение качества работы HOG-детекторов на основе ансамбля решающих деревьев: а) кривая рабочей характеристики; б) кривая компромиссного определения ошибки



Рис. 5. Детектирование срезов бревен

### Подбор параметров HOG-дескриптора

Параметры HOG-дескриптора [2]				Результаты экспериментов		
Имя	Размер окна/ блока/ ячейки, пикс.	Количество ячеек гистограммы	Шаг блока, пикс.	Полнота, %	Точность, %	F-метрика, %
HOG64-8	64/16/8	8	8	95,0 ± 0,8	99,0 ± 0,1	96,9 ± 0,5
HOG64-9	64/16/8	9	8	95,4 ± 0,5	99,1 ± 0,3	97,1 ± 0,3
HOG48-8	48/12/6	8	6	94,5 ± 0,6	98,5 ± 0,4	96,6 ± 0,2
HOG48-9	48/12/6	9	6	95,0 ± 0,8	98,7 ± 0,3	96,9 ± 0,4
HOG32-8	32/8/4	8	4	94,2 ± 0,8	97,8 ± 0,4	95,7 ± 0,6
HOG32-9	32/8/4	9	4	94,1 ± 0,9	97,6 ± 0,1	95,7 ± 0,5

В первом эксперименте исследовались зависимости эффективности предсказательной способности ансамбля решающих деревьев от входных параметров этого классификатора. На рис. 3 приведено сравнение моделей, обученных с использованием различного количества случайных решающих

деревьев (рис. 3, а) и различной глубины построения каждого дерева (рис. 3, б).

Анализ кривых рабочей характеристики (англ. ROC – receiver operating characteristic) показывает, что с увеличением количества деревьев с 16 до 64 качество распознавания значительно улучшается (площадь под кривыми

увеличивается). При дальнейшем увеличении количества деревьев с 128 до 512 рост качества практически прекращается. Таким образом, можно предположить, что оптимальное количество деревьев для задачи распознавания бревен лежит в диапазоне между 64 и 128 (рис. 3, а). На основе аналогичных выводов можно показать, что необходимая глубина построения дерева лежит в диапазоне между 6 и 8 (рис. 3, б). По этим причинам в дальнейших исследованиях нами использовались классификаторы, состоящие только из 64 деревьев с максимальной глубиной построения 6.

В рамках второго эксперимента были исследованы результаты работы классификаторов, обученных на шести различных наборах признаков. Параметры исследуемых HOG-дескрипторов и соответствующие им характеристики детекторов приведены в таблице. Для того чтобы понять, как и в каких пределах изменяются рабочие характеристики классификаторов в зависимости от параметров HOG-дескрипторов, приведены поясняющие рисунки. Визуализация качества работы классификаторов представлена двумя графиками: кривыми рабочей характеристики (рис. 4, а) и кривыми компромиссного определения ошибки (англ. DET – detection error trade-off) (рис. 4, б). Полученные графики достаточно наглядно характеризуют предсказательную способность построенных моделей. Видно, что наиболее близко к левому нижнему углу системы координат расположена кривая, соответствующая дескриптору с 9 ячейками гистограммы и размером окна 64 пикселя (рис. 4, б).

Этому же дескриптору соответствует кривая с максимальной площадью 0,9972 (рис. 4, а). Это означает, что классификатор с таким дескриптором обладает наилучшей предсказательной способностью. Данные выводы подтверждаются рассчитанными характеристиками: дескриптор с именем HOG64-9 имеет максимальные значения из представленных величин полноты и точности классификаторов (таблица).

Таким образом, из результатов экспериментов можно заключить, что набор признаков HOG64-9 является лучшим среди рассмотренных. Такой классификатор способен обнаруживать положительные примеры (бревна) с вероятностью 95,4% при уровне ложного срабатывания  $10^{-3}$  (рис. 4, б). Иллюстрация работы алгоритма детектирования приведена на рис. 5.

### Заключение

Результаты экспериментов показали, что предложенный HOG-детектор на основе обучения случайных решающих деревьев достигает более высоких показателей качества

по сравнению с методами, основанными на линейных классификаторах (SVM + HOG, точность 77,9% [6]) и каскадах слабых классификаторов (AdaBoost+Naar, точность 95,1% при величине ложных срабатываний  $4,9 \cdot 10^{-3}$ ). Однако он уступает данным методам при усилении последних несколькими комбинированными признаками и использовании информации о текстуре и цвете бревен (LBP + HOG + GMM, точность 99,3% при величине ложных срабатываний  $3,6 \cdot 10^{-3}$  [6]).

Дальнейшим направлением исследований, представленных в работе, является построение эффективных алгоритмов контурного анализа и пиксельной сегментации и исследование этих методов для задачи точного измерения срезов бревен по их фотоизображениям.

### Список литературы/References

1. Breiman L. Random forests // *Machine Learning*, 45(1): 5–32, 2001.
2. Dalal N., Triggs B. Histograms of oriented gradients for human detection // *IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05)*, San Diego, CA, USA, 2005. – vol. 1. – P. 886–893.
3. Déniz O., Bueno G., Salido J., De la Torre F. Face recognition using Histograms of Oriented Gradients // *Pattern Recogn. Lett.* 32, 12 (September 2011), 1598–1603.
4. Galsgaard B., Lundtoft D.H., Nikolov I., Nasrollahi K., Moeslund T.B. Circular Hough Transform and Local Circularity Measure for Weight Estimation of a Graph-Cut Based Wood Stack Measurement // *IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision, Waikoloa, HI, 2015.* – P. 686–693.
5. Gutzeit E., Voskamp J. Automatic segmentation of wood logs by combining detection and segmentation // *International Symposium on Visual Computing.* – 2012. – P. 252–261.
6. Herbon C., Tönnies K., Stock B. Detection and segmentation of clustered objects by using iterative classification, segmentation, and Gaussian mixture models and application to wood log detection // *Pattern Recognition.* Springer International Publishing. – 2014. – P. 354–364.
7. Herbon C. The HAWKwood Database // *CoRR abs/1410.4393 (2014): n. pag.*
8. Knyaz V.A., Maksimov A.A. Photogrammetric Technique for Timber Stack Volume Control // *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XL-3, 157-162, 2014.
9. Knyaz V.A., Vizilter Yu.V., Zheltov S.Yu. Photogrammetric techniques for measurements in woodworking industry // *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences Proceedings*, Vol. XXXIII, part B5/2, 2004. – P. 42–47.
10. Kruglov A.V. Development of the rounded objects automatic detection method for the log deck volume measurement // *Proc. SPIE 10011, First International Workshop on Pattern Recognition, 1001104 (July 11, 2016).*
11. Misra A., Takashi A., Okatani T., Deguchi K. Hand Gesture Recognition Using Histogram of Oriented Gradients and Partial Least Squares Regression // *MVA2011, IAPR Conference on Machine Vision Applications*; 2011; Nara, Japan.
12. Mullin M., Sukthankar R. Complete Cross-Validation for Nearest Neighbor Classifiers // *Proceedings of International Conference on Machine Learning.* – 2000. – P. 1137–1145.
13. Ojala T., Pietikainen M., Harwood D. Performance evaluation of texture measures with classification based on Kullback discrimination of distributions // *Proceedings of the 12th IAPR International Conference on Pattern Recognition, 1994*, vol. 1 – Conference A: Computer Vision & Image Processing, vol. 1, P. 582–585, Oct 1994.
14. Viola P., Jones M. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features // *Proc. Int. Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition.* – 2001. – № 1. – P. 511–518.
15. Wang X., Doretto G., Sebastian T.B., Rittscher J., Tu P.H. Shape and Appearance Context Modeling // *Proceedings of IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV) 2007.*



УДК 661.8

## СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ШПИНЕЛЕЙ СИСТЕМЫ $0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4-0.7\text{CuCr}_2\text{O}_4$

<sup>1</sup>Шабельская Н.П., <sup>1</sup>Волошина Е.Н., <sup>1</sup>Сулима Е.В., <sup>1</sup>Сулима С.И.,  
<sup>1</sup>Кузьмина Я.А., <sup>2</sup>Жукова И.Ю.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», Новочеркасск, e-mail: nina\_shabelskaya@mail.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону

В работе изучены процессы формирования структуры шпинели в системе состава  $0.3\text{NiO}-0.7\text{CuO}-0.3\text{Fe}_2\text{O}_3-0.7\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Образцы были получены с применением различных технологических приемов и охарактеризованы при помощи методов рентгенофазового анализа, BET, сканирующей электронной микроскопии, ИК-спектроскопии. Выявлено, что значение площади поверхности для образца, полученного в оптимизированных технологических режимах, превышает эту величину для образца, синтезированного по керамической технологии, на 59%. Для синтезированных образцов установлено наличие высокой каталитической активности в процессе окислительной деструкции органического красителя метилового оранжевого в присутствии пероксида водорода (процесс Фентона). Полученные результаты по высокой степени деструкции органического вещества могут быть полезны для разработки материалов, используемых в процессах очистки сточных вод промышленных предприятий, применяющих в производственных циклах органические красители.

**Ключевые слова:** ферриты и хромиты переходных элементов, шпинели, синтез, катализатор Фентона, окислительная деструкция

## SYNTHESIS AND STUDY OF CATALYTIC PROPERTIES OF THE SPINEL SYSTEM $0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4-0.7\text{CuCr}_2\text{O}_4$

<sup>1</sup>Shabelskaya N.P., <sup>1</sup>Voloshina E.N., <sup>1</sup>Sulima E.V., <sup>1</sup>Sulima S.I., <sup>1</sup>Kuzmina Ya.A., <sup>2</sup>Zhukova I.Yu.

<sup>1</sup>Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Nowotsherkassk, e-mail: nina\_shabelskaya@mail.ru;

<sup>2</sup>Don State Technical University, Rostov-on-Don

In work was studied the process of formation of spinel structure in the system  $0.3\text{NiO}-0.7\text{CuO}-0.3\text{Fe}_2\text{O}_3-0.7\text{Cr}_2\text{O}_3$ . The samples were obtained using different technological methods and characterized using the methods of X-ray diffraction, BET, scanning electron microscopy, IR-spectroscopy. It is revealed that the value of surface area for the sample, obtained in optimized operating conditions, is greater for the sample synthesized by the ceramic technology at 59%. For synthesized samples established the presence of high catalytic activity in the process of oxidative degradation of organic dye methyl orange in the presence of hydrogen peroxide (Fenton's process) The obtained results can be used to develop a method for producing the materials used in the processes of wastewater treatment of industrial enterprises that use organic dyes.

**Keywords:** ferrites and chromites of transition elements, spinel, synthesis, the catalyst of the Fenton, oxidative degradation

Сочетание важных технологических свойств материалов, изготовленных на основе сложных оксидных систем переходных элементов, обуславливает неослабевающий научный интерес к таким объектам. Известно, что хромит меди (II)  $\text{CuCr}_2\text{O}_4$  катализирует большую группу химических реакций, например гидрирование [6], разложение  $\text{NH}_4\text{ClO}_4$  [5]. Феррит никеля (II)  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  является известным магнитомягким материалом [7], активен в процессах каталитического разложения органических красителей из водных растворов [8].

Для системы  $\text{NiFe}_2\text{O}_4-\text{CuCr}_2\text{O}_4$  ранее было установлено [1] существование при комнатной температуре морфотропных областей, содержащих две шпинельные фазы. Однако механизм образования таких структур до сих пор не ясен.

Целью исследования являлось изучение процессов формирования структуры в си-

стеме  $0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4-0.7\text{CuCr}_2\text{O}_4$  и ее свойств в процессах окислительной деструкции метилового оранжевого в присутствии пероксида водорода.

### Материалы и методы исследования

Для синтеза образцов были использованы оксиды NiO, CuO,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  квалификации хч. Фазовый состав полученных материалов изучали с применением метода рентгенофазового анализа (РФА), использовали Cu-K $\alpha$  излучение. Анализ структуры фаз, входящих в образцы, проводили по линиям 220, 311 для кубической шпинели, 312 и 321 для фазы тетрагональной шпинели, 006 и 012 для хромита меди (I). Микрофотографии образцов были получены на сканирующем электронном микроскопе, изотермы физической адсорбции азота – на аппарате Quantachrome Autosorb 1c. Определение площади поверхности проводили, используя уравнение BET ( $p/p_0 = 0,05-0,2$ ). ИК-спектры водного раствора органического красителя были получены на ИК-Фурье спектрометре Varian 640 (производитель – компания Varian (США)).

Изучение каталитической активности синтезированных материалов проводили на модельном растворе метилового оранжевого с концентрацией 40 мг/л по методике, приведенной в [3]. Для проведения исследования катализатор измельчали до размера зерен не более 0,385 мм. Исходный раствор метилового оранжевого в количестве 10 мл помещали в плоскодонную колбу, добавляли 0,0010–0,0012 г катализатора и 2 мл раствора пероксида водорода с концентрацией 3% (мас.). Эксперимент проводили при комнатной температуре. Реакционную систему периодически перемешивали. Расчет количества метилового оранжевого, подвергнутого каталитической деструкции ( $P$ ), проводили по формуле

$$P = \frac{C_0 - C}{C_0} 100,$$

где  $C_0$  – начальная концентрация раствора, мг/л;  $C$  – текущее значение концентрации раствора, мг/л.

### Результаты исследования и их обсуждение

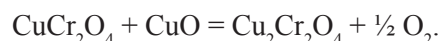
Формирование структуры образцов проводили с применением следующих технологических приемов.

Образец 1 был получен из оксидов переходных элементов NiO, CuO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> квалификации хч. Оксиды отвешивали в количестве, отвечающем соотношению компонентов в твердом растворе состава Ni<sub>0.3</sub>Cu<sub>0.7</sub>Fe<sub>0.6</sub>Cr<sub>1.4</sub>O<sub>4</sub>, тщательно перемешивали, брикетировали в таблетки диаметром 20 мм под давлением 15 МПа и подвергали термообработке циклами по 7–8 часов при температуре 900 °С в течение 140 часов.

На рентгенограмме образца 1 (рис. 1, а) присутствуют линии, соответствующие твердому раствору, кристаллизующе-

муся в структуре кубической шпинели, и линии, характеризующие фазу состава CuCrO<sub>2</sub>, кристаллизующуюся в ромбоэдрической симметрии, ее содержание не превышает 3%.

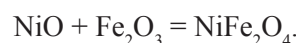
Формирование в образце фазы делафоссита может протекать по реакции разложения хромита меди (II) в соответствии с уравнением:



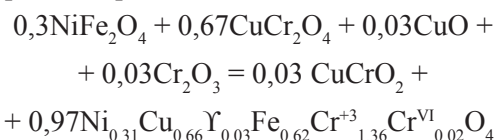
Процесс возможен при длительном нагревании реакционной смеси выше 850 °С. Образование хромита меди (II) происходит по механизму твердофазной реакции между оксидами меди (II) и хрома (III):



Параллельно протекает реакция образования феррита никеля (II):



Формирование структуры образца завершается реакцией



При составлении уравнения приведенной выше реакции для соблюдения условной необходимости получения формульной единицы шпинели общего состава AB<sub>2</sub>O<sub>4</sub> следует предположить, что часть катионов хрома переходит из трехвалентного в шестивалентное состояние.

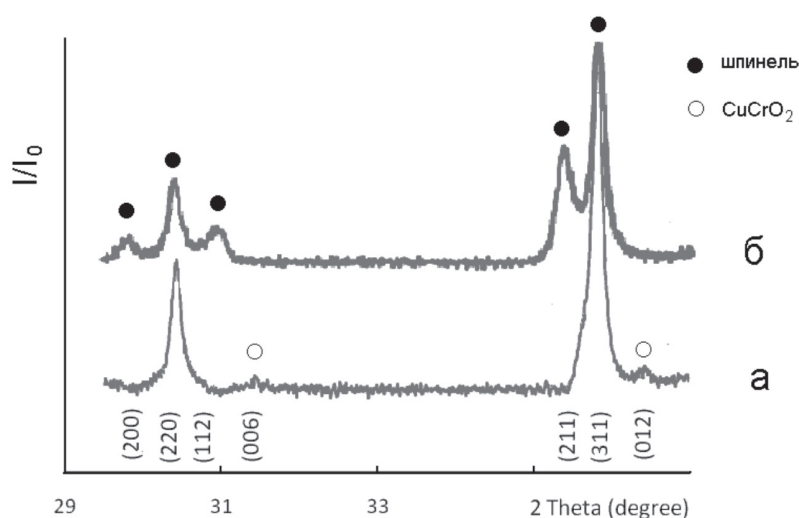


Рис. 1. Фрагмент рентгенограммы системы 0.3 NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> – 0.7 CuCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

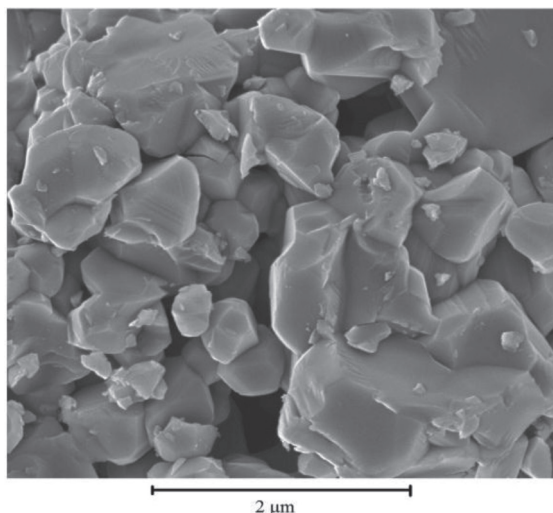


Рис. 2. Микрофотография образца, полученного из оксидов  $NiO-CuO-Cr_2O_3-Fe_2O_3$  по керамической технологии

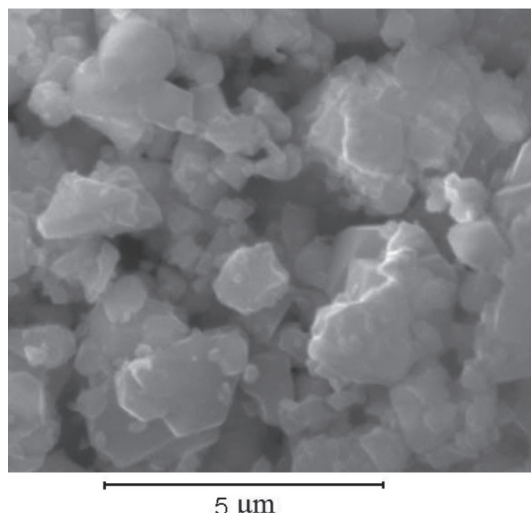


Рис. 3. Микрофотография образца, полученного из оксидов  $NiO-CuO-Fe_2O_3-Cr_2O_3$  в присутствии  $KCl$

На основании результатов анализа данных РФА состав образца 1 можно выразить следующим образом: около 97% – твердый раствор со структурой кубической шпинели (параметр решетки  $a_k = 0,8326$  нм) примерного состава  $Ni_{0,31}Cu_{0,66}Y_{0,03}Fe_{0,62}Cr_{1,38}O_4$  содержащий, по-видимому, вакансии (обозначены символом  $\Upsilon$ ) в решетке шпинели, 3% – фаза дельтафосфита  $CuCrO_2$  (с параметрами решетки  $a_p = 0,2982$  нм,  $c_p = 1,7111$  нм).

На микрофотографии образца 1 (рис. 2) можно различить кристаллы, максимальный и минимальный размер кристаллитов в которых соответственно равен 2 мкм и 140 нм; площадь поверхности образца, измеренная методом БЕТ ( $S_{БЕТ}$ ), составляет  $0,74$  м<sup>2</sup>/г.

Следуя описанной выше процедуре синтеза, однако, не удастся получить материал, содержащий только фазы шпинели. В этой связи были изменены технологические условия и осуществлен синтез материалов в более мягких температурных режимах.

Образец 2 был получен из оксидов переходных металлов аналогично описанному для образца 1, в присутствии 0,5–1,5% (мас.) хлорида калия (сверх 100%). Введение хлорида калия проводили на стадии гомогенизации смеси оксидов. Более подробно методика синтеза шпинелей описана в [2, 4]. Термообработку смеси оксидов  $NiO, CuO, Fe_2O_3, Cr_2O_3$  и хлорида калия проводили при температуре  $800^\circ C$ .

При анализе данных РФА установлено, что в образце 2 присутствуют две фазы шпинели: кубическая и тетрагональная

(рис. 1, б). Фазовый состав образца 2 следующий: порядка 35% – хромит меди (II) состава  $CuCr_2O_4$ , (тетрагональная шпинель, параметры решетки  $a_t = 0,6013$  нм,  $c_t = 0,7863$  нм, отношение  $c/a_t = 0,925$ ), 65% – твердый раствор состава  $Ni_{0,46}Cu_{0,54}Fe_{0,92}Cr_{1,08}O_4$  (кубическая шпинель,  $a_k = 0,8326$  нм).

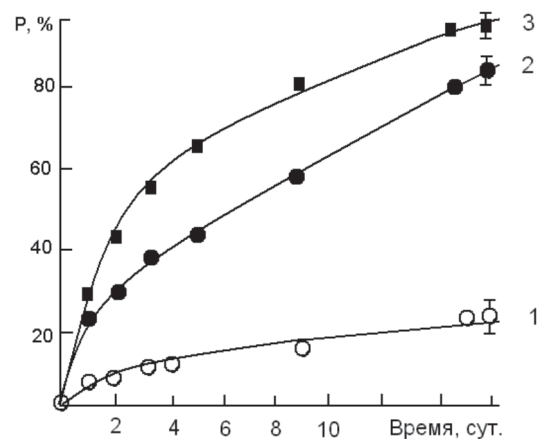


Рис. 4. Зависимость степени разложения метилового оранжевого от времени протекания реакции: без катализатора (1); в присутствии: шпинелей системы  $0,3 NiFe_2O_4 - 0,7 CuCr_2O_4$ , полученных: по керамической технологии (2); с введением хлорида калия (3)

На рис. 3 приведена микрофотография шпинелей, на которой видны кристаллы различной формы с высокой степенью

окристаллизованности, максимальный размер зерен 3 мкм, минимальный 220 нм. Площадь поверхности образца, измеренная методом БЕТ, составляет 1,82 м<sup>2</sup>/г.

Согласно полученным данным, значение  $S_{\text{БЕТ}}$  для образца 2, полученного в оптимизированных технологических режимах, превышает эту величину для образца, синтезированного по керамической технологии, на 59%. Полученный результат может быть связан с более высокой дефектностью поверхности кристаллов.

Изучение каталитической активности синтезированных материалов проводили на примере реакции разложения пероксидом водорода органического красителя.

В ходе проведенного исследования установлено, что полученные материалы проявляют каталитическую активность в реакции Фентона. Временная зависимость количества метилового оранжевого, подвергнутого каталитической деструкции, приведена на рис. 4.

Согласно полученным результатам, наблюдали значительное увеличение скорости разложения органического вещества пероксидом водорода в присутствии катализатора. Введение в систему синтезированных материалов ускоряет процесс деструкции в среднем в 4–4,5 раза. Проведение процесса в присутствии катализатора, полученного в присутствии хлорида калия, позволяет практически полностью выводить органическое вещество из водного раствора (степень деструкции достигает 98%).

На рис. 5 представлены ИК-спектры водного раствора органического красителя. В ходе процесса разложения метилового оранжевого (через 24 часа после начала реакции) интенсивности пиков в области значений  $\nu = 2357\text{--}2360\text{ см}^{-1}$  и  $2343\text{--}2344\text{ см}^{-1}$  уменьшаются, остальные линии смещаются в область больших значений  $\nu$ . Это может свидетельствовать об уменьшении концентрации органической составляющей раствора. Немаловажным результатом можно считать отсутствие образования новых токсичных соединений в процессе деструкции органического вещества.

Разработанный метод синтеза может быть использован для получения материалов, пригодных в процессах очистки сточных вод промышленных предприятий, использующих в производственных циклах органические красители.

### Выводы

Изучен процесс фазообразования в системе  $0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{--}0.7\text{CuCr}_2\text{O}_4$ . Выявлено, что значение площади поверхности для образца, полученного в присутствии хлорида калия при пониженной температуре термо-

обработки, превышает эту величину для синтезированного по керамической технологии образца более чем в 2 раза.

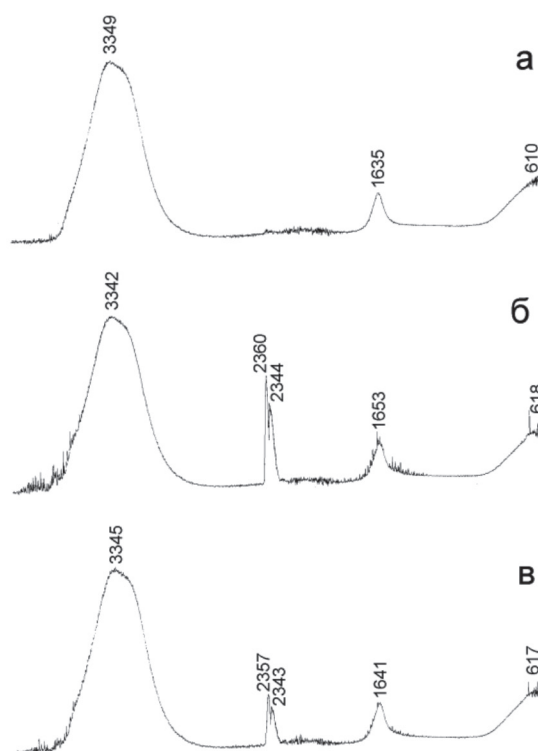


Рис. 5. ИК-спектры воды (а), модельного раствора метилового оранжевого (б), водного раствора после реакции (в)

Установлена высокая каталитическая активность синтезированных материалов в процессе окислительной деструкции метилового оранжевого в присутствии пероксида водорода. Выявлено увеличение скорости реакции деструкции органического вещества в среднем в 4–4,5 раза при введении в систему синтезированных материалов. Проведение процесса в присутствии катализатора, полученного в оптимизированных технологических условиях, позволяет практически полностью удалить органическое вещество из водного раствора (степень деструкции достигает 98%). Полученный результат может быть полезным для разработки материалов, пригодных в процессах очистки сточных вод промышленных предприятий, использующих в производственных циклах органические красители.

### Список литературы

1. Иванов В.В., Таланов В.М., Шабельская Н.П. Рентгенофазовое исследование системы  $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{--CuCr}_2\text{O}_4$  // Изв. РАН. Неорган. матер. – 2000. – Т. 36, № 11. – С. 1386–1391.
2. Таланов В.М., Ульянов А.К., Шабельская Н.П. Способ получения феррита-хромита никеля (II) // С 1

2293605 RU B 01 J 23/86, B 22 F 3/12 / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). – № 2005132550; Заявл. 21.10.2005; Опубл. 20.02.2007, Бюл. № 5.

3. Шабельская Н.П. Синтез композиционного материала  $TiO_2/Fe_{1,92}Ti_{0,61}O_4/Fe_2O_3$  и его каталитические свойства [Текст] / Н.П. Шабельская, Е.А. Зеленская, А.А. Постников и др. // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 9 (3). – С. 532–535.

4. Шабельская Н.П. Синтез и фазообразование в системе  $NiO-CuO-Fe_2O_3-Cr_2O_3$  [Текст] / Н.П. Шабельская, В.В. Иванов, В.М. Таланов и др. // Стекло и керамика. – 2014. – № 1. – С. 20–24.

5. Hosseini S.G., Abazari R., Gavi A. Pure  $CuCr_2O_4$  nanoparticles: Synthesis, characterization and their morphological and size effects on the catalytic thermal decomposition of ammonium perchlorate // *Solid State Sciences*. – 2014. – V. 37. – P. 72–79.

6. Liu D., Zemlyanov D., Wu T., Lobo-Lapidus R.J., Dumesic Ja.A., Miller Je.T., Marshall C.L. Deactivation mechanistic studies of copper chromite catalyst for selective hydrogenation of 2-furfuraldehyde // *J. of Catalysis*. – 2013. – V. 299. – P. 336–345.

7. Yadav R.S., Havlica Ja., Masilko Ji., Kalina L., Waserbauer Ja., Hajdúchová M., Enev V., Kuřitka I., Kožáková Z. Effects of annealing temperature variation on the evolution of structural and magnetic properties of  $NiFe_2O_4$  nanoparticles synthesized by starch-assisted sol-gel auto-combustion method // *J. of Magnetism and Magnetic Mat.* – 2015. – V. 394. – P. 439–447.

8. Zhang D., Pu X., Du K., Yu Yo.M., Shim Ja.Je., Cai P., Kim S.I., Seo H.Ji. Combustion synthesis of magnetic  $Ag/NiFe_2O_4$  composites with enhanced visible-light photocatalytic properties // *Separation and Purification Technology*. – 2014. – V. 137. – P. 82–85.

### References

1. Ivanov V.V., Talanov V.M., Shabelskaja N.P. Rentgenofazovoe issledovanie sistemy  $NiFe_2O_4-CuCr_2O_4$  // *Izv. RAN. Neorgan. mater.* 2000. T. 36, no. 11. pp. 1386–1391.

2. Talanov V.M., Uljanov A.K., Shabelskaja N.P. Sposob poluchenija ferrita-hromita nikelja (II) // S 1 2293605 RU B 01 J 23/86, B 22 F 3/12 / Juzh.-Ros. gos. teh. un-t (NPI). no. 2005132550; Zajavl. 21.10.2005; Opubl. 20.02.2007, Bjul. no. 5.

3. Shabelskaja N.P. Sintez kompozicionnogo materiala  $TiO_2/Fe_{1,92}Ti_{0,61}O_4/Fe_2O_3$  i ego kataliticheskie svojstva [Tekst] / N.P. Shabelskaja, E.A. Zelenskaja, A.A. Postnikov i dr. // *Fundamentalnye issledovanija*. 2015. no. 9 (3). pp. 532–535.

4. Shabelskaja N.P. Sintez i fazoobrazovanie v sisteme  $NiO-CuO-Fe_2O_3-Cr_2O_3$  [Tekst] / N.P. Shabelskaja, V.V. Ivanov, V.M. Talanov i dr. // *Steklo i keramika*. 2014. no. 1. pp. 20–24.

5. Hosseini S.G., Abazari R., Gavi A. Pure  $CuCr_2O_4$  nanoparticles: Synthesis, characterization and their morphological and size effects on the catalytic thermal decomposition of ammonium perchlorate // *Solid State Sciences*. 2014. V. 37. pp. 72–79.

6. Liu D., Zemlyanov D., Wu T., Lobo-Lapidus R.J., Dumesic Ja.A., Miller Je.T., Marshall C.L. Deactivation mechanistic studies of copper chromite catalyst for selective hydrogenation of 2-furfuraldehyde // *J. of Catalysis*. 2013. V. 299. pp. 336–345.

7. Yadav R.S., Havlica Ja., Masilko Ji., Kalina L., Waserbauer Ja., Hajdúchová M., Enev V., Kuřitka I., Kožáková Z. Effects of annealing temperature variation on the evolution of structural and magnetic properties of  $NiFe_2O_4$  nanoparticles synthesized by starch-assisted sol-gel auto-combustion method // *J. of Magnetism and Magnetic Mat.* 2015. V. 394. pp. 439–447.

8. Zhang D., Pu X., Du K., Yu Yo.M., Shim Ja.Je., Cai P., Kim S.I., Seo H.Ji. Combustion synthesis of magnetic  $Ag/NiFe_2O_4$  composites with enhanced visible-light photocatalytic properties // *Separation and Purification Technology*. 2014. V. 137. pp. 82–85.

УДК 004.056:330

## КЛЮЧЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНОВ И СВЯЗИ (ЗАВИСИМОСТИ) МЕЖДУ НИМИ: МЕТОДЫ, МОДЕЛИ, МЕТОДИКА ОЦЕНКИ

**Адамадиев К.Р., Адамадиева А.К., Ахмедов А.С.**

*ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет», Махачкала, e-mail: adamadziev@mail.ru*

Сформулирован вывод о целесообразности выявления и оценки связей и зависимостей пяти ключевых экономических показателей регионов РФ по данным за три временных периода. Разными методами выявлены и оценены две важные экономические зависимости: ВВП от стоимости основных фондов и численности занятых в экономике и производительности труда от фондовооруженности за каждый из трех временных периодов. Для каждой зависимости за каждый год построены по три уравнения регрессии линейного, показательного и степенного видов. Рассчитаны их параметры и статистические характеристики. Дана оценка приемлемости рассматриваемых трех видов двухфакторных уравнений. С помощью построенных уравнений регрессии рассчитаны и оценены ряд показателей: предельный эффект, коэффициент эластичности, изокванты, предельные нормы взаимозаменяемости показателей-факторов; изоклинали и др. Оценка зависимостей проведена в двух вариантах: для совокупности всех регионов и для регионов без г. Москвы и Тюменской области – с целью показать различие в величинах параметров и степени влияния на эти параметры двух самых крупных и благополучных регионов

**Ключевые слова:** экономика, показатель, регион, связь, зависимость, метод, модель, методика, производственная функция, уравнение регрессии, предельный эффект, коэффициент эластичности, аппроксимация, изокванта, предельные нормы взаимозаменяемости

## HIGHLIGHT FIGURES OF REGIONS' ECONOMY AND RATIOS (CORRELATIONS) BETWEEN THEM: METHODS, MODELS, EVALUATION METHODOLOGY

**Adamadziev K.R., Adamadzieva A.K., Akhmedov A.S.**

*State Budget Educational Institution of Higher Education «Dagestan State University»,  
Makhachkala, e-mail: adamadziev@mail.ru*

Inference is drawn on the expediency of identifying and evaluating ratios and correlations for five key economic indicators of Russia's regions from data for three temporal periods. Through different methods two important economic correlations are identified and evaluated between: GDP of fixed assets and number of employees in the economy and labor productivity of fund endowment for each of the three temporal periods. For each correlation from each year three regression equations are constructed: linear, exponential and power law model. Their parameters and statistical characteristics are calculated. The admissibility evaluation is given for three types of two-factor equations under consideration. With the aid of constructed regression equations a number of indicators are calculated and evaluated: marginal effect, elasticity coefficient, isoquants, marginal interchangeability rate of factor indicators; isoclines etc. Correlation evaluation is conducted in two versions: for aggregate regions and for regions sans Moscow and Tyumen region in order to illustrate the discrepancy in parameter values and influence degree upon these parameters from the two largest and most prosperous regions

**Keywords:** economy, indicator, region, ratio, correlation, method, model, methodology, production function, regression equation, marginal effect, elasticity coefficient, approximation, isoquant, marginal interchangeability rate

К ключевым показателям регионов, из публикуемых в ежегодниках Росстата («Россия в цифрах») и представляющих большой научно-практический интерес, относятся ВРП, стоимость основных фондов и численность занятых. В зависимости от цели исследования возможны различные подходы к оценке экономических показателей, в том числе трех названных нами. Одним из подходов к оценке показателей на мезо- и макроуровнях является их оценка для совокупности экономических объектов в разные временные периоды. В настоящем исследовании оценка экономических показателей производится для совокупности всех регионов России за 2005, 2010, 2015 годы.

Оценить экономические показатели можно с разных позиций, разными методами, путем постановки различных задач, выбора разных совокупностей объектов (в нашем случае регионов) и т.д. Целью настоящего исследования является выявление и оценка зависимостей ВВП от стоимости основных фондов и численности занятых в экономике, а также зависимости производительности труда и фондовооруженности за каждый из трех временных периодов. Особенность двух зависимостей состоит в том, что в первом случае рассматривается зависимость между объемными показателями, а во втором случае – между относительными показателями. Напомним, что производительность труда – это объем продукции (в нашем случае ВРП),

производимой в регионе в расчете на одного человека занятого в экономике, а фондовооруженность труда – стоимость основных фондов, приходящихся на одного человека, занятого в экономике.

Как известно, выявлять и оценивать связи и зависимости можно традиционными и/или новыми методами (новыми принято называть методы математического и компьютерного моделирования). Возможности традиционных методов анализа могут быть существенно расширены, если их перевести на компьютерную основу путем разработки так называемых моделей прямых расчетов [1]. Однако их возможности все же остаются весьма ограниченными.

Решение задач по выявлению и оценке связей, зависимостей и тенденций в экономике требует разработки и применения методов математического и компьютерного моделирования, возможности которых практически не ограничены. Однако и здесь существует весьма значительный ограничивающий фактор – низкий уровень знаний специалистов всех звеньев управления экономикой в сфере разработки и применения математических и компьютерных моделей в силу объективных и субъективных причин.

К объективным причинам можно отнести то, что система образования страны в период подготовки нынешнего поколения специалистов по экономике и управлению не предусматривала обучения методам моделирования. Ко второй из объективных причин следует отнести возросшие до огромнейших масштабов объемы информации. Субъективными причинами следует считать то, что поколение экономистов и управленцев, находящихся у руля управления отраслями экономики, высшим образованием и наукой страны, не создали эффективной системы повышения квалификации управленцев. Напомним в этой связи, что экономика 21 века называется информационной (знаниеориентированной и/или интернет-экономикой), предполагающей высокий уровень образования (как правило, высшее или среднее специальное образование), знаний и квалификации у всех работающих в системе управления в любой сфере человеческой деятельности. Чтобы управлять сложившейся и до неузнаваемости изменившейся экономикой, ее работникам на всех уровнях управления требуется владеть и применять в своей работе средства и инструменты, встроенные в различные прикладные программные продукты (в MS Office, в математические, статистические и другие пакеты прикладных программ), созданные и применяемые в развитых странах еще в прошлом веке.

Методы моделирования предусматривают изучение (исследование) социально-экономических процессов и явлений, систем и объектов экономики по их теоретическим образцам, называемым моделями. Моделирование позволяет в виде математических формул представить состояние экономики, ее объектов и различных сфер, варианты их развития, оценить и сопоставить результаты по разным вариантам, рассчитывать различные варианты прогнозов, проводить их сравнительную оценку и обоснованный выбор вариантов для реализации.

Разработка и анализ моделей для различных классов экономических задач привели к появлению научных дисциплин по их изучению, в первую очередь в системе высшего образования, таких как, Экономическая кибернетика; Математическая статистика; Математическая экономика и эконометрика; Методы принятия оптимальных решений; Специфические методы; Экспериментальные методы изучения экономики и др.

Дисциплина, изучающая методы и модели по выявлению и количественно-качественной оценке законов и закономерностей, связей и зависимостей, тенденций в экономике, а также методы и модели прогнозирования, получила название «Эконометрика» [3, 4, 5]. Зависимости между показателями в эконометрике оцениваются с помощью уравнений регрессии, которые в общем случае имеют вид  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_k)$ , где  $y$  – зависимый экономический показатель,  $x_1, x_2, \dots, x_k$  – показатели-факторы, от которых зависит  $Y$ .

В зависимости от количества показателей-факторов различают одно- и многофакторные уравнения регрессии. Особенность уравнений регрессии состоит в том, что они предназначены для выявления и оценки так называемых статистических зависимостей. Во-первых, эти зависимости являются зависимостями в среднем для совокупности объектов; во-вторых, вид уравнения, с помощью которого можно описать исследуемую зависимость, заранее не известен.

В случае однофакторных зависимостей определенное представление о наличии и виде уравнения регрессии можно получить графическим методом, путем построения так называемых «графиков точек рассеивания» [1].

Первая из исследуемых зависимостей – ВРП ( $Y$ , млрд руб.) от стоимости основных фондов ( $K$ , млрд руб.) и численности занятых в экономике ( $L$ , тыс. чел.) – является двухфакторной, которую нельзя оценивать графически. Однако можно построить графики точек рассеивания для зависимости ВРП от каждого из двух факторов в отдель-

ности и по виду этих графиков предположить наличие или отсутствие исследуемой зависимости. Такие графики, построенные нами, позволяют предположить наличие зависимости ВРП от каждого показателя-фактора в отдельности, а также от обоих показателей-факторов. В соответствии с этими графиками увеличение каждого из двух ресурсов ( $K$ ,  $L$ ) сопровождается ростом валового регионального продукта ( $Y$ ). Зависимости за три рассматриваемых периода (2005, 2010 и 2015 гг.) кажутся весьма схожими, но имеют и существенные различия. Оценить эти различия только на основе графиков невозможно.

Вторая из рассматриваемых нами зависимостей является парной или однофакторной. Графики для однофакторных зависимостей позволяют судить о наличии и виде зависимости с большей степенью вероятности, чем в случае двух и более факторных зависимостей. Графики зависимости производительности труда от фондовооруженности, построенные по данным регионов за 2005, 2010 и 2015 гг., подтверждают этот вывод.

Построение графиков и их анализ показали, что два региона, г. Москва и Тюменская область, резко выделяются среди всех остальных величинами рассматриваемых показателей (эти два региона являются самыми экономически благополучными). Величины показателей этих двух регионов оказывают большое влияние на вид, степень, параметры и характеристики рассматриваемых зависимостей. Поэтому оценка зависимостей проведена нами в двух вариантах: для совокупности всех регионов и для регионов без г. Москвы и Тюменской области.

Проведенный нами анализ графиков не позволяет однозначно судить о виде рассматриваемых зависимостей. Однако графики позволяют предположить, что зависимость является линейной или нелинейной, но весьма близкой к линейной. В соответствии с математикой такими нелинейными уравнениями являются, в частности, уравнения показательного и степенного видов. Поэтому для каждой зависимости за каждый год нами построены по три уравнения: линейного, показательного и степенного видов.

Построить уравнение регрессии означает рассчитать их параметры и статистические характеристики. Вторая группа показателей (статистические характеристики) предназначены для оценки приемлемости построенного уравнения регрессии. Количество таких характеристик составляет более десятка. Проведенные нами расчеты и их анализ показывает, что в каждом конкретном случае нет необходимости оценивать весь перечень статистических характеристик [1].

Часть статистических характеристик, необходимых для оценки связей и зависимостей, можно рассчитать на ПЭВМ с помощью встроенных функций MS Excel. Наряду со статистическими характеристиками из MS Excel нами рассчитана и анализируется еще одна очень важная, с нашей точки зрения, статистическая характеристика, называемая средней ошибкой аппроксимации ( $A$ ), которую можно определить по формуле

$$A = \frac{sey * 100}{y_{cp}}$$

где  $sey$  – стандартная ошибка для оценки  $y$ ,  $y_{cp}$  – средняя арифметическая величина зависимого показателя  $Y$ .

В соответствии с величинами индекса детерминации ( $r^2$ ) все три вида уравнений регрессии за все три периода для двухфакторной зависимости ВРП от стоимости основных фондов и численности занятых в экономике являются приемлемыми. При этом уравнения линейного и степенного видов равноприемлемы (индекс превышает 0,93). Степень зависимости при такой величине  $r^2$  считается очень высокой. Индекс  $r^2$  для зависимости показательного вида находится в пределах 0,7 (степень зависимости при такой величине  $r^2$  считается выше средней).

Более определенное представление о приемлемости рассматриваемых трех видов двухфакторных уравнений можно получить по величине средней ошибки аппроксимации ( $A$ ). В учебной литературе по эконометрике считается, что если величина  $A < 10\%$ , то построенный вид уравнения является «хорошим».

В нашем случае по данным за все три периода «хорошими» оказались уравнения степенного вида, для которых величина составила 5,0; 4,1 и 3,2% соответственно за 2005, 2010 и 2015 гг. Для зависимостей показательного вида величина ( $A$ ) находится в пределах 29,1–22,3 (по годам она уменьшилась). При таких значениях средняя ошибка аппроксимации зависимости может, с нашей точки зрения, считаться приемлемой на удовлетворительном уровне. Зависимости линейного вида по величинам ошибки аппроксимации оказались неприемлемыми.

Приемлемость уравнений регрессии, выражающих зависимость производительности труда ( $y$ ) от фондовооруженности ( $k$ ), можно оценить следующим образом:

– по величине  $r^2$  за все три периода предпочтительны уравнения регрессии линейного вида, а по величине средней ошибки аппроксимации ( $A$ ) – уравнения степенного вида;



– приемлемыми на хорошем уровне ( $A < 10\%$ ) можно считать уравнения показательного вида, а на удовлетворительном уровне – уравнения линейного вида ( $A < 25\%$ );

– по всем трем видам уравнений степень тесноты связи (следовательно, приемлемость уравнений регрессии) в 2010 и 2015 годы возросла.

Основными показателями, для изучения которых строятся уравнения регрессии, выражающие связи и зависимости, являются параметры этих уравнений. Однако их анализ проводится только после обоснования приемлемости выбранных видов уравнений. В соответствии с нашими расчетами приемлемыми являются в нашем случае двухфакторные уравнения производственных функций показательного и степенного видов и все три однофакторных уравнения для зависимости производительности труда от фондовооруженности [1, 2].

Задача выявления связей и зависимостей не ограничивается построением их уравнений. Ценность уравнений регрессии состоит и в том, что с их помощью можно рассчитать и оценить ряд показателей: предельный эффект и коэффициент эластичности для каждого показателя-фактора; изокванты; предельные нормы взаимозаменяемости показателей-факторов; изоклинали и др. При этом для однофакторных уравнений можно рассчитать только первый и второй из показателей, а для двух- и более факторных – все перечисленные [1, 3].

Предельный эффект и коэффициент эластичности рассчитываются по формулам

$$\partial y / \partial x_i ; E_{x_i} = \frac{\partial y}{\partial x_i} * \frac{x_i}{y} .$$

Оба показателя имеют экономическую интерпретацию: предельный эффект представляет собой величину, на которую увеличится зависимый показатель ( $y$ ) при увеличении показателя-фактора ( $x$ ) на одну единицу; коэффициент эластичности – величина в процентах, на которую увеличится зависимый показатель при увеличении показателя-фактора на 1%.

С точки зрения возможности экономического истолкования параметров более предпочтительными и ценными являются уравнения, выражающие зависимости линейного и степенного типов.

Для уравнений линейного вида  $\partial y / \partial x_i = m_i$ , где  $m_i$  – параметр (коэффициент) при показателе-факторе  $x_i$ . Для нелинейных уравнений предельный эффект является переменной величиной, которая выражается формулой. Для уравнений степенного вида коэффициент эластичности  $E_{x_i} = m_i$ ,

где  $m_i$  – параметр (показатель степени) для показателя-фактора  $x_i$ . Для остальных видов уравнений коэффициент эластичности является переменной величиной.

Напомним, что нами построены два варианта уравнений регрессии: для всей совокупности регионов и для совокупности регионов без г. Москвы и Тюменской области.

По параметрам и статистическим характеристикам, рассчитанным нами для обоих вариантов уравнений регрессии, можно сформулировать ряд выводов, наиболее значимыми из которых являются следующие:

– по величинам индекса детерминации ( $r^2$ ) и средней ошибки аппроксимации ( $A$ ) все три вида уравнений регрессии для зависимости  $Y$  от  $k$  за все три периода можно считать приемлемыми; при этом зависимость степенного вида является заслуживающей оценки «хорошо» ( $A < 10\%$ ), на втором месте по приемлемости оказалась зависимость линейного вида;

– соотношение величин параметров уравнений регрессии  $m_1$  и  $m_2$  по годам менялось в пользу  $m_2$ , т.е.  $m_1$  уменьшался, а  $m_2$  увеличивался; коэффициенты  $m_1$ ,  $m_2$  в случае линейной зависимости представляют собой предельные эффекты, а в случае степенной зависимости – коэффициенты эластичности; следовательно, можно утверждать, что показатели эффективности использования основных фондов снизились, а эффективности использования численности занятости в экономике выросли;

– по величинам индекса детерминации зависимости производительности труда от фондовооруженности можно назвать средними по приемлемости (по годам они заметно выросли); по величинам ( $A$ ) зависимости степенного и показательного видов оказались даже заслуживающими оценки «хорошо», т.е.  $A < 10\%$ ; линейную зависимость также можно считать приемлемой, но с удовлетворительной оценкой.

Сравнение статистических характеристик для совокупности всех регионов и для совокупности регионов без г. Москвы и Тюменской области показывает, что по величинам  $r^2$  первая совокупность имеет незначительное предпочтение по степени тесноты зависимости, но по величинам средней ошибки аппроксимации почти по всем уравнениям за все три временных периода приемлемость совокупности регионов без г. Москвы и Тюменской области заметно выше. Рассмотрение двух совокупностей регионов преследует цель показать различие в величинах параметров и степени влияния на эти параметры двух самых крупных и благополучных регионов.

Математическая запись двухфакторных степенных уравнений производственных функций и однофакторных степенных уравнений для зависимости производительности труда от фондовооруженности, построенных по данным регионов России за 2005, 2010 и 2015 гг.

	Для всей совокупности регионов	Индекс детерм.	Для совокупности регионов без г. Москвы и Тюменской области	Индекс детерм.
Двухфакторные уравнения производственных функций				
2005	$Y = 0,2874 * K^{1,0308} * L^{-0,0308}$	0,6585	$Y = 0,4921 * K^{0,9405} * L^{0,0595}$	0,5679
2010	$Y = 1,3587 * K^{0,8110} * L^{0,1890}$	0,6715	$Y = 1,8474 * K^{0,7650} * L^{0,2350}$	0,5768
2015	$Y = 2,8629 * K^{0,7340} * L^{0,2660}$	0,7367	$Y = 3,7261 * K^{0,6973} * L^{0,3027}$	0,6696
Уравнения зависимости производительности труда от фондовооруженности				
2005	$y = 0,2874 * k^{1,0308}$	0,6585	$y = 0,4921 * k^{0,9405}$	0,5679
2010	$y = 1,3587 * k^{0,8110}$	0,6715	$y = 1,8474 * k^{0,7650}$	0,5768
2015	$y = 2,8629 * k^{0,7340}$	0,7367	$y = 3,7261 * k^{0,6973}$	0,6696

Важнейшими показателями, которые могут быть рассчитаны и оценены для многофакторных уравнений регрессии, являются изокванты и предельные нормы взаимозаменяемости показателей-факторов [4–6]. Особенно ценны эти показатели, если уравнения регрессии представляют собой формулы производственных функций. В нашем случае уравнения зависимостей ВРП ( $Y$ ) от стоимости основных фондов ( $K$ ) и численности занятых в экономике ( $L$ ) являются производственными функциями [3].

Изоквантой (для уравнения регрессии) называют формулу, с помощью которой можно определить численные значения показателей-факторов, при которых величина зависимого показателя принимает одно и то же заранее заданное значение, т.е.  $y = \text{const}$ .

Для линейного уравнения производственной функции  $Y = b + m_1 K + m_2 L$  изокванту можно записать в виде одной из следующих формул:  $K = (Y - b - m_2 * L) / m_1$  или  $L = (Y - b - m_1 * K) / m_2$ , где  $Y = \text{const}$ . В принципе это не две разные, а одна и та же изокванта, записанная по-разному.

Линейное уравнение для зависимости  $Y$  от  $K$ ,  $L$ , построенное нами для второй совокупности регионов России за 2015 г., имеет вид

$$Y = -81,323 + 0,2697 * K + 0,3480 * L.$$

Если  $Y$  (ВРП) принять равным его среднему арифметическому значению, т.е.  $Y = \text{const} = 521,9$  млрд руб., то для этого уравнения формула изокванты будет иметь вид

$$K = (Y + 81,323 + 0,3480 * L) / 0,2697.$$

Откуда

$$K = \frac{Y + 81,3}{0,2697} - \frac{0,3480}{0,2697} * L.$$

Подставляя  $Y = \text{const} = 521,9$ , получим  $K = 2236,6 - 1,2903 * L$ .

Если в полученные уравнения изокванты вместо показателя  $L$  (численность занятых в экономике) подставлять какие-либо из возможных для него числовых значений, то можно найти соответствующие значения для показателя  $K$  (стоимости основных фондов). При любых значениях пары показателей-факторов  $K$ ,  $L$  зависимый показатель  $Y$  (ВРП) будет принимать одно и то же значение  $Y = 521,9$  млрд руб.

Изокванта представляет самостоятельный аналитический интерес, но имеет еще одно важное назначение: с ее помощью можно рассчитывать предельные нормы взаимозаменяемости показателей-факторов, которые представляют собой формулы производной одного фактора по другому, определяемые по формулам изоквант.

Для линейного уравнения производственной функции  $Y = b + m_1 * K + m_2 * L$  предельные нормы взаимозаменяемости показателя-фактора  $K$  определяются по формуле

$$\partial K / \partial L = -m_2 / m_1,$$

а для уравнения степенного вида  $Y = b * K^{m_1} * L^{m_2}$  – по формуле

$$\partial K / \partial L = [(Y / b)^{1/m_1} * * 1 / m_1] * (-m_2 / L^{m_2+1})^{(1-m_1)/m_1}.$$

Особый интерес среди уравнений производственных функций представляет производственная функция степенного вида, получившая название функции Кобба – Дугласа:  $Y = bK^{m_1}L^{m_2}$  [1, 5, 6]. Этот интерес обусловлен несколькими обстоятельствами: во-первых, параметры  $m_1$  и  $m_2$  имеют экономический смысл (показывают рост зависимого показателя  $Y$  в процентах при увеличении каждого из показателей-ресурсов на 1 процент); во-вторых, экономический смысл имеет и суммарная величина  $(m_1 + m_2)$  (если увеличить величины ресурсов  $K$  и  $L$  на 1% каждый, то  $Y$  увеличится на  $(m_1 + m_2)\%$ ); в-третьих, модель  $Y = b * K^{m_1} * L^{m_2}$  можно преобразовать в другой вид, представляющий не меньший интерес; если  $m_1 + m_2 = 1$  (откуда  $m_2 = 1 - m_1$ ), то вышерассмотренное уравнение производственной функции можно записать в виде  $Y = b * K^{m_1} * L^{1-m_1}$  или в виде  $y = b * k^{m_1}$ , выражающего зависимость производительности труда ( $Y$ ) от его фондовооруженности ( $k$ ).

В таблице приведена математическая запись полученных нами уравнений степенного вида для всей совокупности регионов и для совокупности регионов без г. Москвы и Тюменской области.

По таблице можно сформулировать ряд выводов, в частности следующие: во-первых, в соответствии с величинами индексов детерминации ( $r^2$ ) степень тесноты зависимости ВРП от стоимости основных фондов и численности занятых в экономике за рассматриваемые временные периоды для обеих совокупностей регионов усилилась; во-вторых, в соответствии с величинами коэффициентов эластичности ( $E_k = m_1$ ;  $E_L = m_2$ ) эластичность основных фондов снижалась, а эластичность численности в экономике – росла (для обеих совокупностей регионов); в-третьих, эластичность показателя фондовооруженности в уравнениях для зависимости производительности труда по обеим совокупностям снижается; в-четвертых, для совокупности всех регио-

нов эластичность основных фондов выше, а эластичность численности занятых в экономике ниже, чем для совокупности регионов без г. Москвы и Тюменской области; в-пятых, эластичность фондовооруженности для совокупности всех регионов выше, чем для совокупности регионов без г. Москвы и Тюменской области.

### Список литературы

1. Адамдзиев К.Р., Адамдзиева А.К. Компьютерное моделирование в экономике: учебное пособие. – Махачкала: Издательско-полиграфический центр ДГУ, 2014. – 211 с.
2. Адамдзиев К.Р., Адамдзиева А.К. Моделирование и оценка стохастических связей между ключевыми показателями групп регионов России // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 4-3. – С. 550–556.
3. Адамдзиев К.Р., Халилов М.А. Модели производственных функций регионов: расчет параметров и характеристик, анализ зависимости выпуска продукции от затрат ресурсов // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 4-2. – С. 339–345.
4. Айвазян С.А. Основы эконометрики. Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 432 с.
5. Кремер Н.Ш., Путко Б.А. Эконометрика: Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 311 с.
6. Тимофеев В.С. Эконометрика: учебник для бакалавров / В.С. Тимофеев, А.В. Фадеенков, В.Ю. Щеколдин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2013. – 328 с. Серия: Бакалавр. Базовый курс.

### References

1. Adamadziev K.R., Adamadzieva A.K. Kompjuterное modelirovanie v jekonomike: uchebnoe posobie. Mahachkala: Izdatelsko-poligraficheskij centr DGU, 2014. 211 p.
2. Adamadziev K.R., Adamadzieva A.K. Modelirovanie i ocenka stohasticheskikh svyazej mezhdru ključevymi pokazateljami grupp regionov Rossii // Fundamentalnyye issledovanija. 2016. no. 4-3. pp. 550-556.
3. Adamadziev K.R., Halilov M.A. Modeli proizvodstvennyh funkcij regionov: raschet parametrov i harakteristik, analiz zavisimosti vypuska produkcii ot zatrat resursov // Fundamentalnyye issledovanija. 2016. no. 4-2. pp. 339-345.
4. Ajvazjan S.A. Osnovy jekonometriki. Uchebnik dlja vuzov. M.: JuNITI-DANA, 2001. 432 p.
5. Kremer N.Sh., Putko B.A. Jekonometrika: Uchebnik dlja vuzov. M.: JuNITI-DANA, 2002. 311 p.
6. Timofeev V.S. Jekonometrika: uchebnik dlja bakalavrov / V.S. Timofeev, A.V. Fadeenkov, V.Ju. Shhekoldin. 2-e izd., pererab. i dop. M.: Izdatelstvo Jurajt, 2013. 328 p. Serija: Bakalavr. Bazovij kurs.

УДК 338.43

## СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ТОРГОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ РОССИИ И КИТАЯ

Астахова Е.В., Ван Чжэ

*Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, Владивосток,  
e-mail: evastahova1@yandex.ru, wangzheacb@163.com*

Статья посвящена анализу современного состояния внешней торговли России и Китая. Авторами систематизировано представление о современных тенденциях развития торговых отношений Китая и РФ в рамках динамики и структуры макроэкономических показателей внешнеторговой деятельности. В статье рассмотрены и систематизированы факторы, влияющие на достижение устойчивых торгово-экономических отношений России и Китая в рамках международного сотрудничества. Авторы подчеркивают актуальность сетевого ритейла в условиях информатизации, интеллектуализации и глобализации общественного производства как важного направления расширения международного сотрудничества. Рассмотрены преимущества сетевой организации торговли, определены особенности и природа сетевого ритейла. Проанализирована динамика развития интернет-ритейла в России и Китае. Указана роль доверия в развитии онлайн-торговли, изменений потребительских паттернов в сетевой экономике. Акцентировано на комплементарности тенденций мобильности, локализации и социальной интеграции с развитием инноваций в инфраструктуре и электронной коммерции.

**Ключевые слова:** торгово-экономические отношения, международная торговля, интернет-ритейл

## RUSSIA AND CHINA CONTEMPORARY TRADE TRENDS

Astakhova E.V., Wang Zhe

*Vladivostok State University of Economy and Service, Vladivostok,  
e-mail: evastahova1@yandex.ru, wangzheacb@163.com*

The article is devoted to the analysis of the current Russia and China foreign trade. Authors systematized the idea of current China and the Russian Federation trade trends within dynamics and structure of macroeconomic indicators of foreign trade activity. The factors of Russia and China steady trade influencing achievement within international cooperation are considered and systematized in the article. Authors emphasize relevance of a network retail in the conditions of informatization, intellectualization and globalization of social production as important direction of expansion and international cooperation. Benefits of the trade network organization are considered, features and the nature of a network retail are determined. The Internet Russia and China retail development dynamics are analysed. The trust role in online trade development changes of consumer patterns in network economy is specified. The complementarity of mobility trends, localization and social integration with innovations development of electronic commerce infrastructure are accented.

**Keywords:** trade and economic relations, international trade, online retail

Взаимоотношения между Российской Федерацией и Китайской Народной Республикой начали складываться уже много лет назад, но в последние годы укрепились и стали активно развиваться. В торгово-экономических связях между двумя странами наблюдается подъем, проявляющийся в расширении инвестиционного сотрудничества, активизации межрегиональных и приграничных связей, а также усилении интереса российских и китайских деловых кругов к взаимному сотрудничеству. На современном этапе российско-китайское сотрудничество включает различные активно развивающиеся области взаимодействия. С начала проведения политики реформ и открытости главной целью Китая в интеграции в мировое хозяйство было обеспечение развития национальной экономики, что привело к большим достижениям.

Китай наряду с США является крупнейшей экономикой мира. Китай – крупнейший

в мире производитель абсолютного большинства видов промышленной продукции. При высоких темпах экономического роста развитие экономики Китая имеет экстенсивный характер. Чтобы способствовать структурным изменениям экономики, Китай развивает собственную систему образования, обучение студентов за рубежом, поощряет импорт технологий, позволяющих развивать прогрессивные секторы экономики.

В течение десятилетий Китай имел самые высокие темпы роста в мире, выйдя по физическому объему ВВП на первое место в мире в 2015 году. С 2011 года (с начала 12-й пятилетки) в Китае реализуется новая стратегия международной интеграции. В 2013 году Китай занял первое место в мире по товарообороту в мире и сохраняет этот статус 3 года подряд.

Доля Китая на мировом рынке торговли выросла на 3 процента за пять последних лет. За период 12 пятилетки (с 2011 по 2015 гг.)

международная торговля услугами, которая была слабостью Китая в прошлом, росла со среднегодовым темпом роста 14,5% и сейчас Китай занял второе место после США по этому показателю, в то время как пять лет назад он находился на четвертом месте [2]. За 2011–2015 гг. Китай принял более 630 млрд долл. США иностранных инвестиций, удерживая первое место среди развивающихся стран 24 года подряд. За эти же пять лет вывоз прямых инвестиций за рубеж имел среднегодовой рост 13,1%, в результате чего Китай стал третьей страной в мире по этому показателю. Международный статус Китая очень высок в связи с его влиянием на мировой экономический рост. Именно реформы и политика открытости обеспечили стране условия для новых достижений в международных экономических процессах.

Динамично развивается российско-китайское торгово-экономическое сотрудничество. Основными статьями российского экспорта в Китай являются: нефть и нефтепродукты, древесина и изделия из нее, продукция химической промышленности и удобрения, продукция сельского хозяйства, металлы и изделия из них. Китайский импорт в Россию представлен более широкой товарной номенклатурой. Первое место по объемам поставок занимает продукция текстильной промышленности. Россия в рейтинге 20 основных торговых партнеров Китая занимает 16-ю позицию. По данному показателю ее опередили: США, Гонконг, Япония, Р. Корея, Тайвань, Германия, Австралия, Малайзия, Вьетнам, Сингапур, Англия, Таиланд, Индия, Бразилия и Голландия. За Россией следуют: Канада, Индонезия, Франция и Италия [1].

В 2014 г. объем общего товарооборота между Россией и Китаем составил

87,6 млрд долл. США, что на 1,3% меньше, чем в 2013 г., когда общий товарооборот составлял 88,8 млрд долл. США. Российский экспорт в Китай по сравнению с 2013 г. увеличился на 4,5% и составил 37,2 млрд долл. США. Объем китайского импорта в Россию сократился на 5,3% и составил 50,4 млрд долларов. Отрицательное сальдо торгового баланса в 2014 г. составило 13,1 млрд долларов. При этом общий объем импорта Китая в 2014 г. по сравнению с 2013 г. вырос на 0,6% и составил 1,96 трлн долларов. Основная часть импорта в Китай приходится на машины и оборудование, нефть и минеральное топливо, оптическое и медицинское оборудование, руды, автомобили, соевые бобы (рис. 1) [5].

Согласно данным китайской таможни, по итогам 2015 года взаимный торговый оборот снизился на 28,6% и составил 68,06 млрд долларов. При этом экспорт из КНР в РФ рухнул на 35,2% – до 34,82 млрд долларов. Импорт же сократился на 20% – до 33,26 млрд долларов. Причина – мировые негативные тенденции, введение западными государствами санкций в отношении России, ухудшение мировой внешнеторговой конъюнктуры, волатильность глобального финансового рынка [9].

Двусторонний товарооборот между Китаем и Россией увеличился в первом квартале 2016 года на 3,6% по сравнению с аналогичным показателем прошлого года, достигнув 91,77 млрд юаней (14,11 млрд долларов). китайский экспорт в РФ вырос на 6,2% (до 7,06 млрд долларов), а импорт из России – на 1,1% (до 7,05 млрд долларов), что является признаком позитивных тенденций [7].

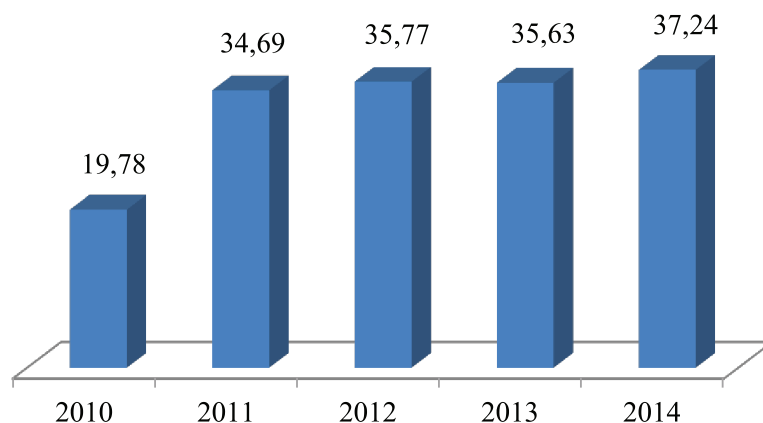


Рис. 1. Объемы российского экспорта в Китай за 2010–2014 гг., млрд долл. США

Однако рецессия в мировой экономике, нестабильность геополитических тенденций международного развития приводит к необходимости поиска новых направлений расширения внешнеторговых связей. Одним из таких направлений является интернет-ритейл. Темпы роста объемов продаж онлайн-торговли опережают темпы роста мирового ВВП и товарооборота, а также оборота офлайн-торговли. Такая динамика объясняется стремлением потребительского сектора покупать товары и услуги по более низким ценам, а операторов ритейла – минимизировать затраты и максимизировать клиентский капитал, становится возможным вследствие использования преимуществ сетевой организации экономической деятельности.

Электронная коммерция представляет собой определенную форму организации бизнес-процессов, взаимодействие между субъектами в которой происходит в сети интернета электронным образом [3]. К ней относятся любые формы бизнес-деятельности, использующие возможности информационных сетей, – маркетинг, продажи товаров, аренда приложений, предоставление услуг, информации и т.д.

Основу электронной коммерции составляют новые информационные технологии по совершению коммерческих операций и управлению производственными процессами с применением электронных средств обмена данными. Электронная коммерция включает в себя электронный обмен информацией, электронное движение капитала, электронную торговлю, электронные деньги, электронный маркетинг, электронный банкинг и электронные страховые услуги.

В настоящее время благодаря электронной коммерции предприятия имеют возможность выходить на новые рынки сбыта, расширять географию рынков сбыта, осуществлять мониторинг потребностей потребителей и гибко реагировать на различные изменения спроса, его динамики, повышать эластичность предложения товара или услуги на рынке, при этом сокращать операционные издержки и экономить ресурсы, повышая собственную конкурентоспособность. Возможности электронной коммерции используются многими компаниями для обеспечения дополнительного обслуживания клиентов.

Интернет-торговля представляет собой часть электронной коммерческой деятельности в сети, когда процесс реализации товаров осуществляется электронным образом с применением интернет-технологий. Торговые операции через интернет могут осуществлять многие организации и производители товаров и услуг, дистрибьюторы, и розничные торговые компании [1]. Данный вид тор-

говых отношений удобен, актуален и имеет ряд преимуществ как для потребителя, так и производителя. Наравне с доступными ценами, экономией времени и затрат на поиски необходимых товаров и услуг в реальных торговых точках, интернет-торговля отличается удобством выбора, разнообразием товаров, возможностью мониторинга уровня цен на товары у различных товаропроизводителей, выбора товара в четко заданных параметрах.

В свою очередь, интернет-торговля предоставляет ряд преимуществ и существенных достоинств производителям и предпринимателям, занимающимся реализацией различных видов продукции. К ним можно отнести экономию затрат на организацию и оформление торговых залов, заработную плату целого ряда наемных работников: продавцов, администраторов, менеджеров, товароведов, кассиров, охранников, а также возможность расширить географию своего бизнеса вплоть до мировых рынков.

Развитие рынков интернет-торговли в России и Китае происходит под воздействием культурных, региональных и технологических факторов. В условиях падения реальных доходов населения покупатели начали активно экономить, в том числе все чаще отдавая предпочтение недорогим товарам из китайских интернет-магазинов.

В США и Западной Европе, где рынок электронной коммерции более развит и ценовая конкуренция между интернет-магазинами значительно выше, дополнительные услуги и бесплатная доставка, низкая стоимость товаров стали важным аргументом в борьбе за потребителей во время экономического спада. В Европе и США покупателей больше всего заботит безопасность персональных и финансовых данных при совершении покупок в интернете. Для зарубежных потребителей этот фактор даже важнее, чем необходимость увидеть вещь «живьем» перед покупкой или вопросы доставки. В России эта проблема пока не проявилась, и вполне возможно, что российскому рынку электронной коммерции удастся ее избежать вовсе. Все больше российских потребителей активно используют возможности интернет-ресурсов для поиска информации о товарах и производителях. Однако для многих из них опыт электронной коммерции этим и ограничивается: выбрав конкретную модель, они предпочитают совершить покупку в традиционном магазине.

Китай занимает первое место по объему рынка электронной коммерции. Россия на девятом месте. Доля интернет-торговли в общем объеме российского ритейла в 2015 году составила 4%. Онлайн-продажи в России в 2015 году составили 760 млрд руб. [6].

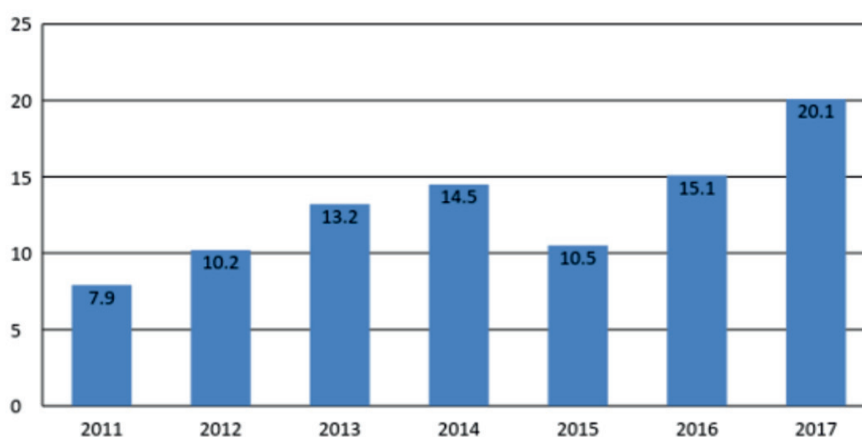


Рис. 2. Прогноз динамики электронной торговли России на период 2011–2017 гг., млрд долл. США. Источник: [4]

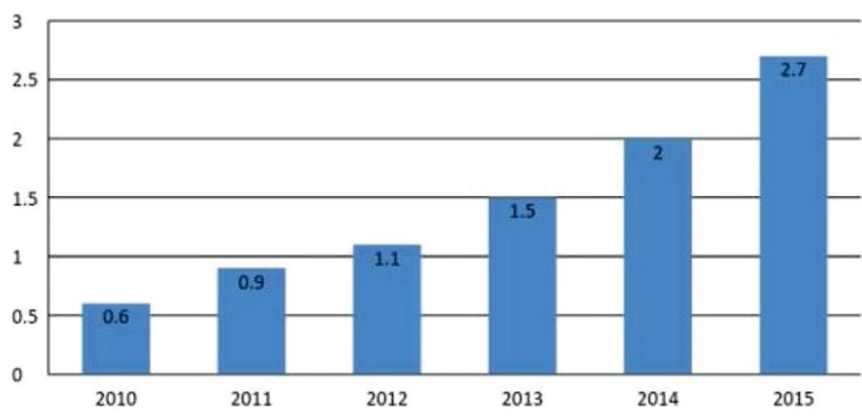


Рис. 3. Динамика объемов электронной коммерции Китая 2010–2015гг., трлн долларов

По данным агентства Data Insight, в 2014 г. объем рынка e-commerce достиг 645 млрд руб. (16,7 млрд долл.). Объем внутреннего рынка составил 560 млрд руб. (14,5 млрд долл.). Объем трансграничной торговли составил – 85 млрд руб. (2,2 млрд долл.) Согласно исследованию, рост внутреннего рынка составил 35%, с учетом покупок в зарубежных интернет-магазинах – 42%. Объем рынка увеличился преимущественно за счет повышения роста цен, реальный рост рынка составил около 17%, что по сравнению с показателями прошлого года ниже в 1,5 раза. Динамика электронной торговли России с учетом прогнозных значений 2011–2017 гг. [4].

Согласно данным центра аналитики и статистики Китая, объем рынка электронной торговли в 2014 г. составил 13,4 трлн юа-

ней (2 трлн долларов), в 2015 г. – 2,7 трлн долларов. (рис. 3).

Доля электронной торговли в ВВП Китая составила 7%, кроме того в 2014 г. объем экспорта-импорта КНР достиг 4,16 трлн долларов, из которых 0,59 трлн. приходится на трансграничную торговлю, при этом 80% из которых составляет экспорт. По итогам периода с января по август 2014 г. доход КНР от интернет-торговли составил 1,5 трлн долларов, что на 25% больше, чем в аналогичном периоде прошлого года. В сентябре розничный оборот интернет-торговли вырос на 36,2% и достиг 2,59 трлн юаней [8].

Доля интернет-торговли в ВВП России в 2014 г. составила порядка 2%, в общем объеме розничной торговли России доля электронной торговли составила 3%. Более

половины всех затрат (51,1%) приходится на товары из Китая. Популярность китайских товаров с каждым годом все больше возрастает. Это связано с их дешевизной и большим ассортиментом, часть которого не может быть завезена в Россию классическим каналом розницы. 90% почтовых отправок приходят из Китая. Остальные 10% из других стран, в том числе 2% из США. Сумма покупок у китайских онлайн-ритейлов составила около 110 миллиардов рублей. По прогнозам, к 2018 г. доля онлайн-торговли в общем объеме розничной торговли составит 12% [4].

Потребители России отдают значительную долю предпочтений на рынке интернет-торговли в области потребления бытовых и электронных приборов 32,3%, одежды – 23,4%, обуви – 11,4%; косметики – 7,4%, автозапчастей – 6,9%, спорттоваров – 2,6%. Всего в 2015 г. потребители в России совершили 160 млн покупок на внутреннем рынке e-commerce – на 10% больше, чем годом ранее. В среднем стоимость заказа составила 4050 руб., что тоже выше в сравнении с 2014 г. (3750). Наиболее высокие темпы роста продемонстрировали: товары для досуга, домашних животных и детей, одежда,



Рис. 4. Товарная структура интернет-покупок потребителями России, 2015 г.

Рынок электронной торговли в мировой практике является инвестиционно привлекательной сферой современной экономики. Для России этот рынок находится в стадии зарождения и открыт для потенциального развития. Этот рынок имеет ряд особенностей, отличающих его от обычной торгово-экономической деятельности. Некоторые из них являются значительными преимуществами как для потребителя, так и производителя. Общими преимуществами функционирования торговых сетей являются: пространственная мобильность, что позволяет разместить товар в соответствии с территориальным размещением сегментов целевых рынков; способность объединять функции оптовой и розничной торговли; мобильность ассортимента в соответствии с потребительскими предпочтениями; эффективность в области осуществления диверсифицированных видов деятельности; способность обеспечить высокий уровень менеджмента за счет привлечения квалифицированных руководителей и специалистов; снижение затрат на единицу товара за счет экономии на масштабе, упрощения получения маркетинговой информации, снижения затрат на внешние коммуникации, действия сетевых эффектов [3].

обувь и продовольственные товары (рис. 4).

Разница в цене склоняет российских потребителей совершать покупки в китайских интернет-магазинах, особенно в условиях перманентного кризиса. Другая причина, по которой иностранные магазины популярны среди россиян, заключается в том, что многие товары очень труднодоступны в местных интернет-магазинах. Приобретают значительную популярность трансграничные продажи – приобретение товаров в интернет-магазине другого государства. Выгодно приобретать в зарубежных интернет-магазинах и вследствие действующих таможенных пошлин: пошлиной облагается товар только в том случае, если его стоимость превышает 1000 евро, а вес – 31 кг. Поэтому, на китайские интернет-магазины в 2015 г. пришлось более 80% всех трансграничных покупок, совершенных россиянами.

В то время как Китай заблокировал весь входящий поток товаров от производителя к конечному потребителю, установив налог на посылки до 60% от стоимости, а также нулевой порог беспошлинного ввоза. Кроме того, появилась обязанность сертифицировать все товары, которые поступают в посылках в Китай. В таких условиях экс-



порт в Китай невозможен, хотя Российский экспортный центр (РЭЦ) выступил против идеи снизить порог беспошлинного ввоза интернет-покупок, так как решение ударит по ключевым зарубежным игрокам российского рынка онлайн-ритейла Alibaba, JD.com, Amazon и другим, а дополнительные издержки, которые возникнут у зарубежных компаний, будут переложены на российских потребителей [8].

Таким образом, рынок электронной торговли по сравнению с традиционным рынком достаточно слаб, в его функционировании много проблемных вопросов: недостаток качественных услуг доставки; моральная неготовность россиян к покупкам в интернет-магазинах, отсутствие доступа в интернет потребителей в некоторых регионах России, отсутствие прозрачной деятельности интернет-ритейлеров. Инфраструктура интернет-торговли, а также законодательное регулирование в вопросах таможенного контроля и налогообложения международного ритейла требуют значительного развития.

Таким образом, цифровые технологии ускоряют развитие бизнеса. Поэтому надо быть готовым к появлению новых моделей и форматов электронной коммерции, а также к необходимости государственного регулирования сферы ритейла, что в перспективе может служить направлением для укрепления внешнеторговых отношений России и Китая с долгосрочным инвестиционным горизонтом. Современные средства позволяют качественно улучшить как процесс продаж, так и связанные с ним сопутствующие задачи, вплоть до оптимизации бизнес-процесса конкретной фирмы.

Интернет-торговля, являясь достаточно молодым сегментом экономики России, активно набирает обороты в своем развитии. Российский рынок интернет-торговли является перспективным и особо привлекательным не только для отечественных игроков, но и для зарубежных инвесторов. Показатели объема российского рынка электронной коммерции имеют положительную динамику.

#### Список литературы

1. Аналитическая справка о российско-китайском торговом сотрудничестве в 2015 году [Электронный ресурс] // Режим доступа: [http://www.ved.gov.ru/exportcountries/cn/cn\\_ru\\_relations/cn\\_ru\\_trade/](http://www.ved.gov.ru/exportcountries/cn/cn_ru_relations/cn_ru_trade/).
2. Астахова Е.В. Анализ конкурентоспособности предприятий розничной торговли Приморского края // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2016. – Т. 5, № 3 (16). – С. 34–37.

3. Астахова Е.В., Айхеле Д.В. Особенности международного бизнеса на приграничных территориях // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2016. – Т. 5, № 3 (16). – С. 14–17.

4. Интернет-торговля в России – 2014. Годовой отчет. Совместное исследование Data Insight, InSales и PayU [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://www.datainsight.ru/ecommerce2014>.

5. Основные итоги инвестиционного сотрудничества России и Китая [Электронный ресурс] // Портал внешнеэкономической информации Минэкономразвития РФ. – Режим доступа: [http://www.ved.gov.ru/exportcountries/cn/cn\\_ru\\_relations/cn\\_ru\\_projects](http://www.ved.gov.ru/exportcountries/cn/cn_ru_relations/cn_ru_projects).

6. Рынок онлайн-ритейла в России переживает стагнацию [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://www.arpp.ru/2009-01-28-14-46-37/278895-rynok-onlajn-ritejla-v-rossii-perezhiwaet-stagnatsiyu.html>.

7. Товарооборот России с Китаем перешел от спада к росту [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://www.tks.ru/news/nearby/2016/04/14/0003>.

8. Рожков Р. Российские онлайн-торговцы просят гос защиты от китайских конкурентов // Коммерсант. – 2016. – 12.10 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.akit.ru/kommersant\\_11okt16/](http://www.akit.ru/kommersant_11okt16/).

9. Overseas Direct Investment by Countries or Regions / National Bureau of Statistics of China. [Electronic resource] // National Bureau of Statistics of China. – URL: <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2015/indexeh.htm>.

#### References

1. Analiticheskaja spravka o rossijsko-kitajskom torgovom sotrudnichestve v 2015 godu [Jelektronnyj resurs] // Rezhim dostupa: [http://www.ved.gov.ru/exportcountries/cn/cn\\_ru\\_relations/cn\\_ru\\_trade/](http://www.ved.gov.ru/exportcountries/cn/cn_ru_relations/cn_ru_trade/).
2. Astahova E.V. Analiz konkurentosposobnosti predpriyatij roznichnoj trgovli primorskogo kraja // Azimut nauchnyh issledovanij: jekonomika i upravlenie. 2016. T. 5, no. 3 (16). pp. 34–37.
3. Astahova E.V., Ajhele D.V. Osobennosti mezhdunarodnogo biznesa na prigranichnyh territorijah // Azimut nauchnyh issledovanij: jekonomika i upravlenie. 2016. T. 5, no. 3 (16). pp. 14–17.
4. Internet-torgovlja v Rossii 2014. Godovoj otchet. Sovmestnoe issledovanie Data Insight, InSales i PayU [Jelektronnyj resurs] // Rezhim dostupa: <http://www.datainsight.ru/ecommerce2014>.
5. Osnovnye itogi investicionnogo sotrudnichestva Rossii i Kitaja [Jelektronnyj resurs] // Portal vneshnejekonomicheskoj informacii Minjekonomrazvitija RF. Rezhim dostupa: [http://www.ved.gov.ru/exportcountries/cn/cn\\_ru\\_relations/cn\\_ru\\_projects](http://www.ved.gov.ru/exportcountries/cn/cn_ru_relations/cn_ru_projects).
6. Rynok onlajn-ritejla v Rossii Perezhiwaet stagnaciju [Jelektronnyj resurs] // Rezhim dostupa: <http://www.arpp.ru/2009-01-28-14-46-37/278895-rynok-onlajn-ritejla-v-rossii-perezhiwaet-stagnatsiyu.html>.
7. Tovaroorobot Rossii s Kitaem pereshel ot spada k rostu [Jelektronnyj resurs] // Rezhim dostupa: <http://www.tks.ru/news/nearby/2016/04/14/0003>.
8. Rozhkov R. Rossijskie onlajn-torgovcy prosjat gos zashhity ot kitajskih konkurentov // Kommersant. 2016. 12.10 [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [http://www.akit.ru/kommersant\\_11okt16/](http://www.akit.ru/kommersant_11okt16/).
9. Overseas Direct Investment by Countries or Regions / National Bureau of Statistics of China. [Electronic resource] // National Bureau of Statistics of China. URL: <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2015/indexeh.htm>.

УДК 336.531.2

## МЕТОДЫ ПРЯМОГО УЧАСТИЯ ГОСУДАРСТВА В ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Валишвили М.А., Никитская Е.Ф.

ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», Москва,  
e-mail: 9765501@mail.ru, elena-nikitskaya@yandex.ru

Макроэкономическая ситуация, сложившаяся к настоящему времени, ставит перед государством стратегическую цель создания инвестиционной среды, благоприятной для частных инвесторов. Данная цель реализуется путем проведения государственной инвестиционной политики. Государственное регулирование инвестиционной деятельности в первую очередь направлено на поддержку приоритетных отраслей и производств, носить комплексный и системный характер. Кроме того, государство имеет все основания для осуществления активной деятельности в роли непосредственного инвестора. Однако необходимо учитывать, что государство должно способствовать притоку частных инвестиций, а не вытеснять их и полностью замещать бюджетными капиталовложениями. Настоящая статья посвящена исследованию экономической сущности осуществления вложений государством в качестве инвестора. Рассмотрены организационные и правовые основы участия государства в инвестиционном процессе путем вложения средств федерального бюджета и специализированных внебюджетных фондов. На основании имеющихся статистических данных выявлены приоритетные направления, по которым реализуется государственная финансовая поддержка за счет средств федерального бюджета.

**Ключевые слова:** инвестиции, капитальные вложения, бюджет, инвестиционные фонды, правовое регулирование

## METHODS OF DIRECT STATE PARTICIPATION IN INVESTMENT ACTIVITY

Valishvili M.A., Nikitskaya E.F.

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow,  
e-mail: 9765501@mail.ru, elena-nikitskaya@yandex.ru

Macroeconomic situation, which has formed to the present time, puts towards the State the strategic goal of creating comfortable investment environment for the private investors. This goal is achieving by carrying the State investment policy. The national regulation of investment activity firstly aimed at supporting of priority branches and productions and has comprehensive and systematic nature. Moreover, the state has all reasons for performing activity as direct investor. But, it should be considered, that the State should help of the flow of private investments and not displace and completely replace it with budget investments. Present article is devoted to researching of economic essence of implementation the State investments in a role of investor. Here reviewed organizational and legal basis of the State participation in investment process by investing funds of federal budget and special off-budget funds. On the basis of available statistical data were identified priority directions in which are realized the state financial support at the expense of federal budget.

**Keywords:** investments, capital investments, budget, investment funds, legal regulation

Если рассматривать экономику страны в целом, как хозяйственную систему, то для нее сохраняется общеизвестный принцип: без инвестиций нет развития, нет роста капитала. Инвестиции являются одной из основ социально-экономического развития на макроэкономическом уровне, при этом инвестиционная деятельность основывается на многообразии форм собственности, осуществляется при активном участии государства. Государство как крупнейший публично-правовой институт имеет несколько функций связанных с регулированием инвестиционного процесса. Во-первых, установление законодательно закрепленных правил и норм взаимодействия участников инвестиционного процесса. Во-вторых, выбор стратегических инвестиционных приоритетов с целью обеспечения структурной сбалансированности экономики страны

в целом. В-третьих, реализация прав и возможностей государства как субъекта хозяйствования и непосредственного собственника инвестиционных ресурсов.

С точки зрения институционализма государство в качестве рыночного игрока имеет преимущества перед фирмами и предпринимателями. Об этом говорил лауреат Нобелевской премии Рональд Коуз: «Правительство в определенном смысле представляет собой сверхфирму (но очень особого вида), поскольку оно способно влиять на использование факторов производства с помощью административных решений... Правительство, если пожелает, может вообще обойти рынок, чего фирма сделать не в состоянии. Фирме приходится заключать соглашение с владельцами используемых ею факторов производства» [6]. Согласно Р. Коузу, правительство может мобилизовать собствен-

ность и декретировать, какие именно факторы производства следует использовать. В этом в первую очередь проявляется прямое участие государства в инвестиционном процессе.

Вопрос о принципах участия государства в инвестиционной деятельности во многом связан с проблемой ограниченности финансового потенциала для инвестиционного подъема [3]. Именно поэтому в условиях дефицита частных финансовых ресурсов государственные инвестиции являются одним из важнейших средств развития национальной экономики. Государство как инвестор характеризуется самым высоким уровнем имущественной самостоятельности, поскольку обладает правом собственности на соответствующий объем бюджетных средств, направляемый на инвестирование государственных проектов [14]. При этом приоритетной задачей органов государственной власти является определение и согласование интересов общества и государства при принятии решений об инвестировании централизованных фондов денежных средств.

Реальные инвестиции, направленные в традиционное, уже существующее на рынке производство, связанные с приобретением машин, оборудования, модернизацией и строительством зданий и сооружений, способствуют увеличению производственного потенциала и обеспечивают экономический рост. Заметим, что с 2013 года, согласно методологии Росстата, в составе инвестиций в основной капитал учитываются также инвестиции в объекты интеллектуальной собственности, а также затраты на научно-исследовательские опытно-конструкторские и технологические работы, что отражает направленность российской экономики на инновационный вектор развития. Вне зависимости от характера инвестиционных вложений, повышение инвестиционной активности – необходимое условие экономического роста, а затухание инвестиционной активности неизбежно приводит к рецессии.

Статистические данные подтверждают приведенный выше тезис. На рис. 1 отображены в сравнении динамика показателей ВВП и ввода основных фондов за период 1992–2014 гг., который специфичен тем, что включил в себя четыре кризисных периода – экономический кризис начала 90-х, связанный с радикальным рыночным реформированием, дефолт 1998 г., мировой финансовый кризис 2008–2009 гг., существенно затронувший экономическую ситуацию в России и рецессию, возникшую с 2011–2012 гг., несколько усилившуюся

под воздействием санкционного режима стран Запада в 2014 г.

Для характеристики экономического роста в соотношении с инвестициями в основной капитал использованы цепные и базисные темпы прироста, при этом в качестве базисного значения был принят 1991 г. Темпы прироста, рассчитанные за достаточно продолжительный период, обнаружили, с одной стороны, ситуацию крайней экономической нестабильности в России, с другой стороны, тесную взаимосвязь между динамикой прироста ВВП и инвестициями в основные фонды. Данная зависимость, имеющая признаки закономерности, явно проявилась с 1992 г. по 2010 г. Ситуация изменилась в 2011–2014 гг.: базисные показатели позволили выявить резкое отставание темпов роста ВВП от накопленного потенциала инвестиционных вложений в основные фонды, что означает снижение эффективности использования последних.

Роль государства в инвестиционном процессе проявляется не только в непосредственном вложении бюджетных ресурсов в инвестиционные проекты и программы, но и в стимулировании частных инвесторов. В связи с этим встает вопрос о том, какие инвестиции более эффективны – частные или государственные? По этому поводу главный научный сотрудник Института экономики РАН Л. Зевин отмечает: «Спор, какие инвестиции более эффективны – частные или государственные – вне временных рамок и анализа состояния экономики страны... вообще бессмыслен. Никто не спорит, что в классической теории, при нормальной равновесной ситуации в экономике доминируют частные инвестиции, и инвестиционное вмешательство государства поэтому не нужно и не эффективно. Но что делать, когда равновесие серьезно нарушено и необходима мобилизация государства для решения задач, связанных с выживанием страны, решением важнейших социальных проблем, укреплением позиций в мировом хозяйстве, осуществлением очередного технологического прорыва? На мой взгляд, история дала на этот вопрос весьма недвусмысленный ответ» [15].

На государственном уровне вопрос о целесообразности государственных инвестиций решен однозначно. Так, в Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года поставлена задача модернизации российской экономики, снятия инфраструктурных и институциональных ограничений, а также создания условий для инновационного развития экономики за счет вложения государственных инвестиций в объеме не ниже 4% ВВП ежегодно.

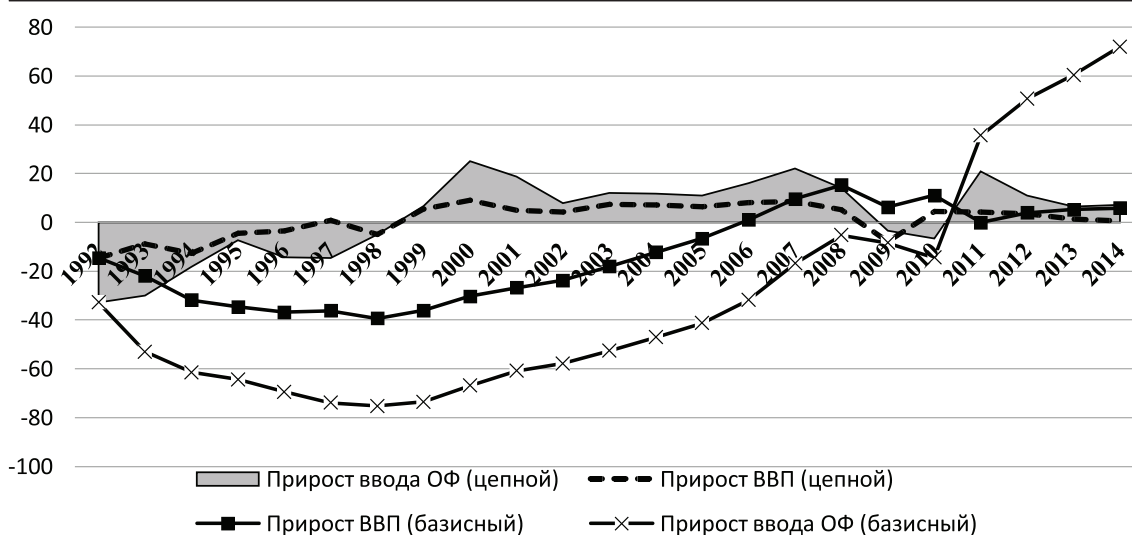


Рис. 1. Динамика цепных и базисных темпов прироста ВВП и прироста инвестиций в основной капитал в России за период 1992–2014 гг. Примечания: \*Расчитано авторами по данным Росстата, \*\* ВВП в сопоставимых ценах

В соответствии с действующим законодательством, под бюджетными инвестициями понимаются бюджетные средства, направляемые на создание или увеличение за счет средств бюджета стоимости государственного (муниципального) имущества [2].

Осуществление государственных инвестиций имеет ряд особенностей, а именно:

- бюджетные средства являются основным источником вложений;
- основания и порядок бюджетных капиталовложений регламентируются органами государственной власти;
- размер бюджетных инвестиций непосредственно закрепляется в утвержденном федеральном бюджете;
- контроль над целевым использованием предоставленных средств осуществляется Счетной палатой РФ.

Таким образом, отличительной чертой подобных капиталовложений является то, что именно государством определяются объекты, объемы и источники инвестиций.

Планирование бюджетных ассигнований на реализацию федеральных целевых программ, бюджетных ассигнований в объекты капитального строительства, не включенных в федеральные целевые программы, взносов в уставные капиталы открытых акционерных обществ, а также на предоставление бюджетам субъектов Российской Федерации субсидий на софинансирование объектов капитального строительства государственной собственности субъектов Российской Федера-

ции (муниципальной собственности) на 2015–2017 годы осуществлялось с учетом необходимости решения ключевых задач и достижения конкретных целей социально-экономического развития страны с учетом приоритетов, выбранных Президентом Российской Федерации и Правительством Российской Федерации.

Существующая система нормативно-правовых актов определяет положение субъекта инвестиционной деятельности, устанавливает юридическую ответственность, определяет различные использование инвестиционной деятельности и контролирует отношения между участниками, в том числе и взаимоотношения с государством [10]. Возможность осуществления государством инвестиций, а также правовое регулирование инвестиционного процесса с участием государства закреплено в Бюджетном кодексе РФ, а также в Федеральном законе «Об инвестиционной деятельности в РФ, осуществляемой в форме капитальных вложений» от 25.02.1999 № 39-ФЗ.

Статья 79 БК РФ регламентирует возможность бюджетных ассигнований на осуществление бюджетных инвестиций в форме капитальных вложений из бюджетов бюджетной системы Российской Федерации, в том числе в рамках государственных (муниципальных) программ. Кроме того, бюджетные инвестиции в объекты капитального строительства государственной (муниципальной) собственности могут осуществляться в соответствии с концессионными соглашениями [2].

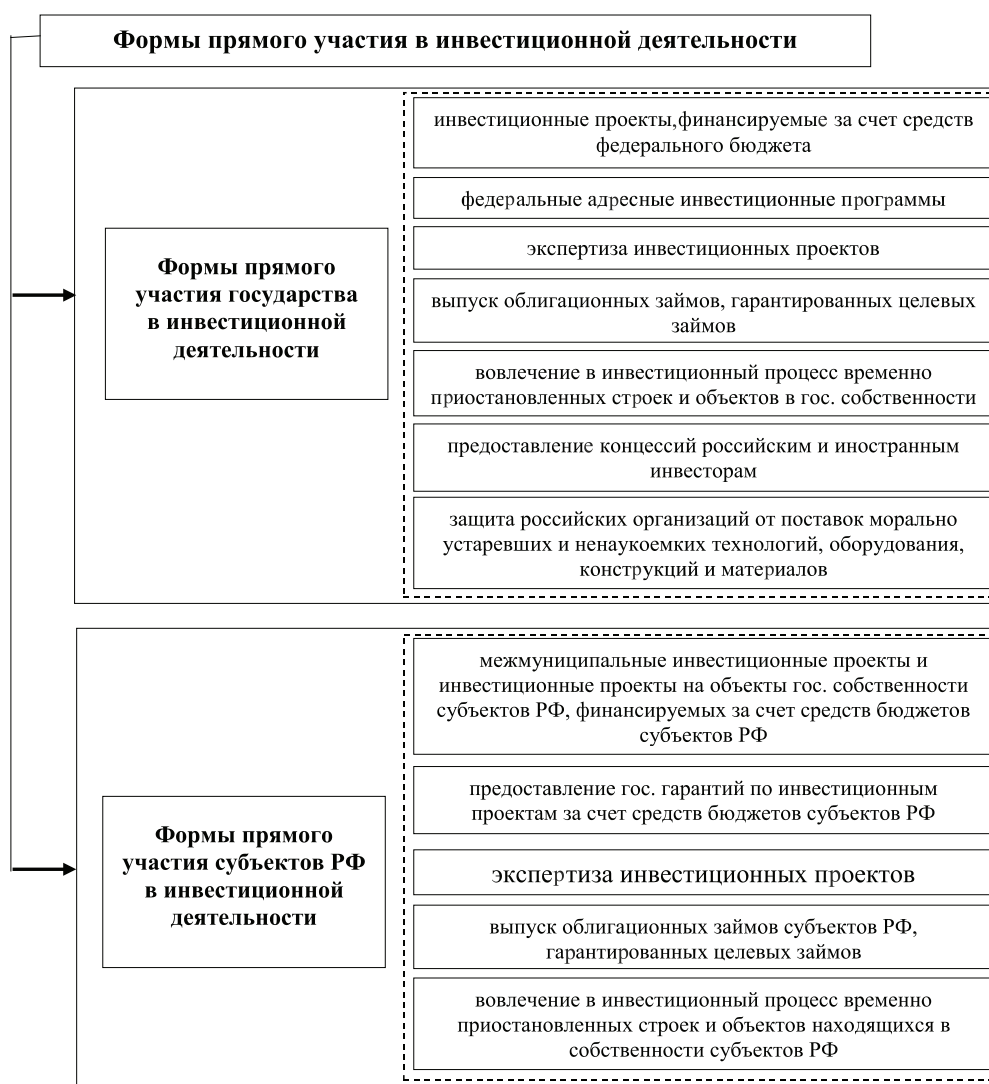


Рис. 2. Формы прямого участия РФ и субъектов РФ в инвестиционной деятельности

Способы прямого участия государства в инвестиционной деятельности регламентируются в первую очередь Федеральным законом № 39-ФЗ, а именно пунктом 2 части 2 статьи 11 «Формы и методы государственного регулирования инвестиционной деятельности, осуществляемой в форме капитальных вложений». Следует отметить, что закон предусматривает отдельный перечень способов участия на федеральном и региональном уровнях (рис. 2).

Как видно из представленного рисунка, возможности участия Российской Федерации в осуществлении инвестиционной деятельности несколько шире, чем возможности региональных властей.

Федеральным законом № 39-ФЗ установлен порядок принятия решений об осу-

ществлении государственных капитальных вложений (ст. 13), а также порядок проверки эффективности инвестиционных проектов, финансируемых полностью или частично за счет средств федерального бюджета, бюджетов субъектов Российской Федерации, местных бюджетов, и достоверности их сметной стоимости (ст. 14), что имеет под собой целью защиту интересов государства от реализации неэффективных инвестиционных проектов. Однако, даже если инвестиционный проект прошел всестороннюю проверку и утверждение соответствующими государственными органами, запланированный уровень эффективности его реализации не может быть гарантирован.

В системе бюджетных расходов бюджетные инвестиции связаны с вложением денеж-

ных средств в основные фонды и нематериальные активы, созданием государственных (муниципальных) запасов и резервов [7]. В роли инвестора за счет средств федерального бюджета государство выступает при реализации федеральных адресных инвестиционных программ, которые представляют собой программы, содержащие сведения об объектах капитального строительства, для строительства (реконструкции, технического перевооружения) которых предоставляются средства федерального бюджета в порядке, установленном бюджетным законодательством РФ. Порядок формирования и ведения Федеральной адресной инвестиционной программы должен быть установлен Правительством Российской Федерации. Порядок и условия разработки и реализации федеральных целевых программ утверждены Постановлением Правительства РФ от 13 сентября 2010 г. № 716 «Правила формирования и реализации федеральной адресной инвестиционной программы».

Программно-целевое планирование позволяет успешно финансировать проекты,

которые малопривлекательны для частного сектора, а также воплощать менее масштабные и частные социально-экономические задачи. Высказывается мнение, что программно-целевой метод представляет собой способ решения крупных и сложных социально-экономических проблем, связанных с достижением поставленных целей и устранением возникших деструктивных процессов [8]. Во всех случаях основным элементом выступает определение конечных качественно и количественно измеримых результатов расходования бюджетных средств и показателей, которые позволят судить о степени достижения программных целей [11]. В 2015 году на территории России действовало 51 федеральная целевая программа (ФЦП), в 2016–2017 годах запланирована реализация 36 и 32 ФЦП соответственно.

Бюджетные ассигнования на реализацию федеральных целевых программ и непрограммной части федеральной адресной инвестиционной программы (ФАИП) представлены в табл. 1.

Таблица 1

Бюджетные инвестиции на реализацию ФЦП и ФАИП (млрд руб.)

	2014 г.	2015 г.		2016 г.		2017 г. проект
	Закон 349-ФЗ	Закон 349-ФЗ	проект	Закон 349-ФЗ	проект	
Всего:	1 511,90	1 674,90	1 697,10	1 588,30	1 579,40	1 440,20
Федеральные целевые программы	1 152,10	1 282,60	1 285,60	1 268,20	1 243,8	1 104,90
Непрограммная часть ФАИП	359,8	392,3	411,5	320,1	335,6	335,3

Источники: Основные направления бюджетной политики на 2015 год и на плановый период 2016 и 2017 годов.

Таблица 2

Объемы инвестиций из ФНБ на некоторые инвестиционные проекты

Направления инвестирования	Инвестировано из ФНБ	Использовано, млрд рублей	Использовано, %
Всего	463,2	294,8	63,6%
Строительство «интеллектуальных сетей»	1,08	0,36	33,3%
Модернизация железнодорожной инфраструктуры Транссиба и БАМа с развитием пропускных и провозных способностей	50	3,7	7,4%
Центральная кольцевая автомобильная дорога (Московская область)	21,7	0	0,0%

Источники: составлено авторами на основании материалов мониторинга и оценки эффективности размещения и использования средств Резервного фонда и Фонда национального благосостояния.

Приоритетными отраслями реализации федеральных целевых программ являются традиционные сферы интересов государства и общества, а именно: развитие образования, улучшение жилищных условий граждан, национальная безопасность, в том числе экологическая, продовольственная безопасность, развитие научных исследований и разработок по приоритетным направлениям научно-технологического комплекса России и пр.

Помимо реализации целевых программ на всех уровнях осуществления государственной и муниципальной власти, сегодня созданы многочисленные инвестиционные фонды, которые специализируются на работе в той или иной сфере.

В Бюджетном послании на 2013–2015 годы [1] Президент России В.В. Путин отметил, что часть дополнительных нефтегазовых доходов, направляемых в Фонд национального благосостояния (ФНБ), может использоваться для финансирования инфраструктурных проектов. В развитие этого вопроса, выступая на Экономическом форуме в Санкт-Петербурге, он предложил инвестировать часть накоплений Пенсионного фонда (ПФР) в долгосрочные облигации для финансирования крупных инфраструктурных проектов.

В перечень инфраструктурных проектов, реализация которых инвестируется за счет средств ФНБ или пенсионных накоплений, включены 12 инвестиционных проектов с общим предельным объемом финансирования в размере 972,5 млрд руб., инвестируемых на возвратной основе. В их числе: строительство Центральной кольцевой автомобильной дороги в Московской области (ЦКАД), расширение Байкало-Амурской и Транссибирской железнодорожных магистралей. Значимость реализации подобных проектов признают на всех уровнях государственной власти. В частности, председатель Счетной палаты Т. Голикова отметила, что размещение средств ФНБ в активы, связанные с реализацией самокупаемых инфраструктурных проектов, должно было стать стимулом экономического роста.

По состоянию на 1 января 2016 года инвестировано в финансовые активы юридических лиц, на депозиты и субординированные депозиты в целях финансирования инфраструктурных проектов средств на общую сумму 545,7 млрд рублей или 56,1% от предельного объема средств ФНБ. На финансирование инвестиционных проектов было направлено 463,2 млрд рублей средств ФНБ. Привлечение средств ФНБ на депозиты банков и часть субординированных депозитов банков, размещенная на депози-

тах в Банке России, составило 82,5 млрд рублей [9] (табл. 2).

Исходя из представленных в табл. 2 сведений, мы можем говорить о необходимости повышения эффективности инвестирования средств ФНБ, в частности проведения более детальной и всесторонней экспертизы проектов, а также о необходимости усиления контроля за реализацией данных проектов.

Постановлением Правительства Российской Федерации № 694 от 23.11.2005 г. [13] в конце 2005 г. был образован Инвестиционный фонд Российской Федерации. Его основной задачей является создание и развитие инфраструктуры в рамках реализации инвестиционных проектов, направленных на социально-экономическое развитие страны. В соответствии со ст. 179.2 БК РФ инвестиционным фондом является часть средств бюджета, подлежащая использованию в целях реализации инвестиционных проектов, осуществляемых на принципах государственно-частного партнерства. Порядок формирования и использования средств инвестиционного фонда устанавливается Постановлением Правительства Российской Федерации № 134 от 01.03.2008 г. [12].

Ресурсы Инвестиционного фонда РФ в первую очередь направляются на реализацию крупных проектов, имеющих социально-экономическое значение в масштабах всей страны, инновационных проектов, а также проектов в рамках концессионных соглашений. Распоряжениями Правительства РФ утверждены 20 инвестиционных проектов, имеющих общегосударственное значение, для реализации которых представляется государственная поддержка за счет средств Инвестиционного фонда в объеме более 320 млрд рублей (на 1 рубль средств Фонда привлекаемые средства инвесторов составляют около 2 рублей). Такими проектами являются, например, строительство в г. Санкт-Петербурге автомобильной дороги «Западный скоростной диаметр», строительство нового выхода на Московскую кольцевую автомобильную дорогу с федеральной автомобильной дороги М-1 «Беларусь» Москва – Минск, создание транспортной инфраструктуры для освоения минерально-сырьевых ресурсов юго-востока Забайкальского края, комплексная программа строительства и реконструкции объектов водоснабжения и водоотведения г. Ростова-на-Дону и юго-запада Ростовской области, данные и другие проекты утверждены Распоряжением Правительства РФ от 30.11.2006 года № 1708-р.

Предоставлении концессий российским и иностранным инвесторам по итогам торгов (аукционов и конкурсов) в последние

годы является эффективным и широко используемым способом прямого участия государства в инвестиционной деятельности. Правоотношения сторон по договору коммерческой концессии регламентирует глава 54 Гражданского кодекса РФ «Коммерческая концессия», а принципы регулирования концессионных договорных отношений прописаны в Федеральном законе от 21 июля 2005 г. № 115-ФЗ «О концессионных соглашениях». Целью отношений коммерческой концессии является продвижение на рынке товаров, работ и услуг, производимых (продаваемых) правообладателем, а улучшение инвестиционного климата и развитие рыночных отношений. Концессия закрепляет механизм государственно-частного партнерства, действующий по типу BOOT (build, own, operate, transfer), договоры на реализацию инфраструктурного проекта, инвестиционные договоры, заключаемые органами власти с инвесторами.

На сегодняшний день утверждено более 1300 проектов, реализуемых в рамках государственно-частного партнерства, по которым принято решение о реализации, из них 15 проектов федерального уровня, 191 – регионального и 1100 – муниципального уровня. Общий объем частных инвестиций – 640,3 млрд руб. [4].

Отечественным и иностранным инвесторам предоставляются концессии по результатам торгов (аукционов, конкурсов) на основании положений Федерального закона от 5 апреля 2013 г. № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд». Таким образом, федеральные органы власти и органы власти субъектов РФ имеют правовые и экономические основания для непосредственного осуществления инвестиционной деятельности в качестве инвестора с целью реализации своих потребностей и повышения уровня развития национальной экономики.

В рамках прямого участия в инвестиционной деятельности государство может размещать средства федерального бюджета в иных инвестиционных проектах на принципах возвратности, срочности и возмездности. Данный вид инвестиционной деятельности государства регулируется Федеральным законом от 21 июля 2005 г. № 94-ФЗ «О размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд». Кроме того, существует механизм размещения средств государственного бюджета на создание и/или покупку акций акционерных обществ. Полученные акции будут являться собственностью государства и мо-

гут быть проданы в целях получения дохода от реализации на рынке ценных бумаг.

Выпуск гарантированных целевых займов и облигационных займов является еще одним способом участия государства в инвестиционной деятельности. Заемные отношения, возникающие при заключении договора целевого займа регулируются статьями 807–818 Гражданского кодекса РФ. Целевой заем представляет собой предоставление заемщику финансовых средств или определенных вещей с условием использования предоставленного займа на конкретные цели. Согласно ст. 814 Гражданского кодекса РФ, если договор займа заключен с условием использования заемщиком полученных средств на определенные цели (целевой заем), заемщик обязан обеспечить возможность осуществления заимодавцем контроля за целевым использованием суммы займа. В случае невыполнения заемщиком условия договора займа о целевом использовании суммы займа, а также при нарушении обязанностей, предусмотренных п. 1 ст. 814 ГК РФ, заимодавец вправе потребовать от заемщика досрочного возврата суммы займа и уплаты причитающихся процентов, если иное не предусмотрено договором. Как правило, государственные займы осуществляются в форме облигационных займов, при которых государство эмитирует облигации, которые приобретаются физическими и юридическими лицами. Особенности эмиссии и погашения государственных облигаций установлены Федеральным законом от 29 июля 1998 г. № 136-ФЗ «Об особенностях эмиссии и обращения государственных и муниципальных ценных бумаг».

В последние годы роль государства как инвестора в российской экономике усиливается, что выражается не только в количественных показателях объема государственных инвестиций, но и уровне, масштабе правового регулирования инвестиционной деятельности государства. Выступая в качестве инвестора, государство опирается на правовые основы при осуществлении прямого финансирования строек и объектов технического перевооружения для федеральных государственных нужд. Возможность бюджетных инвестиций в объекты капитального строительства государственной (муниципальной) собственности четко регламентирована в Бюджетном кодексе РФ. Необходимо отметить, что, в отличие от частного инвестора, государство, инвестируя средства бюджета, преследует в первую очередь социально значимые цели и исходит из степени общественной значимости реализации того или иного проекта.



Государственные инвестиции направлены преимущественно не на извлечение прибыли, а на достижение положительного социально значимого результата.

### Список литературы

1. Бюджетное послание Президента РФ Федеральному собранию от 28.06.2012 «О бюджетной политике в 2013–2015 годах». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_131836/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_131836/).
2. Бюджетный кодекс Российской Федерации от 31.07.1998 № 145-ФЗ (ред. от 30.11.2016). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_19702/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19702/).
3. Игонина Л.Л. Инвестиции. Учебное пособие. – М.: «Экономистъ», 2005. – 478 с.
4. Исследование «Развитие государственно-частного партнерства в России в 2015–2016 годах. Рейтинги регионов по уровню развития ГЧП» / Ассоциация «Центр развития ГЧП», Министерство экономического развития Российской Федерации. – М.: Ассоциация «Центр развития ГЧП», 2016. – 36 с.
5. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_82134/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/).
6. Коуз Рональд Фирма, рынок и право / Рональд Коуз; пер. с англ.: Б. Пинскер. – М.: Фонд Либеральная миссия: Новое изд-во, 2007. – С. 221.
7. Крохина Ю.А. Финансовое право России: учебник. – 3е изд., перераб. и доп. – М.: НОРМА, 2008. – С. 286.
8. Лукьяненко З.Ю., Юргова Л.Ю. Программно-целевой метод в государственном управлении бюджетной сферой // ARS ADMINISTRANDI. – 2014. – № 2. – С. 72–78.
9. Мониторинг и оценка эффективности размещения и использования средств Резервного фонда и Фонда национального благосостояния. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://audit.gov.ru/press\\_center/news/26464](http://audit.gov.ru/press_center/news/26464).
10. Никитская Е.Ф., Валишвили М.А. Механизмы стимулирования инвестиционно-инновационной деятельности на региональном уровне: социально-экономические и правовые аспекты // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». – 2016. – Том 8, № 6; <http://naukovedenie.ru/PDF/83EVN616.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
11. Никитская Е.Ф., Валишвили М.А. Финансовые и организационно-экономические условия применения программно-целевого метода в контексте социально-экономического развития регионов. // Управление экономическими системами: (электронный научный журнал). – 2015. – № 9. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uecs.ru/finans-i-kredit/item/3716-2015-09-28-06-46-34>.
12. Постановление Правительства РФ от 01.03.2008 № 134 (ред. от 07.12.2015) «Об утверждении Правил формирования и использования бюджетных ассигнований Инвестиционного фонда Российской Федерации». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102120250>.
13. Постановлением Правительства РФ от 23.11.2005 № 694 «Об Инвестиционном фонде Российской Федерации». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_56677/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_56677/).
14. Сидорова Е. К вопросу о понятии «государственные инвестиции» // Власть. – 2011. – № 9. – С. 105–107.

15. Хейфец Б.А. Государственные инвестиции в рыночной экономике: пределы и возможности: материалы круглого стола. – М.: АОЗТ «ЭПИКОН», 2006.

### References

1. Bjudzhetnoe poslanie Prezidenta RF Federalnomu sobraniju ot 28.06.2012 «O bjudzhetnoj politike v 2013–2015 godah». [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_131836/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_131836/).
2. Bjudzhetnyj kodeks Rossijskoj Federacii ot 31.07.1998 no. 145-FZ (red. ot 30.11.2016). [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_19702/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19702/).
3. Igonina L.L. Investicii. Uchebnoe posobie. M.: «Jekonomistъ», 2005. 478 p.
4. Issledovanie «Razvitie gosudarstvenno-chastnogo partnerstva v Rossii v 2015–2016 godah. Rejting regionov po urovnju razvitija GChP» / Associacija «Centr razvitija GChP», Ministerstvo jekonomicheskogo razvitija Rossijskoj Federacii. M.: Associacija «Centr razvitija GChP», 2016. 36 p.
5. Koncepcija dolgosrochnogo socialno-jekonomicheskogo razvitija Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_82134/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/).
6. Kouz Ronald Firma, rynok i pravo / Ronald Kouz; per. s angl.: B. Pinsker. M.: Fond Liberalnaja missija: Novoe izd-vo, 2007. pp. 221.
7. Krohina Ju.A. Finansovoe pravo Rossii: uchebnik. 3e izd., pererab. i dop. M.: NORMA, 2008. pp. 286.
8. Lukjanenko Z.Ju., Jurgova L.Ju. Programmno-celevoj metod v gosudarstvennom upravlenii bjudzhetnoj sferej // ARS ADMINISTRANDI. 2014. no. 2. pp. 72–78.
9. Monitoring i ocenka jeffektivnosti razmeshhenija i ispolzovanija sredstv Rezervnogo fonda i Fonda nacionalnogo blagosostojanija. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [http://audit.gov.ru/press\\_center/news/26464](http://audit.gov.ru/press_center/news/26464).
10. Nikitskaja E.F., Valishvili M.A. Mehanizmy stimulirovanija investicionno-innovacionnoj dejatelnosti na regionalnom urovne: socialno-jekonomicheskie i pravovye aspekty // Internet-zhurnal «NAUKOVEDENIE». 2016. Tom 8, no. 6; <http://naukovedenie.ru/PDF/83EVN616.pdf> (dostup svobodnyj). Zagl. s jekrana. Jaz. rus., angl.
11. Nikitskaja E.F., Valishvili M.A. Finansovye i organizacionno-jekonomicheskie uslovia primenenija programmno-celevogo metoda v kontekste socialno-jekonomicheskogo razvitija regionov. // Upravlenie jekonomicheskimi sistemami: (jelektronnyj nauchnyj zhurnal). 2015. no. 9. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.uecs.ru/finans-i-kredit/item/3716-2015-09-28-06-46-34>.
12. Postanovlenie Pravitelstva RF ot 01.03.2008 no. 134 (red. ot 07.12.2015) «Ob utverzhenii Pravil formirovanija i ispolzovanija bjudzhetnyh assignovanij Investicionnogo fonda Rossijskoj Federacii». [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102120250>.
13. Postanovleniem Pravitelstva RF ot 23.11.2005 no. 694 «Ob Investicionnom fonde Rossijskoj Federacii». [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_56677/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_56677/).
14. Sidorova E. K voprosu o ponjatii «gosudarstvennye investicii» // Vlast. 2011. no. 9. pp. 105–107.
15. Hejfec B.A. Gosudarstvennye investicii v rynochnoj jekonomike: predely i vozmozhnosti: materialy kruglogo stola. M.: AOZT «JePIKON», 2006.

УДК 330.322.013

**ОБ УЧЕТЕ ФАКТОРА ВРЕМЕНИ ПРИ ОЦЕНКЕ СТОИМОСТИ  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО КАПИТАЛА ДОХОДНЫМ ПОДХОДОМ****Гапоненко Т.В.***ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону,  
e-mail: gaponenko.t@mail.ru*

В статье исследовано временное противоречие между знаниевыми и экономическими результатами использования интеллектуального капитала организации. Рассмотрены недостатки методов прямой капитализации и дисконтирования денежных потоков при оценке стоимости интеллектуального капитала доходным подходом, связанные с разной направленностью векторов поведения во времени знаниевых и экономических результатов использования интеллектуального капитала. Проведен анализ способов построения ставки дисконтирования при оценке стоимости интеллектуального капитала организации доходным подходом, сделаны выводы о некорректности использования ставки дисконтирования как инструмента учета рисков в случаях, когда распределение во времени наиболее опасных рисков, влияющих на стоимость интеллектуального капитала, не совпадает с распределением ставки дисконтирования. Предложен алгоритм формирования стоимости интеллектуального капитала организации, позволяющий последовательно учесть разнонаправленность поведения во времени экономических, знаниевых результатов использования интеллектуального капитала и влияющих на них рисков.

**Ключевые слова:** интеллектуальный капитал, оценка стоимости, доходный подход, метод прямой капитализации, дисконтирование денежных доходов, коэффициент дисконтирования, риски

**ON ACCOUNT OF TIME FACTOR IN THE ASSESSMENT OF VALUE  
OF INTELLECTUAL CAPITAL INCOME APPROACH****Gaponenko T.V.***Federal state-funded educational institution of higher professional education Don State Technical University (DSTU), Rostov-on-Don, e-mail: gaponenko.t@mail.ru*

In the paper a temporary contradiction between *znanievymi* and economic results of the use of the intellectual capital of the organization. The shortcomings of direct capitalization method and the discounted cash flows in the valuation of intellectual capital income approach, associated with varying direction of the vector behavior in time *znanievyh* and economic results of the use of intellectual capital. The analysis methods for constructing the discount rate when evaluating the value of the intellectual capital of the organization based on income approach, conclusions about the incorrect use of the discount rate as the risk-based instrument in cases where the timing of the most dangerous risks affecting the value of intellectual capital, does not coincide with the distribution of the discount rate. An algorithm for the formation of intellectual capital value of the organization, enabling consistently take into account the different directions of the behavior in time of economic, *znanievyh* results of the use of intellectual capital and the risks that affect them.

**Keywords:** intellectual capital, valuation, income approach, the method of direct capitalization and discounted cash income, discount rate, risk

В современной экономике интеллектуальный капитал выступает частью общего капитала организации, без которой невозможен процесс производства конкурентоспособных товаров и оказания услуг. Все чаще ему приписывается роль основного фактора производства, поскольку современная успешная коммерческая деятельность невозможна без использования интеллектуально-креативного потенциала работников, грамотной внутренней организации процессов коммуникации, сохранения и накопления ценной информации, способной стать источником новых знаний, приносящих организации доход, а также налаженных взаимоотношений с поставщиками, потребителями и другими представителями внешней среды. В соответствии с теорией интеллектуального капитала, разрабатывае-

мой зарубежными учеными Э. Брукинг [1], К.-Э. Свейби [8] и другими, отечественными учеными, в частности А.Л. Гапоненко, Т.М. Орловой [3], А.Н. Козыревым [5], он обладает определенной ценностью, отражаемой в понятии «стоимость», имеет собственника. При этом следует отметить, что часть интеллектуального капитала – человеческий капитал – не принадлежит организации, а является неотъемлемой частью его носителя – индивидуума, который, как указывает О.Н. Мельников в статье [7], благодаря использованию своих интеллектуально-креативных способностей способен генерировать новизну в конкурентоспособное время.

В связи с выделением интеллектуального капитала в самостоятельный объект экономических отношений, признанием

его роли в развитии организации стала востребованной информация о его стоимости. Первоначально теоретико-методологический аппарат оценки стоимости был разработан для физического капитала, а затем стали осуществляться попытки адаптировать уже известную методологию оценки для интеллектуального капитала либо создавать новые методы его оценки. Однако и в том, и в другом случае пока не выработаны приемы и методы оценки его стоимости, с которыми были бы согласны большинство специалистов в данной области, поэтому исследования в этом направлении актуальны.

Как самостоятельный вид капитала, интеллектуальный капитал имеет ряд специфических свойств, определяющих особый подход к его измерению и оценке стоимости. Так, в работе [3] отмечается, что стоимость интеллектуального капитала будет разной для разных владельцев, так как зависит от способности владельца реализовать имеющиеся преимущества, в то время как стоимость физического капитала одинакова для разных владельцев. В работе [4] указывается, что стоимость отдельных структурных компонентов интеллектуального капитала ведет себя по-разному. Результаты интеллектуальной деятельности, как имеющие правовую охрану (патенты, свидетельства и т.п.), так и без нее (ноу-хау, техническое и программное обеспечение, аналитические отчеты и т.п.), зафиксированные на бумажных и электронных носителях, подвержены моральному износу, и их стоимость со временем снижается, так как снижается полезность и редкость заключенных в них знаний. Стоимость объектов прав на средства индивидуализации товаров и товаропроизводителей (свидетельств на товарный знак, знак обслуживания, право использования наименования места происхождения товара) может со временем вырасти, если будет проводиться грамотная политика по улучшению и распространению товаров и улучшения имиджа товаропроизводителя. Ценность человеческого капитала сначала возрастает по мере обучения, накопления опыта у работников, сохраняется в течение определенного периода времени, затем снижается по мере возрастного снижения их интеллектуально-креативных и физических возможностей. Ценность же потребительского капитала (отношения с потребителями, клиентами, поставщиками, другими субъектами внешней среды) может либо увеличиться со временем, либо уменьшиться в зависимости от случайных и непредсказуемых факторов. В этой связи задача оценки стоимости интеллектуального капи-

тала является весьма сложной в теоретико-методологическом плане, а потому дискуссионной.

На взгляд автора данной работы, основной причиной того, что не найден достаточно адекватный метод оценки стоимости интеллектуального капитала, является противоречие между внутренней знанием природой интеллектуального капитала и экономическим смыслом внешних результатов использования этих знаний. Если рассматривать физический капитал, то его физическая сущность подвержена износу, и он со временем теряет потенциал приносить доход. Сами доходы, приносимые физическим капиталом, также имеют свойство обесцениваться со временем под влиянием рисков, инфляции и по другим причинам, поэтому временных противоречий между сущностью физического капитала и оценкой приносимых им доходов не возникает. Но в случае с интеллектуальным капиталом ситуация иная.

Знания, образующие интеллектуальный капитал, являются ресурсом для генерации новых идей, коммерциализация которых позволит организации получить доход. В этом суть знаниевых результатов использования интеллектуального капитала, которые представляют собой знания о возможности получить экономическую выгоду или иную пользу для организации, обладающие потенциалом к дальнейшему углублению и развитию. При этом каждая реализованная идея становится базой для перехода на следующий уровень познания, где возможно получение доходов за счет коммерциализации знаний, полученных уже на новом этапе развития. Чем больше новых идей генерируется, тем более развитым становится знание в определенной области. Так как знания обладают свойством самовозрастания, то и интеллектуальный капитал обладает этим свойством за счет увеличения своей знаниевой первоосновы.

С другой стороны, сами по себе знания не являются капиталом, а становятся им только после вовлечения в экономический оборот. Экономическая же оценка прибыли, приносимой интеллектуальным капиталом и представляющей собой экономические результаты его использования, ведется только на одном, достигнутом в определенный момент времени уровне развития знаний (например, могут оцениваться доходы, приносимые конкретным патентом). Коммерциализация каждой «порции» знаний будет приносить прибыль, для которой свойственно обесценивание во времени под действием рисков, инфляции и других факторов.

Сравнивая содержание знаниевых и экономических результатов использования интеллектуального капитала, можно сказать, что знаниевые результаты воплощают в себе потенциальную прибыль за счет не-однократной будущей коммерциализации знаний, а экономические результаты – это результаты сегодняшней (либо ожидаемой в ближайшем будущем) однократной коммерциализации имеющихся на данный момент времени знаний.

Их трех базисных подходов, выработанных теорией оценочной деятельности (доходный, затратный, сравнительный), в наибольшей мере отвечает интересам собственников интеллектуального капитала доходный подход, поскольку он позволяет ответить на самые важные для них вопросы – какой доход будет приносить интеллектуальный капитал, насколько он привлекателен как объект инвестиций и т.д. Сущность доходного подхода заключается в том, что стоимость объекта оценки определяется как сумма ожидаемых за определенный период доходов с учетом необходимых расходов, то есть оцениваются будущие прибыли. Одной из основных проблем, с которой сталкиваются исследователи интеллектуального капитала, делающие попытки оценить его стоимость доходным подходом, является учет фактора времени. Он важен, поскольку экономические результаты от использования интеллектуального капитала оцениваются за определенный период, в течение которого также будет происходить наращивание знаниевой составляющей интеллектуального капитала. Парадокс здесь в том, что интерес к интеллектуальному капиталу как потенциальному объекту инвестиций может возникнуть как раз из-за ожиданий наращивания его стоимости под влиянием знаниевой составляющей, в то время как оценка экономических результатов, полученных благодаря использованию интеллектуального капитала, ведется с учетом их обесценения во времени.

Необходимость учета фактора времени при оценке будущих прибылей, приносимых интеллектуальным капиталом, не вызывает возражений и споров у исследователей, однако подавляющее большинство из них пока не видит иного пути учета временного фактора, кроме как при использовании процедур прямой капитализации или дисконтирования, основанных на оценке обесценения и приведения будущих экономических результатов от использования интеллектуального капитала к единому, как правило, начальному моменту времени.

Учет фактора времени при капитализации или дисконтировании предполагает

обесценение получаемых в будущем экономических результатов, однако за этот же период следует ожидать и наращивания внутреннего знаниевого потенциала интеллектуального капитала. Таким образом, налицо противоречие между знаниевыми и экономическими результатами использования интеллектуального капитала, и сложности в применении доходного подхода при оценке его стоимости связаны не столько с обоснованием ставки дисконтирования и обозначением временного горизонта прогнозирования будущих доходов от его использования, сколько с несовершенством самой процедуры учета фактора времени. Поскольку знания в процессе использования интеллектуального капитала могут увеличить свою стоимость благодаря эффекту самовозрастания, то это обуславливает объективную необходимость исследований возможности применения при оценке стоимости интеллектуального капитала иной, отличной от дисконтирования процедуры учета временного фактора.

Учитывая, что главное отличие знаниевых результатов использования интеллектуального капитала от экономических в том, что с течением времени их ценность нарастает, а ценность экономических результатов снижается, можно предположить следующее. Если процедура дисконтирования будет уместной для оценки экономических результатов от использования интеллектуального капитала и формирования на этой основе оценки их стоимости доходным подходом, то для оценки знаниевых результатов нужно применять процедуру наращивания. Соответственно, формула дисконтирования при замене коэффициента дисконтирования на коэффициент наращивания меняется на формулу наращивания, имеющую следующий вид:

$$P^{3H} = \sum_{i=1}^n P_i^{3H} \cdot k_i^{3H},$$

где  $P^{3H}$  – результаты использования знаний за весь период оценки;

$P_i^{3H}$  – результаты использования знаний в  $t$ -м году;

$k_i^{3H}$  – коэффициент наращивания знаний, принятый для  $t$ -го года;

$n$  – период оценки, лет.

Поскольку новые знания реинвестируются в оцениваемый интеллектуальный капитал, становясь базой для дальнейшего его развития, то коэффициент наращивания может быть определен по формуле сложных процентов:

$$k_i^{3H} = (1 + \alpha^{3H})^i,$$

где  $\alpha$  – норма наращивания знаний.

Применить предложенный методический подход на практике в настоящее время сложно ввиду того, что пока нет достаточно убедительного способа идентификации и измерения ожидаемых результатов использования знаний, методического обоснования определения нормы наращивания знаний. Решение этой задачи пока остается за рамками данного исследования, однако по этому поводу можно высказать следующее. Интенсивность наращивания знаний, воплощенных в интеллектуальном капитале, можно оценивать по косвенным признакам его роста. Например, такими признаками могут быть превышение темпов роста продаж над среднеотраслевыми темпами, темп роста доли рынка, темп роста стоимости акций и т.п. К примеру, можно было бы рассмотреть возможность использования в качестве ориентира для нормы наращивания  $\alpha^{\text{зн}}$  разницу между темпами прироста продаж организации и среднеотраслевыми темпами прироста.

Рассмотрим еще один аспект применения методов дисконтирования и капитализации в рамках доходного подхода – возможность учета рисков. Использование ставки дисконтирования как инструмента отражения рисков достаточно распространено в экономической практике и реализуется путем введения премии за риск, на которую увеличивается номинальная (безрисковая) ставка дисконтирования. Существует два способа построения ставки дисконтирования:

– интегральный. Классическим примером является применение ставки рефинансирования Центрального банка РФ либо требуемой инвестором нормы дохода на капитал. Этот способ построения не позволяет учитывать все возможные риски (если используется ставка рефинансирования, то в этом случае функция ставки дисконтирования больше отражает альтернативные издержки, чем риски), либо не в полной мере отражает их (если речь идет о норме доходности);

– поэлементный, включающий модель оценки капитальных активов (capital asset pricing model – CAPM) и метод кумулятивного построения.

Поэлементный метод построения ставки дисконтирования является весьма популярным в оценочной деятельности, поскольку дает возможность отразить риски. Классический вариант модели CAPM, рассматриваемый, к примеру, в работе [6], нацелен на учет только систематических вариативных рисков, инструментом их отражения является коэффициент  $\beta$ , который отражает только два вида рисков – политические и экономи-

ческие. На наш взгляд, это недостаточно широкий диапазон охвата возможных рисков, так как интеллектуальный капитал как объект оценки подвержен и иным рискам. Основой интеллектуального капитала служит человеческий капитал, для которого характерны социальные риски, однако модель CAPM не предусматривает возможности их учета. Субъективность оценок экспертов при определении коэффициента  $\beta$  ставит под сомнение объективность модели. Все вышесказанное служит серьезным препятствием к применению этого метода построения ставки дисконтирования при оценке стоимости интеллектуального капитала.

Кумулятивная модель построения ставки дисконта в общем случае определяется как сумма безрисковой ставки доходности и премий за каждый фактор риска. Достоинством данной модели является то, что она позволяет учесть разные виды рисков, в том числе и несистематические риски, свойственные конкретному объекту оценки (классическая модель CAPM учитывает преимущественно систематические экономические риски).

В любом случае, вне зависимости от выбранной модели построения, применение ставки дисконтирования предполагает, что чем дальше во времени период получения прибыли, тем меньше ее современная стоимость. Соответственно, опасность рисков тоже будет со временем снижаться, и это оправдано, если распределение рисков по времени будет совпадать с распределением ставки дисконтирования. Если же риски со временем станут более опасными, то использование постоянной ставки дисконтирования не будет адекватно отражать динамику риска, поскольку изменения во времени ставки дисконтирования и рисков будут противоположными. В качестве варианта решения данной проблемы можно предложить корректировать на риски непосредственно получаемый доход, тогда ставка дисконтирования будет отражать только альтернативные издержки. Как считает В. Галасюк, лишь эта функция, отражающая стоимость денег во времени, неотъемлемо присуща ставке дисконтирования [2]. Под альтернативными издержками понимаются выгоды, от которых приходится отказываться, вкладывая средства в тот или иной проект (объект), тогда ставка дисконтирования отражает выгодность альтернативных вариантов инвестирования. Как далее указывается в [2], необходимо различать среднерыночные и персональные альтернативные издержки. Среднерыночные издержки принимаются во вни-

мание при оценке однотипных объектов. При оценке стоимости интеллектуального капитала, который является уникальным в каждом конкретном случае, более целесообразным будет учет персональных альтернативных издержек, имеющих отношение к инвестору (покупателю, если оценка проводится для целей купли-продажи, либо заказчику оценки, если оценка проводится в целях консультирования). В этом случае персональные альтернативные издержки отражают то, от чего отказывается инвестор при вложении денег в интеллектуальный капитал.

Таким образом, процедура учета рисков, влияющих на стоимость интеллектуального капитала, должна быть реализована до капитализации или дисконтирования приносимых им доходов (прибыли). Соответственно, предлагается реализовать следующий алгоритм применения доходного подхода при оценке стоимости интеллектуального капитала:

1. Оценка будущих прибылей, получение которых возможно за счет эксплуатации интеллектуального капитала, сформировавшегося у организации на момент оценки.

2. Корректировка будущих прибылей с учетом перспектив наращивания знаниевой составляющей стоимости интеллектуального капитала.

3. Корректировка будущих прибылей с учетом опасности рисков снижения ожидаемых доходов, появления непредвиденных расходов.

4. Дисконтирование (капитализация) полученного денежного потока исключительно с целью учета альтернативных издержек.

Соблюдение предложенной последовательности действий позволяет учесть разную временную динамику знаниевых и экономических результатов использования интеллектуального капитала, а также рисков, способных привести к их обесценению.

### Выводы

1. Использование интеллектуального капитала позволяет получить два вида результатов:

– знаниевые, представляющие собой знания о возможности неоднократно получать экономическую выгоду или иной полезный эффект в будущем, при этом сумма доходов и сроки их получения не могут быть достаточно точно определены в текущий момент времени;

– экономические, представляющие собой реальные однократно получаемые доходы, сумма которых может быть определена с достаточной степенью точности и получе-

ние которых ожидается в известный период времени.

2. Знаниевые и экономические результаты использования интеллектуального капитала имеют разнонаправленное поведение во времени: знаниевые результаты нарастают в связи со свойством самовозрастания знаний, а экономические результаты снижаются под влиянием обесценения получаемых доходов. Разнонаправленность их поведения во времени делает несовершенной методологию применения доходного подхода к оценке стоимости интеллектуального капитала, где фактор времени является только инструментом обесценения доходов. В этой связи перспективы развития оценки стоимости интеллектуального капитала связаны с введением в теоретико-методологический аппарат оценочной деятельности метода накопления денежных доходов от использования интеллектуального капитала.

3. Распространенная практика придания коэффициенту дисконтирования функции учета рисков также не позволяет получить адекватную стоимость интеллектуального капитала, так как распределение влияющих на нее рисков во времени не всегда совпадает с распределением ставки дисконтирования. Следовательно, использование коэффициента дисконтирования при реализации доходного подхода пригодно лишь как инструмент отражения альтернативных издержек.

4. Процедура оценки стоимости интеллектуального капитала методом прямой капитализации или дисконтирования должна учитывать разновременность знаниевых и экономических результатов от использования интеллектуального капитала, а также влияние рисков, приводящих к их обесценению. Соответственно предложен алгоритм оценки будущих прибылей, предполагающий их последовательную корректировку с учетом нарастания знаниевых результатов, рисков, а после этого – использование процедуры капитализации или дисконтирования для учета альтернативных издержек инвестора.

### Список литературы

1. Брукинг Э. Интеллектуальный капитал: ключ к успеху в новом тысячелетии / Пер. с англ., под ред. Л.Н. Ковачин. – СПб.: Питер, 2001 – 288 с.
2. Галасюк В. Учет экономических рисков: от традиций к здравому смыслу [Текст] / В. Галасюк // Вопросы оценки. – 2007. – № 2. – С. 43–53.
3. Гапоненко А.Л. Управление знаниями: как превратить знания в капитал [Текст] / А.Л. Гапоненко, Т.М. Орлова. – Москва: Эксмо, 2008. – 550 с.
4. Гапоненко Т.В. Ценностно-ориентированная идентификация и структуризация интеллектуального капитала

организации [Текст] / Т.В. Гапоненко // Инновации. – 2014. – № 3. – С. 63–70.

5. Козырев А.Н. Математический и экономический анализ интеллектуального капитала [Текст]: дис. докт. экон. наук (08.00.13) / Козырев Анатолий Николаевич; ЦЭМИ РАН – Москва, 2002. – 324 с.

6. Лимитовский М.А. Основы оценки инвестиционных и финансовых решений [Текст] / М.А. Лимитовский – Москва: ДеКА, 2001. – 232 с.

7. Мельников О.Н. За пределами интеллекта. Методические подходы к экономической оценке интеллектуально-креативного потенциала современной организации [Текст] / О.Н. Мельников // Российское предпринимательство. – 2003. – № 4. – С. 105–112.

8. Sveiby K.-E. Intellectual Capital and Knowledge Management, 1998.

### References

1. Bruking Je. Intellektualnyj kapital: ključ k uspehu v novom tysjacheletii / Per. s angl., pod red. L.N. Kovachin. SPb.: Piter, 2001 288 p.

2. Galasjuk V. Uchet jekonomicheskikh riskov: ot tradicij k zdravomu smyslu [Текст] / V. Galasjuk // Voprosy ocenki. 2007. no. 2. pp. 43–53.

3. Gaponenko A.L. Upravlenie znanijami: kak prevratit znanija v kapital [Текст] / A.L. Gaponenko, T.M. Orlova. Moskva: Jeksmo, 2008. 550 p.

4. Gaponenko T.V. Cennostno-orientirovannaja identifikacija i strukturizacija intellektualnogo kapitala organizacii [Текст] / T.V. Gaponenko // Innovacii. 2014. no. 3. pp. 63–70.

5. Kozyrev A.N. Matematicheskij i jekonomicheskij analiz intellektualnogo kapitala [Текст]: dis. dokt. jekon. nauk (08.00.13) / Kozyrev Anatolij Nikolaevich; ЦЭМИ РАН Москва, 2002. 324 p.

6. Limitovskij M.A. Osnovy ocenki investicionnyh i finansovyh reshenij [Текст] / M.A. Limitovskij Moskva: DeKA, 2001. 232 p.

7. Melnikov O.N. Za predelami intellekta. Metodicheskie podhody k jekonomicheskoj ocenke intellektualno-kreativnogo potenciala sovremennoj organizacii [Текст] / O.N. Melnikov // Rossijskoe predprinimatelstvo. 2003. no. 4. pp. 105–112.

8. Sveiby K.-E. Intellectual Capital and Knowledge Management, 1998.

УДК 332.145

## СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БУРЯТИЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

<sup>1</sup>Дашиева Т.Б., <sup>1</sup>Дондокова И.В., <sup>2</sup>Убонова Д.З.

<sup>1</sup>ФБГОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», Улан-Удэ, e-mail: irina\_dondokova@mail.ru;

<sup>2</sup>Бурятский научный центр СО РАН, Улан-Удэ, e-mail: darimaub@mail.ru

В статье исследуются вопросы стратегического планирования развития инновационной деятельности на региональном уровне. Проведен анализ двух основных документов стратегического планирования социально-экономического развития Республики Бурятия: Стратегии развития до 2025 года и Программы развития на 2011–2015 годы. Выявлены проблемы реализации указанных документов в сфере инноваций. Определены перспективы стратегического планирования развития инновационной деятельности в республике на основе комплексного подхода к решению проблем. Разработано предложение по созданию в Бурятии производств, направленных на снижение негативного воздействия на окружающую среду. Изучены вопросы разработки механизмов государственной поддержки инноваций. Обоснована необходимость создания единого центра координации участников инновационной деятельности. Предложено ввести индикаторы по энергосбережению и повышению энергоэффективности для учреждений социальной сферы и государственного управления.

**Ключевые слова:** стратегическое планирование, социально-экономическое развитие, инновационная деятельность, Республика Бурятия

## STRATEGIC PLANNING OF INNOVATION ACTIVITY DEVELOPMENT IN THE REPUBLIC OF BURYATIA: PROBLEMS AND PROSPECTS

<sup>1</sup>Dashieva T.B., <sup>1</sup>Dondokova I.V., <sup>2</sup>Ubonova D.Z.

<sup>1</sup>Federal State Educational Institution of Higher Professional Education «East-Siberian State University of Technology and Management», Ulan-Ude, e-mail: irina\_dondokova@mail.ru;

<sup>2</sup>Buryat Scientific Center of the SB RAS, Ulan-Ude, e-mail: darimaub@mail.ru

The article examines the issues of strategic planning of development of innovation at regional level. The analysis of the two main strategic planning documents of socio-economic development of the Republic of Buryatia: Development Strategy until 2025 and the Development Programme for 2011–2015 was conducted. The problems of implementation of these documents in the field of innovation were identified. The prospects of strategic planning of development of innovative activity in the country on the basis of an integrated approach to problem solving were determined. It was developed a proposal for the creation of enterprises in Buryatia, aimed at reducing the negative impact on the environment. The questions of development of public innovation support mechanisms were studied. The necessity of creating a single point of coordination innovators has been proved. It is proposed to introduce indicators on energy saving and energy efficiency for social institutions and public administration.

**Keywords:** strategic planning, socio-economic development, innovation, Republic of Buryatia

Республика Бурятия является регионом с низким уровнем социально-экономического развития [6]. Для сокращения отставания республики от среднероссийского уровня по основным макроэкономическим показателям Бурятия должна развиваться более высокими темпами [5]. Вместе с тем на ее развитие отрицательно воздействуют экологические ограничения на хозяйственную деятельность, связанные с защитой Байкальской природной территории. В этих условиях республике важно встать на инновационный путь развития, не связанный с загрязнением окружающей среды.

Развитие инновационной деятельности было определено в качестве одного из 6 приоритетных направлений Программы социально-экономического развития Респу-

блики Бурятия на 2011–2015 годы (далее – Программа) [2].

Аналогичное положение записано в п. 4.3.4. «Инновационная политика» Стратегии социально-экономического развития Республики Бурятия до 2025 года (далее – Стратегия): «Настоящий приоритет (т.е. инновационная политика – авторы) является наиболее перспективным для реализации целей стратегического развития Республики Бурятия» [3].

В Стратегии было выделено 6 основных задач по реализации инновационной политики, включая кадровое обеспечение, формирование инновационной инфраструктуры, внедрение инноваций в различные сферы жизнедеятельности с учетом международных экологических стандартов. Пред-



полагалось создание производства высоко-технологичной продукции на базе особо чистого кварца и формирование кластера «солнечной энергетики».

Реализацию Стратегии в рамках приоритетного направления «Инновационная политика» планировалось осуществить в 3 этапа. На первом этапе (2008–2010 годы) предполагалось выполнение комплекса мероприятий, связанных с реализацией инновационных проектов, включая проведение конкурса, маркетинговых исследований, определение схем льготного налогообложения. В качестве отдельных мероприятий предусматривались: разработка образовательных программ для инновационного развития и центра опережающих исследований на базе вузов г. Улан-Удэ, проведение межрегионального форума по социальным и технологическим инновациям «Сибирский прорыв», государственная поддержка финансирования инновационных проектов на возвратной основе.

Второй этап (2011–2015 годы) включал 6 мер по реализации инновационной политики. Как и на 1-м этапе, предполагалось участие государства в поддержке инновационных проектов. На данном этапе намечено развитие научно-образовательного сотрудничества с регионами Сибири и Дальнего Востока, а также с Монголией и КНР. Были запланированы два мероприятия организационного плана: создание межрегиональной инновационной биржи в г. Улан-Удэ и эффективного рынка патентов. В течение 5 указанных лет предполагалась разработка проекта и открытие инновационного бурятского национального университета на базе Бурятского государственного университета им. Д. Банзарова, Бурятской государственной сельскохозяйственной академии и Восточно-Сибирского государственного технологического университета.

Ключевым мероприятием третьего этапа (2016–2025 годы) было определено создание и развитие в г. Улан-Удэ особой экономической зоны технико-внедренческого типа.

Анализ реализации Стратегии по приоритетному направлению «Инновационная политика» показал, что мероприятия первого этапа, связанные с организационными и финансовыми вопросами продвижения инновационных проектов, в основном были реализованы. Гораздо сложнее оказалась ситуация по выполнению мероприятий, запланированных на 2-й этап. К сожалению, не обнаружено никаких признаков деятельности в Бурятии межрегиональной инновационной биржи и рынка патентов. Но наиболее показателен провал проекта по созданию на базе трех вузов г. Улан-Удэ

инновационного бурятского национального университета (далее – ИБНУ). Эта идея так и осталась на бумаге.

Общий вывод по итогам реализации Стратегии за период с 2008 по 2015 годы: попытка увязать развитие инновационной деятельности, сделав упор на вузы республики, оказалась неудачной. Отметим основные причины провала. Во-первых, желание объединить 3 организации натолкнулось на сопротивление руководства вузов. Во-вторых, недостаточным оказался их инновационный потенциал. В-третьих, для успешной реализации проекта необходима определенная объединяющая идея, формирующая каркас мероприятий. Отдельные инновационные проекты, как правило, растворяются в массе стандартных инвестиционных проектов и не оказывают движущего воздействия на инновационную деятельность в регионе.

На наш взгляд, ключевой причиной неудачи в реализации мероприятий Стратегии в целом является принятие ее постановлением правительства Республики Бурятия без широкого общественного обсуждения. Следствием этого стало ее низкое качество. Цели, задачи, основные приоритеты и мероприятия необходимо было подвергнуть детальному экспертному анализу авторитетным специалистам для последующей корректировки. Принятие такого важного документа, как Стратегия социально-экономического развития Республики Бурятия, следовало бы отнести к полномочиям законодательного органа власти региона – Народного Хурала Республики Бурятия.

В настоящее время Стратегия действует и является базовым, основополагающим документом стратегического планирования социально-экономического развития Республики Бурятия. Ее положения легли в основу разработки Программы социально-экономического развития Республики Бурятия на 2011–2015 годы.

В разделе Программы, связанном с развитием инновационной деятельности, основной упор был сделан на создание развитой инновационной инфраструктуры региона, включая центр трансфера технологий, направленный на содействие сотрудничеству между разработчиками, предпринимателями и инвесторами, в том числе для коммерциализации приоритетных инновационных проектов.

Сложности в реализации Стратегии в первые годы (2008–2010 гг.) привели к более умеренным ожиданиям в реализации инновационной политики. Так, например, неудавшийся проект по созданию ИБНУ в Программе реформирован

в «...Восточно-Сибирский инновационный научно-образовательный комплекс как центр интеграции деятельности высших учебных заведений Республики Бурятия» [2]. Предполагалось создание базовых кафедр и лабораторий, центров коллективного пользования и других субъектов инновационной инфраструктуры, а также реализация совместных инновационных проектов и программ. В силу указанных выше причин, препятствовавших созданию ИБНУ, не удалось также реализовать и этот проект с непонятной организационной структурой и неясной нормативной и правовой базой.

В Программу было заложено неверное, на наш взгляд, положение о том, что «...перевод экономики Республики Бурятия на инновационный путь развития возможен при условии реформирования исследовательской научно-технической сферы и формирования ее связей с серийным производством» [2]. Для Бурятии с ее низким уровнем экономического развития (ВРП на душу населения составляет 48% от среднероссийского показателя) основной движущей силой инновационного развития является не исследовательская сфера, прикладные задачи которой связаны с опытно-конструкторскими разработками, а стремление бизнеса внедрить новые технологии.

В первоначальном варианте Программы от 14 марта 2011 года важное значение придавалось развитию малого инновационного бизнеса. Предполагалось также, что создание и расширение масштабов деятельности инновационных предприятий приведет к существенному росту занятости. В силу этого в Программе было определено 2 индикатора развития инновационной деятельности: количество малых инновационных предприятий (далее – МИП), а также количество вновь созданных рабочих мест в инновационном секторе. На планируемый период закладывались поразительные темпы роста (см. таблицу).

Так, по первому показателю предполагался рост более чем в 12 раз – с 4 МИПов в 2007 г. до 49 предприятий в 2015 г. [2]. Еще большее увеличение (в 15,6 раза) ожи-

далось по второму индикатору: с 48 рабочих мест в 2007 г. до 750 в 2015 г.

Вместе с тем заложенные ожидания не оправдались. По данным отчета об исполнении Закона Республики Бурятия «О Программе социально-экономического развития Республики Бурятия на 2011–2015 годы» количество малых инновационных предприятий по итогам 2015 года составило 30 единиц вместо 49 (61,2%) [4]. Из них в Бурятском научном центре Сибирского отделения Российской академии наук создано 4 МИПа, в Восточно-Сибирском государственном университете технологий и управления – 8, в Бурятском государственном университете – 9, в Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова – 5, в Бурятском научно-исследовательском институте сельского хозяйства – 3.

Вместе с тем указанные в таблице индикаторы далеки от совершенства. Увеличение количества МИП не всегда означает активизацию инновационной деятельности. Созданные в вузах Бурятии малые инновационные предприятия, как правило, характеризуются небольшими объемами выпуска продукции и не оказывают существенного влияния на процессы технологического обновления производства. Кроме того, участие вуза в качестве учредителя и собственника МИПа во многих случаях отпугивает потенциальных инвесторов, что отрицательно влияет на возможное увеличение масштабов производства. Первоначальная эйфория университетов и других учреждений высшего профессионального образования от перспектив создания при них малых инновационных предприятий в соответствии с федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» начинает проходить [1].

Недостаток 2-го индикатора заключается в трудности идентификации инновационного сектора. К ним относятся МИПы, но есть и другие предприятия, занимающиеся инновационной деятельностью. Таковым является, например, крупнейшее предприятие Бурятии – Улан-Удэнский авиационный завод, который регулярно внедряет инновационные технологии.

Индикаторы развития инновационной деятельности

Индикаторы	2007 год	2011 год	2012 год	2013 год	2014 год	2015 год
Количество малых инновационных предприятий, единиц	4,0	18,0	25,0	35,0	42,0	49,0
Количество вновь созданных рабочих мест в инновационном секторе, единиц	48,0	150,0	280,0	600,0	670,0	750,0

В декабре 2013 года Программа была скорректирована. Указанные выше 2 индикатора были заменены тремя показателями:

– объем отгруженных инновационных товаров, выполненных работ и услуг собственными силами;

– объем отгруженных инновационных товаров, выполненных работ и услуг собственными силами, нарастающим итогом за период с 2008 года;

– доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей экономики в валовом региональном продукте.

На наш взгляд, практика полной замены даже несовершенных индикаторов неприемлема. Во-первых, теряется управление со стороны ведомства, отвечающего за соответствующее направление. Не ясно, как оценивать результаты инновационной деятельности в республике. Во-вторых, происходит дезориентация участников инновационной деятельности. Изменение состава индикаторов в течение планового периода приводит к нарушению базового принципа планирования – преемственности и непрерывности, заключающегося в разработке и реализации документов стратегического планирования с учетом ранее полученных результатов.

В целом проведенный анализ позволяет сделать следующий вывод: в Республике Бурятия не сложилась комплексная система стратегического планирования развития инновационной деятельности. В значительной степени это связано с тем, что в республике сразу 2 ведомства осуществляют функции по выработке и реализации государственной политики в сфере инновационной деятельности – министерство образования и науки, а также министерство промышленности и торговли.

Такое положение, на наш взгляд, недопустимо. Во-первых, это приводит к неразберихе в управлении важнейшим направлением социально-экономического развития региона. Должен быть единый центр координации участников инновационной деятельности. Во-вторых, инновации носят универсальный характер и могут осуществляться в различных отраслях и сферах деятельности, а не только в промышленности и торговле. В-третьих, инновационная деятельность в основном нацелена на получение конкретных результатов, дающих экономические и социальные результаты. Научная и научно-техническая деятельность, как правило, ограничена рамками научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок.

Авторы считают, что осуществление функций по выработке и реализации госу-

дарственной политики в сфере инновационной деятельности должно быть поручено министерству экономики Республики Бурятия, как органу исполнительной власти, определяющему стратегические направления социально-экономического развития региона.

Перспективы стратегического планирования развития инновационной деятельности в Бурятии, на наш взгляд, связаны с использованием комплексного подхода к решению проблем. В настоящее время разрабатывается Стратегия социально-экономического развития Республики Бурятия на период до 2030 года. В дальнейшем предполагается подготовка государственных программ региона. Для разработки качественных документов стратегического планирования должны быть учтены ошибки и недочеты действующей Стратегии, а также Программы социально-экономического развития Республики Бурятия на 2011–2015 годы.

Одной из важнейших задач развития Бурятии должно стать определение стратегических направлений развития республики с учетом специфики региона. Ключевой особенностью Республики Бурятия является наличие особого режима хозяйственной деятельности, связанного с жесткими экологическими ограничениями. В соответствии с действующим законодательством Бурятия обязана осуществлять мероприятия по охране озера Байкал. С учетом этого одним из новых направлений развития экономики Бурятии предлагается рассмотреть производство продукции, используемой для охраны окружающей среды. В перспективе оно может стать отраслью специализации республики.

Определение конкретных видов инновационной для республики продукции является сложной задачей. Решить ее силами одних лишь органов исполнительной власти не удастся. Необходимо широкое обсуждение перспективных направлений экономического развития Республики Бурятия с привлечением специалистов научных учреждений, общественных организаций, включая региональные отделения Союза промышленников и предпринимателей, Торгово-промышленной палаты, вузов и других организаций. Отдельной задачей должна стать разработка механизмов государственной поддержки инновационной деятельности, включая федеральные и региональные государственные программы, а также подпрограммы.

Перспективы совершенствования стратегического планирования инновационной деятельности в Республике Бурятия, по мнению авторов, должны быть связаны

также и с изменением состава индикаторов. В документах стратегического планирования должны быть индикаторы, которые отражают мероприятия, осуществляемые правительством Республики Бурятия. Важен не сам процесс внедрения инноваций, а его результаты.

В силу того, что расходы республиканского бюджета в основном связаны с социальной сферой, именно в ней можно и нужно предусмотреть мероприятия по снижению затрат. Важнейшими направлениями должны стать энергосбережение и повышение энергоэффективности. Соответствующие индикаторы можно ввести для учреждений образования, здравоохранения, культуры, жилищно-коммунального хозяйства, а также органов государственной власти. Это позволит ежегодно экономить сотни миллионов рублей бюджета Республики Бурятия.

#### Список литературы

1. Базаров Б.В., Дондоков З.Б.Д., Потапов Л.В. Социально-экономическое положение Республики Бурятия среди субъектов Российской Федерации по итогам 2013 г. // Вестник БНЦ СО РАН. – 2015. – № 3 (19). – С. 92–96.
2. О внесении изменений в Закон Республики Бурятия «О Программе социально-экономического развития Республики Бурятия на 2011–2015 годы: Закон Республики Бурятия от 13 декабря 2013 года № 225-V. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/460221664> (дата обращения: 30.12.2016).
3. Об образовании в Российской Федерации: Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rg.ru/2012/12/30/obrazovanie-dok.html> (дата обращения: 30.12.2016).
4. Отчет об исполнении Закона Республики Бурятия «О Программе социально-экономического развития Республи-

ки Бурятия на 2011 – 2015 годы». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.hural-buryatia.ru/news/?record\\_id=2255](http://www.hural-buryatia.ru/news/?record_id=2255) (дата обращения: 23.06.2016).

5. Постановление Правительства Республики Бурятия от 15 декабря 2007 года № 410 «О стратегии социально-экономического развития Республики Бурятия до 2025 года». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://economy.govrb.ru/makroprognozirovanie/Prog/Strategiy%20RB.php> (дата обращения: 30.12.2016).

6. Потапов Л.В., Базаров Б.В., Дондоков З.Б.Д. О региональной системе стратегического планирования // Вестник БНЦ СО РАН. – 2015. – № 1(17). – С. 131–142.

#### References

1. Bazarov B.V., Dondokov Z.B.D., Potapov L.V. Socialno-jekonomicheskoe polozhenie Respubliki Burjatija sredi subektov Rossijskoj Federacii po itogam 2013 g. // Vestnik BNC SO RAN. 2015. no. 3 (19). pp. 92–96.
2. O vnesenii izmenenij v Zakon Respubliki Burjatija «O Programme socialno-jekonomicheskogo razvitija Respubliki Burjatija na 2011–2015 gody: Zakon Respubliki Burjatija ot 13 dekabrja 2013 goda no. 225-V. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://docs.cntd.ru/document/460221664> (data obrashhenija: 30.12.2016).
3. Ob obrazovanii v Rossijskoj Federacii: Federalnyj zakon ot 29.12.2012 N 273-FZ. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://rg.ru/2012/12/30/obrazovanie-dok.html> (data obrashhenija: 30.12.2016).
4. Otchet ob ispolnenii Zakona Respubliki Burjatija «O Programme socialno-jekonomicheskogo razvitija Respubliki Burjatija na 2011–2015 gody». [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [http://www.hural-buryatia.ru/news/?record\\_id=2255](http://www.hural-buryatia.ru/news/?record_id=2255) (data obrashhenija: 23.06.2016).
5. Postanovlenie Pravitelstva Respubliki Burjatija ot 15 dekabrja 2007 goda no. 410 «O strategii socialno-jekonomicheskogo razvitija Respubliki Burjatija do 2025 goda». [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://economy.govrb.ru/makroprognozirovanie/Prog/Strategiy%20RB.php> (data obrashhenija: 30.12.2016).
6. Potapov L.V., Bazarov B.V., Dondokov Z.B.D. O regionalnoj sisteme strategicheskogo planirovanija // Vestnik BNC SO RAN. 2015. no. 1(17). pp. 131–142.

УДК 330.567/.59/.12

## ОЦЕНКА ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ РЕГИОНОВ ЦФО ПО УРОВНЮ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ

**Зюкин Д.А., Куркина М.П.**

*ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России,  
Курск, e-mail: nightingale46@rambler.ru*

В статье рассмотрены варианты трактовки термина «уровень жизни», выявлено, что чаще всего под ним понимается степень обеспеченности населения необходимыми материальными благами и услугами, достигнутый уровень их потребления и степень удовлетворения потребностей людей в материальных благах. В исследовании предложена методика расчета интегрального коэффициента, позволяющего дать количественную оценку уровня жизни населения в регионах ЦФО. Результаты определяются согласно мультипликативному учету нормированных значений показателей, распределенных по пяти категориям, комплексно раскрывающим сущность «уровня жизни населения региона». По итогам расчетов представлен рейтинг областей как по интегральной оценке уровня жизни населения, так и по каждой из его составных элементов. Результаты исследования позволили выявить закономерности и диспропорции в формировании оценки уровня жизни в регионе в зависимости от различных категорий показателей. Сопоставление результатов оценки за длительный период позволило установить социально-динамические изменения, которые произошли в регионах за изучаемый период.

**Ключевые слова:** регионы ЦФО, интегральный коэффициент, доходы населения, расходы населения, трудовой потенциал, результативность экономики региона, уровень жизни населения

## THE ESTIMATION OF THE DIFFERENTIATION OF CENTRAL FEDERAL DISTRICT REGIONS THE STANDART OF POPULATION LIVING

**Zyukin D.A., Kurkina M.P.**

*Kursk State Medical University, Kursk, e-mail: nightingale46@rambler.ru*

The article considers the variants of interpretations of the term «level of living». It is revealed that most often it refers to the degree population's access to essential material goods and services, the achieved level of consumption and the degree of satisfaction of human needs for material goods. The study proposed a methodology of calculating the integral coefficient that allows to quantify the level of living of the population in the regions of the Central Federal District (CFD). The results are calculated according to the multiplier given the normalized values of the indicators distributed in five categories, fully revealing the essence of «the level of living of the population of a region». According to the results of calculations the rating of regions is presented as for integral assessment of the standard of living of the population, and for each of its constituent elements. The results of the study allowed us to identify patterns and gaps in assessing standard of living in a region depending on the different categories of indicators. Comparison of assessment results over a long period has allowed to establish the socio-dynamic changes that have occurred in the regions over the research period.

**Keywords:** regions of the Central Federal District, integral coefficient, incomes, expenditure, employment potential, the performance of the regional economy, the standard of living of the population

На современном этапе общественного развития основными показателями благосостояния являются уровень жизни и качество жизни населения. Термин «уровень жизни» получил широкое распространение, постепенно сократив сферу употребления таких понятий, как «народное благосостояние», «степень удовлетворения материальных и духовных запросов трудящихся», использовавшихся ранее, и выдержав соперничество с таким более модным, но трудно оцениваемым количественно термином, как «качество жизни». Новые социально-экономические условия, постепенное становление рыночных отношений и демократизация общества потребовали большего внимания к этой области экономики, расширенного и более детального рассмотрения показателей уровня жизни и социального развития на всех уровнях

статистического отслеживания и экономического анализа.

Современные исследователи правомерно связывают понятие «уровень жизни» с материальными благами и степенью удовлетворенности членов общества. Самая распространенная трактовка уровня жизни населения сформулирована как уровень материального благосостояния населения, потребления благ и услуг, совокупность условий и показателей, характеризующих меру удовлетворения основных жизненных потребностей людей [5].

Г.В. Осипов полагает, что «уровень жизни населения – социально-экономическая категория, которая отражает степень удовлетворения материальных и культурных потребностей людей в плане обеспеченности потребительскими благами, которые характеризуются количественными показателями

ми, абстрагированные от их качественного значения» [4, с. 479]. Специалисты Всероссийского центра уровня жизни рассматривают этот термин с точки зрения потребления: «Понятием «уровень жизни» характеризуются доходы людей, не как таковые, а выраженные в денежной и условно денежной форме потребление ими разнообразных потребительских комплектов» [1].

Чаще всего уровень жизни понимается как степень обеспеченности населения необходимыми материальными благами и услугами, достигнутый уровень их потребления и степень удовлетворения потребностей людей в материальных благах [3].

### Цель исследования

Сформировать методологию количественной оценки уровня жизни населения в регионах ЦФО в целях изучения их сравнительных позиций по уровню социально-экономического развития.

### Материалы и методы исследования

Оценка уровня жизни дается на основе комплексного анализа показателей, характеризующих социально-экономическое положение изучаемых регионов ЦФО в долгосрочном периоде. Методический подход, лежащий в основе интегральной оценки каждого региона, основывается на мультипликативном учете формализованных (числовых) показателей, представленных в официальных данных Росстата.

Разноразмерность показателей, сформированных в рамках категорий, отражающих уровень жизни, нивелируется применением метода нормирования [2], благодаря которому они приводятся в сопоставимые единицы в интервале от (0; 1]. Где за максимум (единицу) принимается наибольшее значение показателя, отражающее положительный эффект явления. При этом относительная величина изучаемого показателя  $i$ -го региона рассчитывается по следующему соотношению:

$$P_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{\max j}},$$

$P_{ij}$  – значения  $j$ -го изучаемого показателя в относительных единицах в  $i$ -м регионе;

$i$  – порядковый номер региона;

$x_{\max j}$  – максимальное значение  $j$ -го изучаемого показателя среди регионов.

В то же время следует учитывать, что вектор таких явлений может быть различен ввиду особенностей и специфики изучаемой проблемы и определяющих ее показателей. А поэтому для возможности мультипликативного учета этих показателей, использующихся в рамках одной категории, при этом имеющих разные вектора увеличения положительного эффекта, следует приводить к единству фактический максимум и логический. Для этого в случаях, когда положительный эффект явления достигается при снижении (минимизировании) представленного показателя, приведение логического максимума к единице осуществляется на основе выявления максимального обратного нормированного значения этого показателя:

$$P_{ij} = \frac{x_{\min j}}{x_{ij}}.$$

Полученные нормированные значения показателей используются для получения интегральных показателей, которые будут количественно определять выделенные категории, характеризующие уровень жизни. Наличие логической взаимосвязи показателей внутри одной группы обуславливает их мультипликативный учет в рамках интегрального показателя, в связи с чем используется формула средней геометрической:

$$K_i = \sqrt[n]{P_{i1} \cdot P_{i2} \cdot \dots \cdot P_{in}},$$

где  $K_i$  – интегральный показатель, определяющий  $i$ -тую категорию;

1, 2, ...,  $n$  – порядковый номер и общее число показателей, характеризующих  $i$ -тую категорию.

Далее значения ранжируются в зависимости от величины интегрального показателя по каждой категории: регион с наивысшим значением получает единицу в качестве ранга, далее остальные регионы, соответственно, в порядке проведенного ранжирования. На последнем этапе считается общий показатель оценки уровня жизни, находящийся как среднее геометрическое значение по интегральным показателям всех категорий.

### Результаты исследования и их обсуждение

Уровень жизни нами изучается в рамках мультипликативного учета факторов, сформированных по пяти категориям. Процедура формирования факторов по категориям определяется социально-экономической спецификой каждого изучаемого показателя.

В первой категории показатели регионов ЦФО сравнивались по природно-экономическому потенциалу, который отражается количественными показателями наличия основных производственных факторов: численность экономически активного населения, величина прямых инвестиций, предпринимательская активность, площади земельных ресурсов задействованных в экономических процессах. Учет именно количественных показателей определяется особенностью дифференцированного развития экономических процессов, которые генерируются и лучше развиваются в первую очередь в тех регионах, где уже имеются в достаточном объеме факторы производства.

Вторая категория характеризует результативность экономики региона, которая определяется наиболее важным показателем экономического развития региона – валовым региональным продуктом (ВРП), приведенным в расчете на 1 человека и на 1 га земли, используемой в экономических процессах. В третьей категории отражается эффективность реализации трудовой

компоненты на основе показателей: доли экономически активного населения, уровня безработицы, структуры фонда оплаты труда, которые определяют, насколько в регионе созданы условия, чтобы реализовать населению свой творческий и трудовой потенциал.

на те направления, которые сокращают реальный потенциал потребителей, например, доля затрат на коммунальные платежи.

По результатам исследования самый высокий рейтинг уровня жизни населения в 2015 году в Воронежской и Белгородской областях, которым удалось достичь

Ранги регионов ЦФО по категориям уровня жизни в 2015 году

Области	Результативность экономики		Ресурсный потенциал		Трудовая компонента		Уровень потребления населения		Уровень доходов населения		Интегральное значение
	коэффициент	ранг	коэффициент	ранг	коэффициент	ранг	коэффициент	ранг	коэффициент	ранг	
Воронежская	0,84	2	0,82	3	0,85	8	0,96	1	0,85	7	0,862
Белгородская	0,88	1	0,70	10	0,91	5	0,95	3	0,86	6	0,854
Тульская	0,67	3	0,63	13	0,92	3	0,84	9	0,87	4	0,779
Липецкая	0,50	6	0,79	4	0,91	4	0,90	4	0,88	3	0,777
Калужская	0,40	8	0,83	2	0,94	2	0,95	2	0,90	1	0,771
Ярославская	0,65	4	0,61	14	0,96	1	0,81	11	0,89	2	0,770
Курская	0,37	11	0,75	7	0,90	6	0,89	5	0,87	5	0,718
Тамбовская	0,33	13	0,92	1	0,82	13	0,85	7	0,81	8	0,702
Тверская	0,45	7	0,72	8	0,83	12	0,84	8	0,74	10	0,699
Владимирская	0,63	5	0,52	15	0,87	7	0,76	16	0,71	13	0,689
Рязанская	0,38	10	0,68	11	0,85	9	0,78	15	0,75	9	0,665
Брянская	0,40	9	0,64	12	0,79	15	0,86	6	0,70	14	0,655
Смоленская	0,32	14	0,77	6	0,82	14	0,80	13	0,71	12	0,646
Орловская	0,23	15	0,77	5	0,78	16	0,79	14	0,72	11	0,600
Ивановская	0,36	12	0,43	16	0,83	11	0,82	10	0,69	15	0,594
Костромская	0,19	16	0,72	9	0,84	10	0,80	12	0,69	16	0,576

Последние две категории, определяющие уровень жизни, включают в себя показатели характеризующие доходы и расходы населения, так как именно они являются наиболее обобщающими индикаторами экономического благосостояния людей. Доходы населения являются основой повышения жизненного уровня, выступают в то же время как источник совершенствования и развития производства для дальнейшего же роста жизненного уровня людей. В исследовании нами учитывается фактор значительной дифференциации доходов, потому учитывается доля людей с доходами ниже прожиточного минимума, величина выплат по направлениям социальной поддержки социально незащищенных слоев граждан. Расходы как индикатор уровня жизни – это затраты направленные на удовлетворение материальных и духовных ценностей общества. При этом особенность подхода заключается в изучении не только самого уровня среднестатистического потребления, как показателя характеризующего величину платежеспособного спроса, но и оценки расходов

относительно высоких показателей во всех изучаемых категориях, что является важным, так как обеспечивает комплексное развитие региона. Именно в этом и состоит суть учета рейтинга по данному интегральному показателю. Так, например, в Калужской области во всех компонентах одни из лучших показателей, но результативность экономики невысокая, что влияет на снижение ее интегрального показателя и общего ранга. В группу регионов с высоким уровнем жизни помимо Калужской также относятся Тульская, Липецкая и Ярославская области. В группу отстающих вошли Орловская, Ивановская и Костромская области (таблица).

Помимо общей интегральной оценки наши исследования позволяют изучить отдельные позиции регионов по каждой категории показателей, устанавливать закономерности и влияния между ними. В особенности важно отметить, что наблюдается диспропорция относительно наличия ресурсного потенциала и результативности экономики: кроме Воронежской

области и Липецкой остальные регионы не реализуют свой экономический потенциал, который заложен ресурсной базой. И наоборот, следует выделить те регионы, которым удалось получить ранг в результативности экономики значительно выше, чем в соответствии с ресурсным потенциалом: Белгородская, Тульская, Ярославская, Владимирская. Результативность экономики как категория оценки уровня жизни населения получилась наиболее значимой, так как коэффициенты регионов имеют значительно более высокую вариацию в сравнении с другими категориями, где расхождение в коэффициентах значительно меньше.

Использование методики расчета интегрального коэффициента оценки уровня жизни позволяет изучать относительное изменение рейтинга региона в рамках сравнения с лучшими показателями в конкретный временной период. Его рост свидетельствует, что за изучаемый период в конкретной области произошло улучшение показателей уровня жизни в сравнении с остальными, и наоборот. Наиболее значительных перемен к лучшему удалось достигнуть в Калужской и Воронежской областях (интегральный показатель повысился на 0,131 и 0,117 пункта). Положительная динамика коэффициента наблюдается в Белгородской, Тульской, Курской, Тамбовской, Владимирской, Рязанской, Брянской и Ивановской областях, в других – произошло сокращение рейтинга.

### Выводы

Результаты проводимого исследования характеризуют итоги и условия проводимой реформы территориального управления и передачи ряда властных полномочий на уровень субъектов федерации. В целом позиции регионов по уровню жизни населения за столь длительный период времени изменились незначительно – большая часть регионов сохранили свои позиции (+/- 2 ранга). Прорыва добились в Калужской (6 позиций), Тамбовской (5) и Воронежской (4) областях; резкое понижение зафиксировано в Смоленской (7 позиций) и Орловской (6) областях. Это говорит о сохранении в большинстве регионов ЦФО влияния общих тенденций развития страны, сохранении зависимости от федеральных программ и отсутствии прорывных

программ развития на местном уровне, способных значительно повысить уровень жизни их населения в сравнении с другими областями. Количественная оценка в сопоставлении регионов друг с другом позволяет выявить скрытые закономерности и тенденции развития, определить вектор социально-экономического развития регионов на долгосрочный период времени, выделить приоритеты в обеспечении реализации государственной политики выравнивания уровня жизни и социального благополучия населения на всей территории страны. По предлагаемой методике можно проводить сравнительную оценку в масштабах всей страны и других округов. Это позволяет создавать опорные регионы в масштабе национальной экономической системы, проводить модернизацию инфраструктуры, формировать направления развития институциональной среды, ориентирует на повышение эффективности использования традиционных факторов производства, задействует скрытый инновационный и человеческий потенциал.

### Список литературы

1. Бобков В. Уровень социального неравенства // Экономист. – 2006. – № 3. – С. 58.
2. Зюкин Д.А. Эффективность использования и распределения государственной поддержки зернового хозяйства // Экономический анализ: теория и практика. – 2012. – № 8. – С. 46–56.
3. Методический подход к оценке управления воспроизводством человеческого потенциала региона / М.П. Куркина, Д.А. Зюкин // Государство и общество: вчера, сегодня, завтра. Серия Экономика. – 2013. – № 8. – С. 74–86.
4. Осипов Г.В. Российская социологическая энциклопедия. – М.: Норма-Инфа. М., 2008. – 672 с.
5. Уровень и качество жизни в условиях старения населения / Куркина М.П. – Курск: КГМУ, 2013. – 252 с.

### References

1. Bobkov V. Uroven socialnogo neravenstva // Ekonomist. 2006. no. 3. pp. 58.
2. Zjukin D.A. Jeffektivnost ispolzovanija i raspredelenija gosudarstvennoj podderzhki zernovogo hozjajstva // Jekonomicheskij analiz: teorija i praktika. 2012. no. 8. pp. 46–56.
3. Metodicheskij podhod k ocenke upravlenija vosproizvodstvom chelovecheskogo potenciala regiona / M.P. Kurkina, D.A. Zjukin // Gosudarstvo i obshhestvo: vchera, segodnja, zavra. Serija Jekonomika. 2013. no. 8. pp. 74–86.
4. Osipov G.V. Rossijskaja sociologicheskaja jenciklopedija. M.: Norma-Inf. M., 2008. 672 p.
5. Uroven i kachestvo zhizni v uslovijah starenija nasele-nija / Kurkina M.P. Kursk: KGMU, 2013. 252 p.



УДК 331.1

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА

**Кауфман Н.Ю., Ширинкина Е.В.**

*Сургутский государственный университет, Сургут, e-mail: ntlrus@gmail.com*

В статье раскрыта сущность управленческих инноваций и условия формирования человеческого капитала на современном этапе развития экономики. В качестве исследовательской задачи авторами была определена попытка оценить инновационное развитие предприятий путем развития управленческих инноваций. Рассмотрена проблема влияния знаний и инноваций на бизнес-процессы организации. Литературные источники свидетельствуют, что инновационная направленность стратегии и практики управления персоналом влияет на инновационную активность компаний. Проанализировано состояние организационных инноваций и обоснована необходимость мотивации развития человеческого капитала с целью эффективного применения управленческих инноваций. Авторами делается вывод об инновационном развитии предприятий путем формирования человеческого капитала с генерацией новых знаний, так как экономика XXI в. формируется на развитии наукоемких и информационных технологий, которые являются инструментом для использования интеллектуального человеческого капитала.

**Ключевые слова:** управленческие инновации, человеческий капитал, инновационное развитие, экономика, персонал, знания

## FEATURES OF FORMATION OF MANAGERIAL INNOVATIONS IN THE DEVELOPMENT OF HUMAN CAPITAL

**Kaufman N.Yu., Shirinkina E.V.**

*Surgut State University, Surgut, e-mail: ntlrus@gmail.com*

The article reveals the essence of managerial innovations and the conditions for the formation of human capital at the present stage of economic development. As a research problem, the authors have defined an attempt to assess the innovative development of enterprises through the development of managerial innovations. The problem of the influence of knowledge and innovation in the business processes of the organization. Literary sources indicate that the innovation orientation of the strategy and HR practices affect the innovative activity of companies. Analyzes the organizational innovations and the necessity of motivation of human capital development with the aim of effective application of management innovations. The authors conclude about the innovative development of enterprises through the human capital formation with the generation of new knowledge, as the economy of the XXI century is formed on the development of science intensive and information technologies, which are tools for use of the intellectual human capital.

**Keywords:** management innovation, human capital, innovative development, economics, personnel, knowledge

В существующем мире многие предприятия для усиления конкурентоспособности во всех аспектах своей деятельности, и в условиях поиска путей повышения эффективности своей работы все чаще применяют различные программы развития инновационной деятельности.

В XXI в. на первое место выходит использование знаний, которое возможно через постоянное накопление человеческого капитала. Процесс развития человеческого капитала неразрывен с развитием и пополнением в процессе образования знаний, навыков, способностей для получения дохода с последующим его использованием.

Под человеческим капиталом понимаются как врожденные, так и постоянно накапливаемые в результате финансовых и моральных вложений такие факторы, как уровень образования, здоровья, мотивации, способностей индивида или общества, с последующим использованием в процессе производства, а также влияющих на ве-

личину доходов обладателя человеческого капитала [8].

В условиях глобализации экономики необходимы новые методы управления, использующие новые подходы в стратегии развития предприятий, совершенствование стиля и управленческих процедур, что возможно только в условиях формирования и внедрения управленческих инноваций. В итоге, роль человеческого капитала усиливается в условиях инновационного развития предприятий.

Под инновационным развитием понимается процесс, формирующий необходимость перемен, включающий создание и распространение инноваций через инновационный потенциал предпринимателей-инноваторов, обусловленный внутренними и внешними факторами, приводящий к созданию нововведений через структурные изменения, реинжиниринг бизнеса и знаний и прогрессивные методы управления [2, с. 32].

## Показатели инновационной деятельности [5]

Показатели, %	Годы					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации в отчетном году, в общем числе обследованных организаций	9,3	9,6	9,9	9,7	9,7	9,5
Удельный вес организаций, осуществлявших организационные инновации в отчетном году, в общем числе обследованных организаций	3,2	3,3	3,0	2,9	2,8	2,7
Удельный вес организаций, осуществлявших маркетинговые инновации в отчетном году, в общем числе обследованных организаций	2,2	2,3	1,9	1,9	1,7	1,8
Удельный вес организаций, осуществлявших экологические инновации в отчетном году, в общем числе обследованных организаций	4,7	5,7	2,7	1,5	1,6	1,6
Инновационная активность организаций (удельный вес организаций, осуществлявших технологические, организационные, маркетинговые инновации в отчетном году, в общем числе обследованных организаций)	9,5	10,4	10,3	10,1	9,9	9,3

Особенно актуальными для инновационного развития предприятий являются управленческие инновации, которые приводят к совершенствованию традиционных принципов, процедур и методов руководства или устоявшихся организационных форм, с последующей заменой всей системы управления компанией. В результате управленческих нововведений руководители предприятий начинают работать эффективнее.

Методы работы руководителей можно изменить, пересмотрев процедуры, определяющие их работу. К ним относятся: стратегическое планирование, финансирование, поиск, аттестация и повышение в должности сотрудников, внутренняя коммуникация и управление знаниями – те факторы, благодаря которым будет работать весь механизм управления [3].

Проблемой многих предприятий является изменение действующей системы управления, так как осуществление управленческих нововведений больше подвержено сопротивлению, чем технологические нововведения. Это может быть связано с нежеланием персонала перестраивать свое мышление, с неэффективным использованием человеческого капитала, а также вследствие малого опыта и профессионализма.

Также управленческие инновации, проходя путь от разработчика к пользователю, могут вырождаться в псевдоинновации, так как инерционная система управления адаптирует их под себя, лишая собственного содержания. Или предприятия используют те или иные нововведения в методах управления для решения проблем, не полностью адаптировав их к современным российским

условиям. Таким образом, для отечественной практики иногда характерен имитационный режим внедрения инноваций, так как не каждое предприятие имеет подразделение, занимающееся научной разработкой управленческих нововведений. Данная позиция затрудняет информационный обмен управленческими инновациями [1].

Статистика инноваций в России ведется с 1994 года, а использование управленческих инноваций, которые находятся в группе организационных, получило свое отражение с 2000 года и рассматривается, как реализация нового метода в ведении бизнеса, организации рабочих мест, внешних связей. В таблице рассмотрены показатели инновационной деятельности за 2010–2015 гг.

В статистике управленческие инновации входят в группу организационных инноваций. Следовательно, мы видим, что удельный вес организаций, осуществляющих организационные инновации, невелик, по сравнению с применением предприятиями технологических инноваций. Российская экономика характеризует инновационную активность организаций как невысокую, 9,3% организаций в 2015 г. осуществляли технологические, организационные, маркетинговые инновации [6].

Причиной низкой активности предприятий является недостаточный уровень развития инновационного потенциала, неготовность персонала к освоению новейших научно-технических достижений, а также слабый уровень развития исследовательской базы на производстве. Большая доля в исследованиях и разработках принадлежит государству (более 50%), доля иннова-

ционных товаров, работ, услуг в общем объеме составляет 8,4%.

Проведенный анализ показывает, что управленческие инновации в России малоизучены и включают внедрение различных видов систем управления на основе информационно-коммуникационных технологий, внедрение новых или существенно модифицированных организационных структур, системы контроля качества, сертификации, а также различные предложения по развитию персонала [2, с.78].

В управленческой деятельности используются инновации в управлении персоналом, маркетинговой деятельностью, коммуникациями, производством и т.д., а также каждой сфере деятельности присущи свои управленческие инновации. Например, в управлении финансами это страхование рисков или применение бюджетирования, в управлении человеческими ресурсами – использование аутстаффинга, горизонтальной карьеры и т.п.

Долговременный эффект применения новых методов в управлении возможен при выполнении некоторых условий: системность (охват большого ряда процедур и методов); новаторский принцип; непрерывность (постоянный поиск решений).

Можно отметить некоторые особенности управленческих инноваций:

- оказывают влияние сформированные системы мотивации и стимулирования, обеспечивающие развитие творческой инициативы объектов управления;

- внедрение управленческих инноваций на предприятии необходимо осуществлять осторожно и постепенно, чтобы не нарушить работу всего предприятия [7].

Таким образом, инновационное развитие обусловлено соответствующим развитием производительных сил человека – субъекта инновационной экономики, а главным элементом данного процесса является человеческий капитал с генерацией новых знаний. Одной из проблем развития человеческого капитала является сложность соответствия новым экономическим условиям экономики знаний. Исследователи отмечают, что необходима новая концепция человеческого капитала, которая соответствует специфике экономики общества на новом этапе его развития.

Существует большое количество трактовок человеческого капитала, которые показывают его взаимосвязь с финансовыми вложениями в людей, определяя сущность человеческого капитала в виде инвестиций в человеческие ресурсы с ожиданием будущих выгод с условием увеличения их производительности.

Многие ученые считают, что для эффективной деятельности любой организации необходимо управление человеческим капиталом, и для устойчивой позиции на рынке, несмотря на сложность, измерение эффективности человеческой деятельности является необходимым условием. При выделении двух аспектов человеческого капитала, экономического и духовного, второй оценить сложнее, так как в его основе находится интеллект, духовные ценности, воспитание [5].

Следовательно, в современной организации, применяющей инновационные принципы развития, человеческий капитал, которым должны обладать сотрудники, можно представить в виде формулы

$$\begin{aligned} \text{Человеческий капитал} &= \\ &= \text{Знания} + \text{Опыт} + \text{Развитие} + \\ &+ \text{Умения} + \text{Инициатива} + \text{Творчество} \quad (1) \end{aligned}$$

Присутствие творческой составляющей в формировании человеческого капитала является приоритетом для инновационного процесса, так как она определяет степень присутствия рациональных предложений по оптимизации управленческого процесса. Жизнеспособность современной организации зависит от новых знаний – источника инновационных идей, для чего необходим инновационный климат, основанный на доверии, выявлении факторов, блокирующих творческие усилия персонала, а также увеличение полномочий инноваторов.

Творческий работник – главный ресурс организации, способный генерировать идеи и воплощать их в жизнь. Следовательно, создавая систему управления талантами, инновационные организации разрабатывают соответствующие методики развития творческого мышления.

Эффективность инвестиций в талантливых сотрудников можно проследить по коэффициенту рентабельности талантов (Rt):

$$\begin{aligned} Rt &= (\text{генерированные знания}) / \\ &(\text{инвестиции в таланты}). \quad (2) \end{aligned}$$

Эффективное использование знаний показывает ценность приобретенных знаний, что способствует формированию творческого настроения работников и, как следствие, улучшению качества продукции и более эффективным коммуникациям и инновациям.

Таким образом, для развития и внедрения управленческих инноваций в практику предприятий необходимо решить следующие задачи:

1. Развитие необходимых компетенций персонала, в соответствии с поставленными инновационными задачами.

2. Постоянное непрерывное обучение персонала. В современных условиях стандартные методы обучения в условиях применения инноваций не дают ожидаемого эффекта. Поэтому в российской практике появились современные методы обучения персонала: обучение действием, в рабочих группах; по методам «Shadowing», «Secondment», «buddying»; дистанционное и модульное обучение.

3. Новые идеи должны подкрепляться мотивацией и стимулированием. Гибкие системы мотивации активизируют работников к творческой деятельности и продуктивности, преследуя эффективность конечного результата инновационного процесса. Причем необходимо иметь набор мотивационных и стимулирующих методов и программ, которые будут эффективны для поддержания инновационного климата организации.

4. Идеи не должны «теряться» на каком-либо из этапов инновационного процесса.

5. При принятии решений в условиях неопределенности или инновационного лага необходимо присутствие инновационного мышления, интуиции и коммуникативности.

6. Использование эффективных коммуникаций. Преимущество инновационного управления очевидно при свободном перемещении информации как внутри организации, так и во внешней среде, а также присутствие неформальных коммуникаций ведет к появлению инновационных идей, экспериментов.

Понимая экономическую природу человеческого капитала, возможно учитывать изменения экономики на каждом этапе ее развития. Лишь определив экономическую сущность человеческого капитала, понимая законы его движения и исследовав процесс его воспроизводства, можно конкурировать в условиях инновационного развития [4].

В условиях формирования экономики знаний человеческий капитал является главным ресурсом. Увеличивается доля работников умственного труда, а также содержание труда приобретает умственное, интеллектуальное значение. Экономика XXI в. формируется на развитии наукоемких и информационных технологий, которые являются инструментом для использования интеллектуального человеческого капитала.

Следовательно, современный этап развития экономики связан с процессами глобализации и интеграции, через которые должны развиваться управленческие инновации во всех сферах деятельности общества – образовании, экономике, здравоохранении. В инновационной деятельности толчком к развитию является конкуренция, в условиях которой правильная оценка роли

человеческого капитала обеспечивает предприятиям выгодные позиции на рынке, их удержание и расширение.

### Список литературы

1. Гетманова Г.В. Диагностика и внедрение управленческих инноваций в деятельности предприятия [Электронный ресурс] / автореферат дис. на соиск. учен. степ. канд. эконом. наук (08.00.05). Гетманова Галина Владимировна; Институт управления и экономики. – Санкт-Петербург, 2005. – <http://www.dissercat.com/content/diagnostika-i-vnedrenie-upravlencheskikh-innovatsii-v-deyatelnosti-predpriyatiya#ixzz4OZk4WluD>.
2. Кауфман Н.Ю. Управление инновационным развитием предприятий химического производства [Текст] / дис. на соиск. учен. степ. канд. эконом. наук (08.00.05). Кауфман Наталья Юрьевна; Самарский государственный экономический университет. – Омск, 2013. – 162 с.
3. Кауфман Н.Ю. Теоретические основы предпринимательской составляющей в инновационном развитии предприятий / в книге: «Проблемы экономики и управления в XXI веке: актуальные вопросы, тенденции, перспективы» // Пенза. – МЦНС «Наука и просвещение». – С. 119–145. [Электронный ресурс]. – <http://elibrary.ru/item.asp?id=26682134> (дата обращения: 28.10.2016).
4. Лобачева Е.Н., Борисенкова Л.Н. Роль человеческого капитала в инновационной экономике. Гуманитарный вестник. – 2013. – вып. 8. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hmbul.bmstu.ru/catalog/econom/hidden/101.html> (дата обращения: 30.10.2016).
5. Печеная Л.Т. Повышение роли человеческого капитала в современных условиях развития экономики // Современные технологии управления. – № 2(38). – URL: <http://sovman.ru/article/3806/> (дата обращения: 11.10.2016).
6. Сайт Росстата [Электронный ресурс]. – URL: [www.gks.ru](http://www.gks.ru) (дата обращения: 04.11.2016).
7. Сильченкова Т.Н. Управленческие инновации: особенности и перспективы развития. [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.silchenkova.ru/upr\\_innovacii/index.html](http://www.silchenkova.ru/upr_innovacii/index.html) (дата обращения: 30.10.2016).
8. Ширинкина Е.В., Бакшеев С.Л. Роль высшего образования в формировании человеческого капитала // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 10–1. – С. 223–227.

### References

1. Getmanova G.V. Diagnostika i vnedrenie upravlencheskikh innovacij v dejatelnosti predpriyatija [Elektronnyj resurs] / avtoreferat dis. na soisk. uchen. step. kand. jekonom. nauk (08.00.05). Getmanova Galina Vladimirovna; Institut upravlenija i jekonomiki. Sankt-Peterburg, 2005. <http://www.dissercat.com/content/diagnostika-i-vnedrenie-upravlencheskikh-innovatsii-v-deyatelnosti-predpriyatiya#ixzz4OZk4WluD>.
2. Kaufman N.Ju. Upravlenie innovacionnym razvitiem predpriyatij himicheskogo proizvodstva [Tekst] / dis. na soisk. uchen. step. kand. jekonom. nauk (08.00.05). Kaufman Natalja Jurevna; Samarskij gosudarstvennyj jekonomicheskij universitet. Omsk, 2013. 162 p.
3. Kaufman N.Ju. Teoreticheskie osnovy predprinimatel'skoj sostavljajushhej v innovacionnom razvitii predpriyatij / v knige: «Problemy jekonomiki i upravlenija v XXI veke: aktualnye voprosy, tendencii, perspektivy» // Penza. MCNS «Nauka i prosveshhenie». pp. 119–145. [Elektronnyj resurs]. <http://elibrary.ru/item.asp?id=26682134> (data obrashhenija: 28.10.2016).
4. Lobacheva E.N., Borisenkova L.N. Rol chelovecheskogo kapitala v innovacionnoj jekonomike. Gumanitarnyj vestnik. 2013. vyp. 8. [Elektronnyj resurs]. URL: <http://hmbul.bmstu.ru/catalog/econom/hidden/101.html> (data obrashhenija: 30.10.2016).
5. Pechenaja L.T. Povyshenie roli chelovecheskogo kapitala v sovremennyh uslovijah razvitiya jekonomiki // Sovremennye tehnologii upravlenija. no. 2(38). URL: <http://sovman.ru/article/3806/> (data obrashhenija: 11.10.2016).
6. Sajt Rosstata [Elektronnyj resurs]. URL: [www.gks.ru](http://www.gks.ru) (data obrashhenija: 04.11.2016).
7. Silchenkova T.N. Upravlencheskie innovacii: osobennosti i perspektivy razvitiya. [Elektronnyj resurs]. URL: [http://www.silchenkova.ru/upr\\_innovacii/index.html](http://www.silchenkova.ru/upr_innovacii/index.html) (data obrashhenija: 30.10.2016).
8. Shirinkina E.V., Baksheev S.L. Rol vysshego obrazovaniya v formirovanii chelovecheskogo kapitala // Fundamentalnye issledovaniya. 2016. no. 10–1. pp. 223–227.

УДК 330.567; 330.59; 330.12

## РАЗВИТИЕ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ РЕГИОНОВ ЦФО

**Куркина М.П., Зюкин Д.А.**

*ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России, Курск,  
e-mail: nightingale46@rambler.ru*

В статье исследовано «качество жизни» как интегральный показатель, всесторонне характеризующий экономическое развитие общества, уровень материального, медико-биологического благосостояния каждого человека. Целью исследования являлась оценка качества жизни населения в регионах ЦФО. В работе предложен подход к расчету интегрального коэффициента, позволяющего дать оценку качества жизни населения в каждой из изучаемых областей, на основе мультипликативного учета показателей, приведенных в безразмерных сопоставимых единицах. Комплексность такой оценки определяется учетом всех важных факторов, сформированных в пяти категориях: состояние системы здравоохранения; социальные гарантии и обеспечение; доступность и развитость спортивной инфраструктуры; возможность культурного развития; качество и доступность образования. Результаты исследования позволяют выявить проблемные области, которые необходимо устранить или минимизировать их влияние для достижения более высокого уровня качества жизни населения в изучаемых регионах.

**Ключевые слова:** регионы ЦФО, интегральный коэффициент, система здравоохранения, социальные гарантии и обеспечение, спортивная инфраструктура, культурное развитие, образование, качество жизни населения

## THE DEVELOPMENT OF SOCIAL INFRASTRUCTURE OF THE CENTRAL FEDERAL DISTRICT REGIONS

**Kurkina M.P., Zyukin D.A.**

*Kursk State Medical University, Kursk, e-mail: nightingale46@rambler.ru*

There has been investigated «quality of life» as an integral indicator, characterizing comprehensively the economic development of society, the level of material, medical and biological well-being of each person in the article. The aim of the study was to assess the quality of life of the population in the regions of the Central Federal District. There has been proposed approach to the calculation of the integral factor, which allows to assess the quality of life of the population in each of the study areas, based on the multiplier into account the indicators given in dimensionless comparable units in the article. The complexity of such assessment is determined by considering all the important factors, formed in five categories: health; social security and welfare; the availability and development of sports infrastructure; the possibility of cultural development; the quality and accessibility of education. The results of the research to identify problems areas that need to eliminate or minimize their effect, to achieve a higher level of quality of life of the population in the investigated regions.

**Keywords:** regions of the Central Federal District, the integral coefficient, the health system, social guarantees and provision, sporting infrastructure, cultural development, education, quality of life of the population

Согласно энциклопедическим и литературным источникам социальная инфраструктура – устойчивая совокупность материально-вещественных элементов, создающих условия для национальной организации основных видов деятельности человека – трудовой, культурной и семейно-бытовой. Она характеризует взаимодействие материально-вещественной среды и субъекта. По форме существования она представляет собой систему учреждений и организаций, обеспечивающих условия для рациональной организации деятельности людей [6].

К ним относятся объекты социально-культурного назначения, организации систем социального обслуживания, здравоохранения, образования; предприятия и организации, связанные с отдыхом и досугом; спортивно-оздоровительные учреждения и другие. Во всех странах с развитой рыночной экономикой рост социальной ин-

фраструктуры происходит одновременно с повышением качества жизни населения и характеризует его. Развитие и эффективное функционирование объектов, входящих в социальную инфраструктуру, их доступность населению – важное условие повышения качества жизни населения.

Качество жизни отдельного человека целиком и полностью отражает его отношение к определенным жизненным ценностям, к себе и окружающим. Термин «качество жизни» актуализировался в экономической науке, когда был совершен переход к исследованию вопросов степени удовлетворения потребностей общества и того, как меняются условия человеческого развития в результате деятельности его членов в стремлении удовлетворения этих потребностей. Категория «качество жизни» является многоаспектной, поэтому существует широкий перечень подходов как к ее

терминологической трактовке, так и количественному определению и измерению [7].

Первоначально эта категория больше связывалась с уровнем развития экономики и с уровнем доходов населения и страны в целом. Впоследствии при рассмотрении понятия «качество» преобладающим стал гуманитарный подход, определяющий эту категорию с позиций индивида. Так, например, Институт демографии, миграции и регионального развития (Россия) определяет качество жизни как категорию, с помощью которой характеризуют существенные обстоятельства жизни населения, обуславливающие степень достоинства и свободы личности каждого человека [5]. С узкой точки зрения оценки качества и уровня жизни показывают, насколько успешно государство распределяет ограниченные ресурсы. В более широких рамках понимания эти оценки должны отражать меру эффективности политики государства по управлению и развитию общества в целом [1].

Качество жизни следует отличать от терминологически и содержательно близкого понятия уровня жизни. Уровень жизни – показатель, отражающий благосостояние населения, сконцентрирован на подсчете объема доходов граждан и степени удовлетворения базовых потребностей, по сути, является производным от показателей экономического развития. В сравнении с ним качество жизни, как считает А.Н. Малюгина [3], является гораздо более широким показателем, включающим в себя оценку благосостояния в числе прочих критериев качества жизни, а также учитывающим и еще целый ряд индикаторов удовлетворения разного рода потребностей. Этого мнения придерживаются и авторы статьи [4] – понятие «качество жизни» более широкое, включает в себя критерии не только материального уровня благосостояния, но и духовного.

Решение задачи повышения качества жизни населения, как представляется нам, составляет основу обеспечения социальной стабильности общества в стране и в регионах, потому что качество жизни является интегральным показателем, всесторонне характеризующим экономическое развитие общества, уровень материального, медико-биологического благосостояния каждого человека [7].

### Цель исследования

Сформировать методологию оценки качества жизни и представить ее результаты для сравнительной оценки по уровню качества жизни населения в регионах ЦФО.

### Материалы и методы исследования

Обеспечение высокого качества жизни, по нашему мнению, является первоочередной задачей го-

сударства на федеральном и региональном уровнях. В то же время в России, несмотря на обилие предлагаемых подходов к оценке качества жизни населения, не выработан единый и универсальный набор.

При оценке качества жизни мы использовали объективный подход, основанный на сборе и анализе статистических данных по изучаемой совокупности регионов, выраженный в учете комплекса частных показателей и индикаторов в мультипликативном коэффициенте, на принципе равнозначного учета и распределения весов между ними [4]. Преимуществом такого подхода является доступность и точность материалов анализа, формируемых в органах государственной статистики. Одним из недостатков объективного количественного подхода к оценке качества жизни является разноразмерность показателей. В связи с этим нами сформировано пять различных категорий, наиболее раскрывающих понятие качества жизни населения в регионе, в которых подобрано адекватное поставленной цели исследования число факторов, а их разноразмерность устраняется с помощью метода нормирования.

Применение метода нормирования основывается на принципе принятия за условный максимум (единица) значение показателя, отражающее максимальный положительный эффект явления [2]. В дальнейшем, полученные нормированные показатели будут на основе мультипликативного учета использованы при определении интегральных показателей по изучаемым категориям качества жизни, согласно формуле средней геометрической:

$$K_i = \sqrt[n]{P_{i1} \cdot P_{i2} \cdot \dots \cdot P_{in}},$$

где  $K_i$  – интегральный показатель, определяющий  $i$ -тую категорию;

1, 2, ...,  $n$  – порядковый номер и общее число показателей, характеризующих  $i$ -тую категорию.

Далее значения ранжируются в зависимости от величины интегрального показателя по каждой категории: регион с наивысшим значением получает единицу в качестве ранга, далее остальные регионы соответственно, в порядке проведенного ранжирования. На последнем этапе считается общий мультипликативный коэффициент оценки качества жизни, находящийся как среднее геометрическое значение по интегральным показателям всех категорий.

Использование такого обобщенного коэффициента, основанного на комплексной стратифицированной системе частных показателей, характеризующего качество жизни населения регионов, позволяет анализировать и сравнивать их между собой. В качестве базы анализа нами использована совокупность областей ЦФО за исключением г. Москвы и Московской области, в которых сконцентрировано большинство центров принятия решения и формирования прибыли, что определяет их значительное экономическое превосходство над остальными регионами. Периодом охвата нашего исследования является вся эпоха после Ельцина, в которой у руля страны находится сегодняшняя экономико-политическая элита.

### Результаты исследования и их обсуждение

Качество жизни индивида зависит от множества факторов: от экономического благополучия до безопасности существова-

ния, от условий для психического и культурного развития личности до создания условий для самосовершенствования личности. Поэтому при комплексной интегральной оценке качества жизни населения региона мы учитываем ряд важных аспектов: состояние системы здравоохранения; социальные гарантии и обеспечение; доступность и развитость спортивной инфраструктуры; возможность культурного развития; качество и доступность образования.

Возможность получения медицинской помощи – один из важнейших показателей качества жизни, определяется доступность и качеством ее оказания. Это зависит от обеспеченности населения региона коечным фондом при стационарной помощи, врачебным персоналом, количеством ЛПУ в районах области и специализированных медицинских центров. По совокупности этих показателей выделяются Ярославская и Смоленская области. В целом уровень является относительно равным (разрыв между первым и последним рангом менее 0,2 пункта, что является наименьшим среди изучаемых категорий).

В условиях высокой популяризации спорта в стране, связанной с проведением крупнейших международных соревнований (универсиада 2013 года, зимняя олимпиада 2014 года, ожидаемый чемпионат мира по футболу в 2018 году), возможность реализовать себя в спорте и вести спортивный образ жизни, получив доступ к спортивным объектам, становится все более важной ка-

тегорией качества жизни. Мы оцениваем уровень обеспеченности стадионами, футбольными полями, плавательными бассейнами, крытыми спортзалами как показатель реализации качества жизни через занятия спортом. Лучший уровень обеспеченности спортивной инфраструктурой в расчете на 10000 человек в Белгородской, Смоленской и Тамбовской областях. В этой категории между низшим и высшим рангом практически двукратное отклонение, что говорит о высокой дифференциации в возможности качественно заниматься спортом в разных регионах ЦФО страны.

Категория образования раскрывается уровнем обеспеченности общеобразовательными учреждениями, педагогическим персоналом в вузах и школах, охватом детей дошкольными учреждениями. В соответствии с интегральным коэффициентом по данной категории наиболее благополучная ситуация наблюдается в Орловской, Костромской и Смоленской областях. Качество жизни с позиции категории «культура» описывается показателями обеспеченности жителей библиотечным фондом, публикационной активностью прессы, количеством представлений, концертов и спектаклей в театрах, филармониях и других объектах этого типа. По этой категории выделяются Смоленская, Орловская и Белгородская области, в то время как большинство других регионов отстают, но имеют сопоставимые друг с другом показатели.

Ранги регионов ЦФО по категориям качества жизни в 2015 году

Области	Здравоохранение		Спортивная инфраструктура		Образование		Культура		Социальное обеспечение		Интегральное значение
	коэффициент	ранг	коэффициент	ранг	коэффициент	ранг	коэффициент	ранг	коэффициент	ранг	
Смоленская	0,92	2	0,69	2	0,85	3	0,76	1	0,93	2	0,82
Орловская	0,83	5	0,61	4	0,93	1	0,75	2	0,89	4	0,79
Тверская	0,81	9	0,55	6	0,81	4	0,67	5	0,89	5	0,74
Белгородская	0,74	14	0,71	1	0,77	8	0,74	3	0,65	15	0,72
Костромская	0,76	12	0,45	12	0,88	2	0,63	7	0,90	3	0,70
Брянская	0,76	13	0,58	5	0,78	6	0,67	4	0,74	10	0,70
Ивановская	0,82	7	0,47	11	0,75	12	0,59	13	0,95	1	0,70
Воронежская	0,85	4	0,49	10	0,77	7	0,62	11	0,80	8	0,69
Владимирская	0,78	11	0,54	8	0,71	14	0,62	10	0,85	6	0,69
Липецкая	0,85	3	0,55	7	0,70	15	0,62	9	0,71	13	0,68
Калужская	0,79	10	0,53	9	0,77	9	0,64	6	0,68	14	0,68
Тамбовская	0,73	16	0,66	3	0,59	16	0,62	8	0,74	9	0,66
Курская	0,83	6	0,44	13	0,81	5	0,60	12	0,71	12	0,66
Ярославская	0,93	1	0,36	16	0,77	10	0,53	16	0,84	7	0,65
Рязанская	0,82	8	0,44	14	0,72	13	0,56	14	0,72	11	0,64
Тульская	0,73	15	0,38	15	0,75	11	0,53	15	0,62	16	0,58

Категория «социальное обеспечение» отражает качество жизни людей с ограниченными физическими способностями и социальными возможностями. Мы исследовали для интегральной количественной оценки показатели: обеспеченность мест для инвалидов в стационарах, доля охвата людей нуждающихся в посторонней помощи и социальной поддержке, нагрузка на социальных работников.

Анализируя совокупность рангов по всем категориям, следует выделить высокую дифференциацию областей по рангам в изучаемых категориях, свидетельствуя об отсутствии комплексности развития и реализации программ, направленных на повышение качества жизни населения. Как пример, в Белгородской области население обеспечено лучшей спортивной инфраструктурой и культурной программой, в то время как здравоохранение и социальное обеспечение получили относительно низкий ранг. И наоборот, Ярославская область, имеющая высший ранг по обеспечению качества жизни в категории здравоохранения, в категориях обеспечения возможности реализации спортивной и культурной части качества жизни занимает последнее место в ЦФО. Выделяются только Смоленская и Орловская области, имеющие устойчиво высокие позиции по всем категориям, в то время как в остальных регионах очень сильные колебания (таблица).

Интегральный (мультипликативный) коэффициент качества жизни характеризует не только статическое состояние населения определенной территории в определенный момент времени, но и отражает динамику развития между измерениями. Если в области происходит сокращение интегрального коэффициента качества жизни в изучаемом периоде, то это свидетельствует об отставании этих регионов от регионов-лидеров по изучаемым категориям и показателям. Результаты исследования показывают, что в среднем имеется тенденция к росту интегрального показателя, значит в целом по ЦФО качество жизни населения улучшается. Значительно повысился показатель качества жизни в Орловской и Воронежской областях (0,169 и 0,121 пункта), в то время как резких сокращений не было – наиболее сильно упал показатель в Костромской области (на 0,04 пункта).

### Выводы

Процедура расчета интегрального показателя качества жизни, предполагающая охват различных категорий, позволяет всесторонне изучить значительную совокупность факторов, четко выявить проблемные области, которые необходимо устранить или минимизировать их влияние для достижения

высокого уровня качества жизни населения в регионе. Это позволит формировать последовательные и системные мероприятия для реализации государственной программы повышения благосостояния и качества жизни населения, нивелируя последствия кризиса в стране, обеспечивая выполнение социальных гарантий государства перед обществом. Методический подход позволяет, с одной стороны, изучить социально-экономическую ситуацию в регионе для принятия адекватных управленческих решений на региональном и федеральном уровнях, с другой – провести сравнение социально-экономического развития региона с ситуацией в других регионах. Получаемые результаты могут быть применимы при общей оценке качества жизни и отдельных его категорий, формируют сравнительную базу, устанавливают точно взаимосвязи и тренды, определяют приоритеты в создании прочного фундамента для реализации стратегических решений, направленных на рост качества жизни граждан.

### Список литературы

1. Андреева О.Н. Способы оценки уровня и качества жизни населения // Ойкумена. Регионоведческие исследования. – 2013. – № 2 (25). – С. 112–120.
2. Зюкин Д.А. Эффективность использования и распределения государственной поддержки зернового хозяйства // Экономический анализ: теория и практика. – 2012. – № 8. – С. 46–56.
3. Малюгина А.Н. Понятие качества жизни и уровня жизни: основные подходы к оценке показателей // Решетневские чтения. – 2013. – Т. 2. № 17. – С. 443–445.
4. Методический подход к оценке управления воспроизводством человеческого потенциала региона / М.П. Куркина, Д.А. Зюкин // Государство и общество: вчера, сегодня, завтра. Серия Экономика. – 2013. – № 8(2). – С. 74–86.
5. Овсянникова Т.Ю. Индексный подход к оценке качества жизни населения и уровня развития урбанизированных территорий / Т.Ю. Овсянникова, М.Н. Преображенская // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2014. – № 1 (25). – С. 30–46.
6. Тощенко Ж.Т. Социальная инфраструктура: сущность и пути развития / Ж.Т. Тощенко. – М.: Мысль, 1980. – 206 с.
7. Уровень и качество жизни в условиях старения населения / Куркина М.П. – Курск: КГМУ, 2013 – 252 с.

### References

1. Andreeva O.N. Sposoby ocenki urovnja i kachestva zhizni naselenija // Ojkumena. Re-gionovedcheskie issledovaniya. 2013. no. 2 (25). pp. 112–120.
2. Zjukin D.A. Jefferktivnost ispolzovaniya i raspredeleniya gosudarstvennoj pod-derzhki zernovogo hozjajstva // Jekonomicheskij analiz: teorija i praktika. 2012. no. 8. pp. 46–56.
3. Maljugina A.N. Ponjatje kachestva zhizni i urovnja zhizni: osnovnye podhody k ocenke pokazatelej // Reshetnevskie chtenija. 2013. T. 2. no. 17. pp. 443–445.
4. Metodicheskij podhod k ocenke upravlenija vosproizvodstvom chelovecheskogo poten-ciala regiona / M.P. Kurkina, D.A. Zjukin // Gosudarstvo i obshhestvo: vchera, segodnja, zavtra. Serija Jekonomika. 2013. no. 8(2). pp. 74–86.
5. Ovsjannikova T.Ju. Indeksnyj podhod k ocenke kachestva zhizni naselenija i urovnja razvitiya urbanizirovannyh territorij / T.Ju. Ovsjannikova, M.N. Preobrazhenskaja // Vest-nik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Jekonomika. 2014. no. 1 (25). pp. 30–46.
6. Toshhenko Zh.T. Socialnaja infrastruktura: sushhnost i puti razvitiya / Zh.T. Toshhenko. M.: Mysl, 1980. 206 p.
7. Uroven i kachestvo zhizni v uslovijah starenija naselenija / Kurkina M.P. Kursk: KGMU, 2013 252 p.



УДК 338

## РАЗРАБОТКА И ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ HIROSE ДЛЯ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ БРЕНДА РОССИЙСКОЙ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ КОМПАНИИ

Максимов Д.А., Халиков М.А.

ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», Москва,  
e-mail: maksimovdenis@mail.ru

Рассмотрена проблематика разработки и совершенствования моделей и методов оценки стоимости бренда производственной корпорации, функционирующей в условиях развивающейся рыночной экономики, отличающейся невысокой эффективностью товарных и финансовых рынков и ограниченной статистикой финансово-экономических данных о деятельности субъектов рынка. Особое внимание уделено анализу возможностей адаптации для российских условий современных западноевропейских, американских и японских моделей оценки стоимости бренда компании. В рамках этих исследований предложены модификации моделей оценок составного капитала и средневзвешенной стоимости капитала российской компании, используемых в ставке дисконтирования денежных потоков, генерируемых под влиянием бренда, с учетом неоднородности его структуры и особенностей российской практики налогообложения прибыли. Предложена модификация модели Hirose, разработано соответствующее информационно-алгоритмическое обеспечение и на их основе получены оценки стоимости бренда российской телекоммуникационной компании, позволяющие оценить адекватность предложенных моделей и методов в современной практике оценочной деятельности.

**Ключевые слова:** стоимость бренда, драйверы стоимости, модель Hirose, средневзвешенная стоимость капитала, модель CAPM, бета-коэффициент с учетом и без учета долга, метод расчета стоимости бренда российской телекоммуникационной компании

## DEVELOPMENT AND VERIFICATION OF HIROSE MODEL FOR BRAND VALUE ASSESSMENT OF THE RUSSIAN TELECOMMUNICATION COMPANY

Maksimov D.A., Khalikov M.A.

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, e-mail: maksimovdenis@mail.ru

This article deals with the problem of the development and improvement of value assessment methods and models of the industrial corporation operating under the conditions of developing market economy, characterized by a product and financial market low efficiency and limited statistics of financial and economic indicators regarding the activities of market players as well. Much attention is given to the analyses of the adaptability of modern West European, American and Japanese company's brand valuation models to Russian conditions. The studies propose the modification of the WACC (Weighted Average Capital Cost) of the Russian company which is used as a part of a cash flow discounting rate influenced by the brand while taking into account the heterogeneity of its structure and income taxation laws in Russia. The modification of Hirose model is suggested, information and algorithmic support is developed while the Russian telecommunication company's brand assessment is held giving insight into the adequacy of the proposed models and methods using modern assessment activities.

**Keywords:** brand value, value drivers, Hirose model, WACC, CAPM (Capital Assets Price Model), beta coefficient with and without debt, the method of assessment of the Russian telecommunication company's brand value

В основе модели Hirose лежит оценка дисконтированных свободных денежных потоков операционной деятельности предприятия с учетом влияния на их величины стоимости бренда (табл. 1) [6, 12, 18, 19]. В свою очередь, стоимость бренда является функцией драйверов престижа, лояльности, расширения и безрисковой ставки дисконтирования:

$$VBr = f(PD; LD; ED; r_f), \quad (1)$$

где VBr (Brand Value) – стоимость бренда компании; PD (Prestige Driver) – драйвер престижа; LD (Loyalty Driver) – драйвер лояльности; ED (Expansion Driver) – драйвер расширения;  $r_f$  – безрисковая ставка.

Драйвер престижа определяет силу бренда как ценового преимущества компании,

позволяющего продавать продукцию по более высоким, чем у конкурентов, ценам.

**Таблица 1**  
Характеристика модели Hirose

Название модели (компании)	Hirose
Год разработки	2002
Автор	Hirose, Y. и др.
Страна	Япония
Подход	Доходный
Метод	Основан на использовании данных бухгалтерского учета

Для его расчета необходимы данные финансовой отчетности оцениваемой компании и компании-бенчмарк (осуществляет продажу аналогичных товаров (услуг) в том

же регионе, но имеет невысокие показатели рентабельности продукции) за пять последовательных периодов:

$$PD = \frac{1}{5} \sum_{i=4}^0 \left[ \left( \frac{S_i}{C_i} - \frac{S_i^*}{C_i^*} \right) \cdot \frac{A_i}{OE_i} \right] \cdot C_0, \quad (2)$$

где  $S$  (*sales*) – валовая выручка оцениваемой компании;  $C$  (*costs*) – производственные затраты оцениваемой компании (производственные расходы (себестоимость) рассчитываются по стандартам Международной финансовой отчетности (IAS) 2 «Запасы» как расходы на сырье и материалы, транспортировку, обработку, прямые затраты на оплату труда, постоянные и переменные косвенные затраты (пропорционально фактической мощности) [8]);  $S^*$  – выручка от реализации компании-бенчмарк;  $C^*$  – производственные затраты компании-бенчмарк;  $A$  (*advertising expenses*) – затраты на рекламу, продвижение, коммерческие расходы оцениваемой компании;  $OE$  (*operating expenses*) – операционные затраты оцениваемой компании;  $i$  – период времени;  $\left( \frac{S_i}{C_i} - \frac{S_i^*}{C_i^*} \right)$  – коэффициент дополнительной прибыли (*excess profit ratio*) – разность соотношений выручки от реализации к себе-

стоимости реализованных на рынке брендовых товаров для оцениваемой компании и компании-бенчмарк;  $\frac{A_i}{OE_i}$  – рычаг бренда

(*brand attribution rate*) – отношение затрат на продвижение и рекламу к совокупным операционным.

Драйвер лояльности характеризует стабильность продаж компании в течение длительного периода времени за счет устойчивого сегмента лояльных покупателей. Расчет драйвера лояльности основан на определении отклонений в производственных затратах компании:

$$LD = \frac{\mu_c - \sigma_c}{\mu_c} = 1 - \frac{\sigma_c}{\mu_c}, \quad (3)$$

где  $\mu_c$  – математическое ожидание,  $\sigma_c$  – среднее квадратическое отклонение,  $\frac{\sigma_c}{\mu_c}$  –

эффект вариации производственных затрат за пять последовательных периодов.

Драйвер расширения характеризует силу бренда в проникновении в смежные отрасли, новые рынки и регионы и учитывает географические и продуктовые границы расширения бренда. Для расчета ED необходима детализация продаж за рубежом и продаж неосновного бизнеса:

$$ED = \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{2} \sum_{i=1}^0 \left( \frac{SO_i - SO_{i-1}}{SO_{i-1}} + 1 \right) + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^0 \left( \frac{SX_i - SX_{i-1}}{SX_{i-1}} + 1 \right) \right], \quad (4)$$

где  $SO$  (*overseas sales*) – зарубежные продажи компании;

$SX$  (*sales of non-core business segments*) – продажи неосновного бизнеса;

$\frac{1}{2} \sum_{i=1}^0 \left( \frac{SO_i - SO_{i-1}}{SO_{i-1}} + 1 \right)$  – среднегодовой темп роста продаж за рубежом за последние два года;

$\frac{1}{2} \sum_{i=1}^0 \left( \frac{SX_i - SX_{i-1}}{SX_{i-1}} + 1 \right)$  – среднегодовой темп роста продаж по неосновному бизнесу за последние два года.

Если значение ED меньше 1, то он не является фактором стоимости бренда (не образует новой стоимости). В этом случае в дальнейших расчетах его значение принимается равным 1.

Стоимость бренда определяется мультипликативной сверткой драйверов:

$$VB_r = \frac{PD \cdot LD \cdot ED}{r_{rf}}. \quad (5)$$

Для дисконтирования свободного денежного потока в оригинальной модели Hirose используют безрисковую ставку доходности – доходность по долгосрочным государственным облигациям, срок погашения которых совместим с эффективным периодом оценки стоимости бренда.

В отличие от других не менее известных моделей (например, Brand Finance), основанных на прогнозировании маркетинговых и финансовых показателей, выделении свободного денежного потока, генерируемого брендом, и предполагающих широкое использование экспертных оценок, модель Hirose основана на использовании объективной информации из публичной отчетности компании. Это неоспоримое достоинство этой модели и явилось предпосылкой ее выбора в качестве основной в расчетах стоимости бренда российских компаний, публикующих весьма ограниченный перечень отчетных данных.

Однако дисконтирование денежных потоков по безрисковой ставке доходности

никак не согласуется с современным состоянием российских компаний, рыночная деятельность которых сопряжена с повышенным внешним и внутренним риском.

Для оценки стоимости  $V_{Br}$  бренда российских компаний предлагается использовать модифицированный с учетом темпа роста объема продаж и выбранной в качестве ставки дисконта средневзвешенной стоимости WACC капитала компании вариант этой модели:

$$VB_r = \frac{PD \cdot LD \cdot ED \cdot (1 + g)}{(WACC - g)}, \quad (6)$$

где  $g$  – долгосрочный прогнозный темп роста ВВП по оценке Минэкономразвития [11, п. 3.1].

Согласно теореме Миллера – Модильяни в отсутствие налогов и несовершенств финансового рынка величина затрат на капитал не зависит от способа финансирования [9]. Средневзвешенные ожидаемые доходности долга и акций для инвесторов равны альтернативным издержкам на капитал вне зависимости от коэффициента долговой нагрузки:

$$WACC = r_d \cdot \frac{D}{E + D} + r_e \cdot \frac{E}{E + D}, \quad (7)$$

где WACC – средневзвешенная цена оборотного капитала;  $r_d$  – цена заёмного капитала;  $\frac{D}{E + D}$  – доля заёмного капитала в полном капитале компании;  $r_e$  – цена собственного капитала;  $\frac{E}{E + D}$  – доля собственного капитала в полном капитале компании.

Формула (7) не отражает различий между долгом и собственным капиталом: процентные платежи подлежат вычету из налоговой базы. По этой причине расчёт посленалоговой средневзвешенной стоимости капитала в модели WACC следует проводить по формуле [2]

$$WACC = r_d \cdot (1 - \tau) \cdot \frac{D}{E + D} + r_e \cdot \frac{E}{E + D}, \quad (8)$$

где  $\tau$  – ставка налога на прибыль.

Далее рассмотрим теоретические основы, модели и численные методы определения стоимости собственного ( $r_e$ ) и заёмного ( $r_d$ ) капитала.

#### Стоимость собственного капитала компании

Стоимость собственного капитала рассчитывается на основе модели ценообразования на финансовые активы САРМ (Capital Asset Pricing Model), предложенной У. Шарпом [3, 5, 7] и представляющей со-

бой однофакторную модель зависимости доходности  $r_i$   $i$ -го рискового актива от средней доходности  $r_m$  рынка:

$$r_i = \alpha + \beta \cdot r_m + \varepsilon_i, \quad (9)$$

где  $\alpha$  – коэффициент смещения модели – показатель несистематического риска, дополнительная доходность рискового актива относительно среднерыночной доходности;  $\beta$  – показатель систематического риска, коэффициент бета-чувствительности изменения доходности  $i$ -го актива по отношению к изменению доходности  $r_m$  среднерыночного портфеля;  $r_m$  – среднерыночная доходность:

$$r_m = \sum_{i=1}^I q_i \cdot r_i, \quad (10)$$

где  $I$  – общее число обращающихся на рынке ценных бумаг;  $r_i$  – средняя доходность  $i$ -го актива за рассматриваемый период;  $q_i$  – доля  $i$ -го актива в общей капитализации рынка;  $\varepsilon_i$  – погрешность модели, отражающая влияние всех других факторов.

Модель САРМ может быть представлена в следующем виде [2, 3, 5]:

$$r_i = r_f + \beta \cdot (r_m - r_f), \quad (11)$$

где  $r_f$  – безрисковая ставка доходности фондового рынка;  $(r_m - r_f)$  – премия за риск инвестирования в акционерный капитал, скорректированная на  $\beta$ -коэффициент.

Коэффициент  $\beta$  без учета структуры капитала (бездолговая бета) отражает систематический отраслевой риск и рассчитывается по формуле [22]

$$\beta = \frac{cov(r_i, r_m)}{\sigma^2} = \frac{\rho \cdot \sigma_i}{\sigma}, \quad (12)$$

где  $\sigma_i$ ;  $\sigma$  – среднеквадратичные отклонения доходностей соответственно собственного капитала и среднерыночного портфеля.

Значение коэффициента  $\beta$  определяется рынком и характеризует чувствительность изменения доходности собственного капитала по отношению к изменению рыночной доходности:

– если  $0 < \beta < 1$ , то изменчивость доходности собственного капитала ниже изменчивости рынка (цена собственного капитала менее чувствительна к изменению рыночных показателей);

– если  $\beta = 1$ , то изменчивость доходности собственного капитала соответствует изменчивости рынка (меняется вместе с рынком);

– если  $\beta > 1$ , то изменчивость доходности собственного капитала выше изменчивости рынка (доходность более чувствительна к изменению доходности рынка).

Необходимо отметить, что исходная версия модели CAPM основана на предположении, что компания функционирует на эффективном рынке капитала, а конкуренция инвесторов является совершенной. В связи с высокой волатильностью и незначительной статистикой биржевого индекса РТС использование модели CAPM сталкивается с проблемой определения составляющих. В качестве безрисковой ставки доходности рекомендуется использовать доходность по государственным ценным бумагам. Однако после кризиса 1998 г. доверие российских инвесторов к данному активу оказалось подорванным. Поэтому для получения реалистичных и сравнимых по времени оценок предлагается использовать модель CAPM, опираясь на данные американского фондового рынка. Выбор американского рынка обусловлен наличием достаточно устойчивой статистики расчетов. Кроме того, долгосрочные государственные облигации характеризуются низким уровнем риска и высокой ликвидностью.

Для американского рынка ценных бумаг расчёт ставки доходности осуществляется по формуле

$$r = r_f + \beta_{unlev} (r_m - r_f) + c, \quad (13)$$

где  $r_f$  – безрисковая ставка доходности (для американского рынка определяется на основании доходности по долгосрочным государственным облигациям);  $\beta_{unlev}$  – коэффициент безрычаговой (бездолговой) бета – определяется на основании данных сайта <http://www.damodaran.com>;  $r_m$  – доходность среднерыночного портфеля;  $(r_m - r_f)$  – премия за риск инвестирования в акционерный капитал. В качестве безрисковой ставки примем доходность по 10-летним гособлигациям США, равную 4,96% [24]. Величина премии по американскому рынку может быть принята на основании данных сайта Damodaran-Online (средневзвешенная премия на американском фондовом рынке (ERP – equity risk premium) за период с 1928 по 2015 г. составила 4,54% (сверх доходности  $r_f$  [24]);  $c$  – премия за страновой риск – дополнительный доход за риск инвестирования в российские компании по сравнению с компаниями США.

Размер премии за страновой риск может быть рассчитан по данным кредитных рейтингов долговых инструментов страны (в нашем случае России и США), присвоенных рейтинговыми агентствами Moody's Investors Service, S&P, и Fitch. В качестве инструмента измерения странового риска для России используется

10-летний кредитный дефолтный своп (CDS). Страновой риск России по CDS составляет 3,48% [21].

Существует методика определения странового риска «спредовым» методом, предложенным Deloitte and Touche RCCSS. Она заключается в предположении, что страновой риск отражает потерю в доходности или, наоборот, дополнительный доход, который инвестор потребует при переходе от вложений в российские компании в компании США (разница в доходности государственных облигаций США и государственных облигаций РФ с одинаковыми сроками).

Показатель безрычаговой  $\beta$  для телекоммуникационной компании по данным сайта [www.damodaran.com](http://www.damodaran.com) составляет 0,56.

Известны различные модификации модели CAPM. Например, учёт премий за малую капитализацию –  $s_1$  и за специфический риск оцениваемой компании –  $s_2$  [7, 24]:

$$r = r_f + \beta (r_m - r_f) + c + s_1 + s_2. \quad (14)$$

Также отметим, что в расчетах стоимости собственного капитала важно отличать бета-коэффициенты без учета и с учетом долговой нагрузки.

Для расчета коэффициента бета с учетом долга (финансового рычага) используем следующий вариант модели, являющийся модификацией формулы Хамады [2, 22]:

$$r_E = r_f + \beta_{unlev} \left( 1 + \frac{D}{E} (1 - \tau) \right) (r_m - r_f), \quad (15)$$

где  $\frac{D}{E}$  – коэффициент долговой нагрузки;  $\tau$  – ставка налогообложения прибыли.

Из (15) следует, что цена собственного капитала существенно зависит от ставки налогообложения прибыли и доли долга и в варианте, предложенном Хамадой, лишь косвенно зависит от параметров финансовых рынков – ставок кредитования и рыночных регуляторов, к которым следует отнести ставки по межбанковским кредитам и рефинансирования ЦБ.

Рассмотрим влияние на стоимость собственного капитала компании рыночных регуляторов и в первую очередь такого важного, как ставка рефинансирования ЦБ.

В соответствии с налоговым законодательством (ст. 269 НК РФ) предельная величина процентов, включаемых в расходы, принимается равной ставке рефинансирования ЦБ РФ с коэффициентом 1,1 – для долговых обязательств в рублях, и 1,5 – для долговых обязательств, оформленных в иностранной валюте [10].

Таким образом, стоимость собственного капитала российской компании с долгом может быть рассчитана по формуле

$$r_E = r_f + \beta_v \left( \frac{D+E}{E} - \min \left\{ k_n, \frac{D}{E} \right\} \frac{ref}{r} \cdot \tau \right) (r_m - r_f) + c, \quad (16)$$

где  $k_n$  – предельная величина процентов, включаемых в «налоговый щит»;  $ref$  – ставка рефинансирования ЦБ, используемая в расчетах налоговых выигрышей;  $r$  – эффективная ставка по кредитам, учитываемым в пассивах баланса (если долговые обязательства компании неоднородны, то следует использовать средневзвешенную ставку по кредитам).

**Стоимость заемного капитала компании**

Ценой заемного финансирования (кредиты банков, выпуск облигаций, инвестиционный лизинг) является эффективная годовая процентная ставка, по которой компания привлекает средства из соответствующего источника (эффективная и реальная (отмеченная в кредитном договоре) процентные ставки связаны формулой Фишера:

$$1 + r_n = (1 + r_p) \cdot (1 + h),$$

где  $r_n$  и  $r_p$  – соответственно номинальная (эффективная) и реальная ставки доходности по кредиту,  $h$  – темп инфляции для рассматриваемого временного интервала [4, 5, 9]. В первом случае стоимость заемного капитала равна процентной ставке кредита и определяется путем договорного соглашения между кредиторами и заемщиком. Во втором случае стоимость капитала определяется величиной выплачиваемого по облигации купона или номинальной процентной ставкой облигации, выражаемой в процентах к номинальной стоимости.

Основным фактором цены заёмного финансирования является величина премии кредитной организации за специфический риск компании-заёмщика.

Если процентные выплаты по кредиту исключаются из налогооблагаемой прибыли, то цена  $r_d$  заёмного капитала рассчитывается по формуле

$$r_d = r \cdot (1 - \tau), \quad (17)$$

где  $r$  – договорная процентная ставка по кредиту, увеличенная на затраты по его оформлению и обслуживанию.

Если процентные выплаты по долгу лишь частично включаются в затраты предприятия до налогообложения (российский вариант), то

$$r_d = r - r_n \cdot \tau, \quad (18)$$

где  $r_n$  – предельная величина ставки процента по кредиту, при которой вся сумма начисленных процентов включается в затраты.

Предельная величина ставки процента по кредитам «увязывается» с ключевой ставкой ЦБ РФ (с 01.01.2016 г. значение ставки рефинансирования приравнено к значению ключевой ставки Банка России), европейской и лондонской межбанковской ставками и согласно ст. 269 НК РФ устанавливается отдельно для кредитов, номинированных в рублях и иностранной валюте (с 01.01.2016 г. эта величина составляет 1,25 ставки рефинансирования для кредитов, номинированных в рублях, и 1,07 от Европейской межбанковской ставки предложения (EURIBOR) – для кредитов, номинированных в евро, или 1,07 от LIBOR в долларах США – в иных валютах):

$$r_{n,1} = k_1 \cdot ref;$$

$$r_{n,2} = k_2 \cdot euribor / libor, \quad (19)$$

где  $r_{n,1}$  и  $r_{n,2}$  – предельные величины ставки процента для долговых обязательств, взятых соответственно в рублях и в иностранной валюте;  $k_1$ ,  $k_2$  – коэффициенты предельных ставок для определения дисконта долговых обязательств соответственно в рублях и иностранной валюте.

Если структуру кредитного портфеля предприятия обозначить вектором  $(d_1, d_2)$  ( $d_1$  – доля кредитов в рублях,  $d_2$  – доля кредитов в иностранной валюте), то предельная ставка  $r_n$  по кредитному портфелю может быть определена по формуле средневзвешенной величины:

$$r_n = ref \cdot k_1 \cdot d_1 + euribor/libor \cdot k_2 \cdot d_2, \quad (20)$$

а стоимость заемного капитала с учетом предельных ставок  $k_1$  и  $k_2$  – по формуле

$$r_d = d_1(r_1 - ref \cdot k_1 \cdot \tau) + d_2(r_2 - euribor/libor \cdot k_2 \cdot \tau) \quad (21)$$

или

$$r_d = d_1 \cdot r_1 + d_2 \cdot r_2 - r_n \cdot \tau, \quad (22)$$

где  $r_1$ ,  $r_2$  – эффективные ставки процента по кредитам соответственно в рублях и иностранной валюте.

В работе в качестве объекта оценки стоимости бренда выбрана российская телекоммуникационная компания ПАО «Мобильные ТелеСистемы», оказывающая услуги сотовой связи на территории РФ и стран СНГ. В 2014 г. бренд МТС седьмой год подряд

вошел в топ-100 самых дорогих брендов в мире в рейтинге BRANDZ™ международного исследовательского агентства Millward Brown [23] и признан самым дорогим российским телекоммуникационным брендом.

Оценка стоимости бренда ОАО «МТС» по модифицированной модели Nigose произведена на 31.12.2015 г. с использованием данных, полученных в результате анализа показателей фондового рынка, бухгалтерских балансов и годовых финансовых отчетов компании [13].

Согласно приведенному методу стоимость бренда компании является функцией драйверов престижа, лояльности, расширения и выбранной ставки дисконтирования.

1. Драйвер престижа PD. Для определения значения этого фактора необходимо наличие финансовой отчетности за пять последовательных лет (2008–2012) [17] и данные о компании-бенчмарк. В качестве компании-бенчмарк выбрана компания ПАО «Центральный Телеграф», российская телекоммуникационная компания, основанная в 1852 г., имеющая невысокие показатели рентабельности продаж и чистой прибыли [14].

$$PD = \frac{1}{5} \sum_{t=4}^0 \left[ \left( \frac{S_t}{C_t} - \frac{S_t^*}{C_t^*} \right) \cdot \frac{A_t}{OE_t} \right] \cdot C_0. \quad (23)$$

$$ED = \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{2} \sum_{t=1}^0 \left( \frac{SO_t - SO_{t-1}}{SO_{t-1}} + 1 \right) + \frac{1}{2} \sum_{t=1}^0 \left( \frac{SX_t - SX_{t-1}}{SX_{t-1}} + 1 \right) \right]. \quad (25)$$

В табл. 2 представлены исходные данные и рассчитанное значение драйвера престижа.

На основе исходных данных расчетное значение показателя престижа PD составило 27 365,88 млн руб. Компания имеет высокое ценовое преимущество по сравнению с компанией ПАО «Центральный Телеграф».

2. Драйвер лояльности LD. Расчет этой составляющей, характеризующей стабильность продаж, основан на оценке отклонений в себестоимости оказываемых услуг:

$$LD = \frac{\mu_c - \sigma_c}{\mu_c} = 1 - \frac{\sigma_c}{\mu_c}. \quad (24)$$

Средняя себестоимость оказываемых услуг составила 100 354,66 млн руб. Драйвер LD лояльности равен 0,77 (лояльность потребителей высокая – показатель близок к 1).

3. Драйвер расширения ED. Этот показатель учитывает географические и продуктовые границы расширения бренда. Так как компания ПАО «Мобильные ТелеСистемы» имеет доходы от неосновного бизнеса и оказывает услуги на территории Украины, Белоруссии, Армении, Узбекистана, Туркменистана, то для расчета драйвера ED необходима детализация и выделение продаж за рубежом и продаж неосновного бизнеса (табл. 3)

Таблица 2

Расчет драйвера престижа ПАО «Мобильные ТелеСистемы»

Показатель	2011	2012	2013	2014	2015
Выручка от реализации (S), млн руб.	368 013	349 338	371 950	381 245	390 690
Себестоимость (C), млн руб.	84 786	83 051	83 777	119 567	130 592
S/C	4,34	4,21	4,44	3,19	2,99
Выручка от реализации (S*), млн руб.	3 629,2	3 834,6	3 412,5	3 525,9	3 333
Себестоимость (C*), млн руб.	3 265	3 050,5	3 067,7	3 085,9	3 107,2
S*/C*	1,11	1,26	1,11	1,14	1,07
Коммерческие расходы и расходы на маркетинг (A), млн руб.	28 275	21 667	22 861	21 908	21 760
Операционные расходы (OE), млн руб.	306 178	284 446	296 685	305 078	343 373
A/OE	0,092	0,076	0,077	0,072	0,063
PD, млн руб.					27 365

Таблица 3

Расчет драйвера расширения ED

Показатель	2013	2014	2015
Зарубежные продажи (SO), млн руб.	2 793	4 519	8 368
Продажи неосновного бизнеса (SX), млн руб.	6 475,6	9 535,6	12 930,8
ED			1,57

4. Ставка дисконтирования. В качестве ставки дисконтирования в модифицированной модели Hgose будем использовать средневзвешенную стоимость капитала компании:

$$WACC = r_d \cdot (1 - \tau) \cdot \frac{D}{E + D} + r_e \cdot \frac{E}{E + D}. \quad (26)$$

$$r_E = r_f + \beta_v \left( \frac{D + E}{E} - \min \left\{ k_n, \frac{D}{E} \right\} \frac{ref}{r} \cdot \tau \right) (r_m - r_f) + c. \quad (27)$$

Так как долговые обязательства компании ПАО «МТС» неоднородны, то ценой заемного финансирования определим средневзвешенную ставку по кредитам (табл. 4).

Перевод средневзвешенных затрат на капитал из долларовой доходности в рублевую (табл. 5) проведем по формуле Фишера, учитывающей паритет покупательной способности валют [4]:

$$WACC(\text{руб}) = \frac{(1 + WACC(\$)) \cdot (1 + \pi^{RUS})}{1 + \pi^{US}} - 1, \quad (28)$$

где  $WACC(\text{руб.})$  – средневзвешенная стоимость капитала в рублевой доходности;

Для расчета стоимости собственного капитала компании ПАО «МТС» используем модель CAPM, основанную на данных американского фондового рынка, с включением премии за страновой риск и учетом долговой нагрузки (с 01.01.2016 года значение ставки рефинансирования приравнено к ключевой ставке Банка России и составляет 11%):

$WACC(\$)$  – средневзвешенная стоимость капитала в долларовой доходности;  $\pi^{RUS}$  – темп инфляции в России за отчетный период;  $\pi^{US}$  – темп инфляции в США за отчетный период.

В результате проведенных расчетов по модифицированной модели Hgose с использованием средневзвешенных затрат на капитал и учетом прогнозного темпа роста (по оценке Минэкономразвития РФ долгосрочный прогнозный темп роста ВВП в бесконечном периоде принят равным 3%), получим стоимость бренда компании ПАО «Мобильные ТелеСистемы» на 31.12.2015 в объеме 167 059,962 млн руб.

**Таблица 4**

Расчет средневзвешенной стоимости капитала компании ПАО «Мобильные ТелеСистемы» (в долл. США)

Показатель	2015
Безрисковая ставка, %	4,96
Рыночная премия за риск акционерного капитала, %	4,54
Коэффициент бета без долговой нагрузки	0,56
Премия за страновой риск, %	3,48
Ставка рефинансирования, %	11
Средневзвешенная ставка по кредитам, %	8,8
Предельная величина%, включаемых в «налоговый щит», рассчитывается как произведение ставки налога на прибыль на проценты к уплате за год	1,92
Ставка налога на прибыль, %, рассчитывается исходя из соотношения налогооблагаемой прибыли (ЕВТ) к сумме налога на прибыль соответствующего года	21,87
Доля заемного капитала, %	74,23
Доля собственного капитала, %	25,77
Коэффициент долговой нагрузки	2,88
Средневзвешенная стоимость капитала, %	9,82

**Таблица 5**

Расчет средневзвешенной стоимости капитала компании в рублевой доходности

Показатель	2015
Средневзвешенная стоимость капитала (\$), %	9,82
Темп инфляции в США за отчетный период, %	0,4
Темп инфляции в России за отчетный период, %	12,91
<b>Средневзвешенная стоимость капитала (руб.), %</b>	<b>23,50</b>

В заключение отметим, что корректная оценка стоимости бренда как важнейшего нематериального актива компании позволяет установить связь между нематериальными факторами стоимости и реальными показателями деятельности центров прибыли и затрат: производственных и обслуживающих сегментов, подразделений стратегического планирования, маркетинга и др. – и обеспечить сравнительный анализ их вклада в рост капитализированной стоимости компании.

### Список литературы

1. Брейли Р., Майерс С. Принципы корпоративных финансов / Пер. с англ. Н. Барышниковой. – М.: Олимп-Бизнес, 2008. – 1008 с.
2. Бригхэм Ю., Эрхардт М. Финансовый менеджмент: учебное пособие. – М.: «Питер», 2009. – 960 с.
3. Булышева Т.С., Милорадов К.А., Халиков М.А., Моделирование рыночной стратегии фирмы / Под общей редакцией д.э.н., проф. Халикова М.А. – М.: ФГБОУ ВПО «РЭА им. Г.В. Плеханова», 2006. – 158 с.
4. Ван Хорн Дж. К. Основы управления финансами. – М.: Финансы, статистика, 2005. – 800 с.
5. Гитман Л.Дж., Джонк М.Д. Основы инвестирования. / Пер. с англ. – М.: Дело, 1997. – 1008 с.
6. Жукова Н.Ю., Матасов Г.М. Как оценить стоимость бренда: модификация модели Нигосе и взаимосвязь стоимости бренда и капитализации компаний. // Модернизация экономики и управления: II Международная научно-практическая конференция. – 2014. – 6 с.
7. Канаш И.С. Оценка рыночной стоимости собственного капитала предприятий. Вопросы методологии и практики: Автореф. Дис., 1996. – 23 с.
8. Международный стандарт финансовой отчетности (IAS) 38 «Нематериальные активы» (ред. от 17.12.2014) (введен в действие на территории Российской Федерации Приказом Минфина России от 25.11.2011 N 160н) [Электронный ресурс]. – Ресурс доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_124016](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_124016) (дата обращения 20.04.2016).
9. Модильяни Ф., Миллер М. Сколько стоит фирма. Теорема ММ. – М.: Дело, 2001. – 272 с.
10. Налоговый кодекс Российской Федерации (НК РФ) (в ред. от 31 июля 1998 г., № 146-ФЗ), [Электронный ресурс]. – Ресурс доступа: <http://base.garant.ru/10900200/> (дата обращения: 10.04.2016).
11. Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года (Минэкономразвития РФ). [Электронный ресурс]. – Ресурс доступа: <http://government.ru/media/files/41d457592e04b76338b7.pdf> (дата обращения: 15.04.2016).
12. Словарь основных маркетинговых терминов и понятий, [Электронный ресурс]. – Ресурс доступа: <http://www.glossostav.ru/word/1/> (дата обращения: 15.02.2016).
13. Финансовая отчетность компании ПАО «Мобильные ТелеСистемы», [Электронный ресурс]. – Ресурс доступа: <http://www.company.mts.ru/comp/ir/report/> (дата обращения: 05.04.2016).
14. Финансовая отчетность ПАО «Центральный Телеграф», [Электронный ресурс]. – Ресурс доступа: [http://www.cnt.ru/investment/reports\\_annual/](http://www.cnt.ru/investment/reports_annual/) (дата обращения: 05.04.2016).
15. Aaker D.A. Building Strong Brand. – The Free Press, 1996. – Vol. 400.
16. Blume M.E. Betas and their regression tendencies // Journal of finance. – 1975. – Vol. 30.
17. Burgman R.J., Roos G., Ballow J.J. and Thomas R.J., «No Longer ‘Out of Sight, Out of Mind’: Intellectual Capital Approach in AssetEconomics LLP. & Accenture Inc.» // Journal of Intellectual Capital, Special Issue. – 2005. – Vol. 6. – P. 4.
18. Haigh D. and Knowles J. How to define your brand and determine its value // Marketing Manager. – 2006. – Vol. 13. – P. 3.
19. Haigh D. Understanding the Financial Value of Brands // A report prepared for and published in conjunction with European Association of Advertising Agencies. – 1999. – Vol. 63.
20. Hannington T. Como Medir y Gestionar laReputacion de su Empresa. // Ediciones Deusto. – 2006. – Vol. 161.
21. Historical Returns on Stocks, Bonds and Bills – United States, [Электронный ресурс]. – Ресурс доступа: <http://people.stern.nyu.edu/adamodar/> (дата обращения: 28.03.2016).
22. Levered and Unlevered Betas by Industry, [Электронный ресурс]. – Ресурс доступа: <http://people.stern.nyu.edu/adamodar/> (дата обращения: 28.03.2016).
23. Millward Brown: Рейтинг 100 самых дорогих мировых брендов 2014 года, [Электронный ресурс]. – Ресурс доступа: <http://gtmarket.ru/news/2014/05/21/6779> (дата обращения: 05.04.2016).
24. Risk Premiums for Other Markets, [Электронный ресурс]. – Ресурс доступа: <http://people.stern.nyu.edu/adamodar/> (дата обращения: 28.03.2016).

### References

1. Brejli R., Majers S. Principy korporativnyh finansov / Per. s angl. N. Baryshnikovoj. M.: Olimp-Biznes, 2008. 1008 p.
2. Brighjem Ju., Jerhardt M. Finansovyy menedzhment: uchebnoe posobie. M.: «Piter», 2009. 960 p.
3. Bulysheva T.S., Miloradov K.A., Halikov M.A., Modelirovanie rynochnoj strategii firmy / Pod obshej redakciej d.je.n., prof. Halikova M.A. M.: FGBOU VPO «RJeA im. G.V. Plehanova», 2006. 158 p.
4. Van Horn Dzh. K. Osnovy upravlenija finansami. M.: Finansy, statistika, 2005. 800 p.
5. Gitman L.Dzh., Dzhonk M.D. Osnovy investirovaniya. / Per. s angl. M.: De-lo, 1997. 1008 p.
6. Zhukova N.Ju., Matasov G.M. Kak ocenit stoimost brenda: modifikacija modeli Hirose i vzaimosvjaz stoimosti brenda i kapitalizacii kompanij. // Modernizacija jekonomiki i upravlenija: II Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija. 2014. 6 p.
7. Kanash I.S. Ocenka rynochnoj stoimosti sobstvennogo kapitala predpriyatij. Voprosy metodologii i praktiki: Avtoref. Dis., 1996. 23 p.
8. Mezhdunarodnyj standart finansovoj otchetnosti (IAS) 38 «Nematerialnye aktivy» (red. ot 17.12.2014) (vveden v dejstvie na territorii Rossijskoj Federacii Prikazom Minfina Rossii ot 25.11.2011 N 160n) [Jelektronnyj resurs]. Resurs dostupa: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_124016](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_124016) (data obrashhenija 20.04.2016).
9. Modiljani F., Miller M. Skolko stoit firma. Teorema MM. M.: Delo, 2001. 272 p.
10. Nalogovyy kodeks Rossijskoj Federacii (NK RF) (v red. ot 31 ijulja 1998 g., no. 146-FZ), [Jelektronnyj resurs]. Resurs dostupa: <http://base.garant.ru/10900200/> (data obrashhenija: 10.04.2016).
11. Prognoz dolgosrochnogo socialno-jekonomicheskogo razvitija Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda (Min-jekonomrazvitija RF). [Jelektronnyj resurs]. Resurs dostupa: <http://government.ru/media/files/41d457592e04b76338b7.pdf> (data obrashhenija: 15.04.2016).
12. Slovar osnovnyh marketingovyh terminov i ponjatij, [Jelektronnyj resurs]. Resurs dostupa: <http://www.glossostav.ru/word/1/> (data obrashhenija: 15.02.2016).
13. Finansovaja otchetnost kompanii PАО «Mobilnye TeleSistemy», [Jelektronnyj resurs]. Resurs dostupa: <http://www.company.mts.ru/comp/ir/report/> (data obrashhenija: 05.04.2016).



14. Finansovaja otchetnost PAO «Centralnyj Telegraf», [Jelektronnyj resurs]. Resurs dostupa: [http://www.cnt.ru/investment/reports\\_annual/](http://www.cnt.ru/investment/reports_annual/) (data obrashhenija: 05.04.2016).
15. Aaker D.A. Building Strong Brand. – The Free Press, 1996. Vol. 400.
16. Blume M.E. Betas and their regression tendencies // Journal of finance. 1975. Vol. 30.
17. Burgman R.J., Roos G., Ballou J.J. and Thomas R.J., «No Longer Out of Sight, Out of Mind: Intellectual Capital Approach in AssetEconomics LLP. & Accenture Inc.» // Journal of Intellectual Capital, Special Issue. 2005. Vol. 6. pp. 4.
18. Haigh D. and Knowles J. How to define your brand and determine its value // Marketing Manager. 2006. Vol. 13. pp. 3.
19. Haigh D. Understanding the Financial Value of Brands // A report prepared for and published in conjunction with European Association of Advertising Agencies. 1999. Vol. 63.
20. Hannington T. Como Medir y Gestionar laReputacion de su Empresa. // Ediciones Deusto. 2006. Vol. 161.
21. Historical Returns on Stocks, Bonds and Bills United States, [Jelektronnyj resurs]. Resurs dostupa: <http://people.stern.nyu.edu/adamodar/> (data obrashhenija: 28.03.2016).
22. Levered and Unlevered Betas by Industry, [Jelektronnyj resurs]. Resurs dostupa: <http://people.stern.nyu.edu/adamodar/> (data obrashhenija: 28.03.2016).
23. Millward Brown: Rejting 100 samyh dorygih mirovyh brendov 2014 goda, [Jelektronnyj resurs]. Resurs dostupa: <http://gtmarket.ru/news/2014/05/21/6779> (data obrashhenija: 05.04.2016).
24. Risk Premiums for Other Markets, [Jelektronnyj resurs]. Resurs dostupa: <http://people.stern.nyu.edu/adamodar/> (data obrashhenija: 28.03.2016).

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ИНДЕКСА ИННОВАТИВНОСТИ РОССИИ

<sup>1,2</sup>Михалевский Д.А., <sup>1</sup>Уфимцева А.Ю., <sup>1</sup>Пеклеванная М.В.

<sup>1</sup>Университет ИТМО, Санкт-Петербург, e-mail: d.mikhalevskiy@gmail.com,  
anastasiy9050@gmail.com, PeklevannayaMV@gmail.com;

<sup>2</sup>ООО «Воздушные Ворота Северной Столицы», Санкт-Петербург, e-mail: d.mikhalevskiy@gmail.com

Настоящая статья посвящена исследованию потенциального индекса инновативности России и оценке показателей, влияющих на его тенденцию. В ходе работы были исследованы методики оценки инновационной деятельности. Потенциальный индекс инновативности был построен на основе интегрального показателя. Для этого использовались такие показатели, как численность персонала, занятого исследованиями и разработками, численность исследователей, аспирантов, количество заявок на патенты, число организаций, выполняющих исследования и разработки, и объем инвестиций в научные исследования и разработки. Для выявления тенденции потенциального индекса инновативности оценены показатели, участвующие в построении индекса. За исследуемый период наблюдается негативная тенденция потенциального индекса инновативности и низкое значение. Основную тенденцию индекса определяют показатели, характеризующие демографические процессы в России.

**Ключевые слова:** инновационная деятельность, индекс инновативности, интегральный показатель, методы, тенденция

## THE RESEARCH OF THE POTENTIAL INNOVATION INDEX IN RUSSIA

<sup>1,2</sup>Mikhalevskiy D.A., <sup>1</sup>Ufimtseva A.Yu., <sup>1</sup>Peklevannaya M.V.

<sup>1</sup>ITMO University, St. Petersburg, e-mail: d.mikhalevskiy@gmail.com, anastasiy9050@gmail.com,  
PeklevannayaMV@gmail.com;

<sup>2</sup>LLC Northern Capital Gateway, St. Petersburg, e-mail: d.mikhalevskiy@gmail.com

This article is dedicated to the study of the potential index of innovative in Russia and the evaluation of indicators which influence on trend of index. Different methods of assessing innovation were researched. The potential index of innovative was received with help integral indicator. We used following indicators: the number of staff employed in research and development, researchers, PhD students, quantity of patents and investments in science. Also the integral indicators were estimated to show the main trend of the potential index. We can see negative trend of index and his low value. The indicators, which determine the main trend of index, reflect demographic processes in Russia.

**Keywords:** innovative activities, innovativeness index, integral indicator, methods, trend

Актуальность данной темы обусловлена тем, что в настоящее время одна из центральных задач деятельности Правительства РФ состоит в повышении глобальной конкурентоспособности России, неотъемлемым условием которой является перевод экономики на инновационный путь развития. Для преодоления кризисного состояния российской экономики необходимо применять не только известные методы преодоления такой ситуации, но находить и использовать альтернативные, т.е. через осуществление инновационной деятельности. Инновационная деятельность осуществляется не только при помощи государственных структур, но и предприятий различного вида экономической деятельности.

Состояние инновационной деятельности в любом государстве является важнейшим индикатором развития общества и его экономики. В настоящее время инновационная политика в развитых странах является составной частью государственной социально-экономической политики.

Она позволяет решать задачи перестройки экономики, непрерывного обновления технической базы производства, выпуска конкурентоспособной продукции и направлена на создание благоприятного экономического климата для осуществления инновационных процессов.

Выделяют следующие основные методы оценки инновационной деятельности:

1) международный сводный инновационный индекс;

2) методы рейтингования, используемые ВЭФ и международным институтом развития менеджмента;

3) определение индексов инновационного потенциала ЮНКТАД, оценка уровня развития экономики знаний Всемирного банка;

4) индекс инновационной активности (руководство ОСЛО);

5) методика европейского рейтинга «European Innovation Scoreboard (EIS)»;

6) «Барометр «Иннопром» – подробно разработанная методика оценки инновационной активности и порядок отслеживания

инновационных процессов в Уральском федеральном округе;

7) российский инновационный индекс (Минобрнауки и ГУ-ВШЭ);

8) методика АИРР;

9) методика Минэкономразвития;

10) методика Центра исследований статистики и науки;

11) рейтинг инновационной активности Национальной ассоциации инноваций и развития информационных технологий (НАИРИТ) и др. [1].

Сравнивая различные методики, следует отметить, что комплексное представ-

ление об эффективности инновационной деятельности складывается из нескольких групп показателей:

1) показатели научных исследований и разработок;

2) ресурсные, процессные и результативные показатели инновационной деятельности;

3) показатели социально-экономических условий инновационной деятельности.

На основе анализа данных методик составлена табл. 1, показатели которой будут использованы при оценке потенциального индекса инновативности.

**Таблица 1**

Показатели оценки инновационной деятельности

№ п/п	Показатели	
	Потенциальные	Реальные
1	Численность персонала, занятого исследованиями и разработками	Объем отгруженной инновационной продукции
2	Численность исследователей	Число использованных передовых технологий
3	Численность аспирантов	Внутренние затраты на исследования и разработки
4	Кол-во заявок на патенты	Число созданных передовых технологий
5	Число организаций, выполнявших исследования и разработки	Число организаций, осуществляющих технологические, организационные и маркетинговые инновации
6	Объем инвестиций в научные исследования и разработки	Кол-во выданных патентов

Примечание. Таблица составлена на основе источников [1–5, 7].

**Таблица 2**

Исходные данные для расчета потенциального индекса инновативности

	Чп, занятого исслед. и раз-раб., чел.	Кол-во заявок на патенты, ед.	Чорг, выполн. исслед. и раз-раб., ед.	Часпирантов, чел.	Объем инвестиций в научн. исслед. и раз-раб., млрд руб.	Числел., чел.
2003	858470	41377	3797	140741	15,1	409775
2004	839338	42593	3656	142662	17,2	401425
2005	813207	45644	3566	142899	19,4	391121
2006	807066	51775	3622	146111	24,4	388939
2007	801135	54337	3957	147719	28,7	392849
2008	761252	57555	3666	147674	39,9	375804
2009	742433	53457	3536	154470	56,4	369237
2010	736540	58759	3492	157437	68,9	368915
2011	735273	58852	3682	156279	84,4	374746
2012	726318	62920	3566	146754	94	372620
2013	727029	64266	3605	132002	133,8	369015
2014	732274	59444	3604	119868	129,7	373905
X <sub>min</sub>	726318	41377	3492	119868	15,1	368915
X <sub>max</sub>	858470	64266	3957	157437	133,8	409775
X <sub>max</sub> -X <sub>min</sub>	132152	22889	465	37569	118,7	40860

Источник. Суринов А.Е. Российский статистический ежегодник. 2015: Стат. сб. / Росстат. – Р76 М., 2015. – 728 с.

Для оценки уровня инновационной деятельности с точки зрения имеющихся потенциальных возможностей рассчитаем потенциальный индекс инновативности по формулам (1) и (2) [6]. Исходные данные представлены в табл. 2, результаты отражены в табл. 3 и на рис. 1.

$$I_p = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}, \quad (1)$$

$$I_{in} = \frac{I_1 + I_2 + I_n + \dots + I_6}{6}. \quad (2)$$

Потенциальный индекс инновативности имеет неоднородную тенденцию, но можно

заметить некоторую закономерность в его развитии. Наблюдаются провалы данного показателя в 2005, 2009 и 2012–2014 гг. На протяжении 2003–2014 гг. отметим низкое значение потенциального индекса инновативности, если учитывать, что его значение должно варьироваться от нуля до единицы. Максимальное значение 0,596 составил индекс в 2007 году, минимальное – 0,337 в 2009 году. Значение не дотягивает до половины установленной шкалы за исследуемый промежуток времени. Потенциальный индекс инновативности – интегральный показатель, то основное направление развития определяется тенденцией показателей, используемых при построении.

Таблица 3

## Потенциальный индекс инновативности

	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$I_5$	$I_6$	$I_{\text{потенц}}$
2003	1,000	0,000	0,656	0,556	0,000	1,000	0,535
2004	0,855	0,053	0,353	0,607	0,018	0,796	0,447
2005	0,657	0,186	0,159	0,613	0,036	0,543	0,366
2006	0,611	0,454	0,280	0,699	0,078	0,490	0,435
2007	0,566	0,566	1,000	0,741	0,115	0,586	0,596
2008	0,264	0,707	0,374	0,740	0,209	0,169	0,411
2009	0,122	0,528	0,095	0,921	0,348	0,008	0,337
2010	0,077	0,759	0,000	1,000	0,453	0,000	0,382
2011	0,068	0,763	0,409	0,969	0,584	0,143	0,489
2012	0,000	0,941	0,159	0,716	0,665	0,091	0,429
2013	0,005	1,000	0,243	0,323	1,000	0,002	0,429
2014	0,045	0,789	0,241	0,000	0,965	0,122	0,360

Примечание. Таблица составлена автором на основе собственных расчетов с помощью табличного редактора MS Excel, используя данные табл. 1.



Рис. 1. Потенциальный индекс инновативности за 2003–2014 г.  
Примечание. Составлен авторами на основе данных табл. 2

Перейдем к анализу показателей, описывающих вышеперечисленную тенденцию.

Такие показатели, как численность персонала, занятого исследованиями и разработками, численность аспирантов, помогают понять обеспеченность России научными кадрами. Изменения соответствующих показателей представлены на рис. 2 и 3. Численность персонала, занятого исследованиями и разработками, включает в себя исследователей, техников, вспомогательный и прочий

персонал. На протяжении исследуемого периода наблюдается достаточно сильное сокращение персонала, занятого исследованиями и разработками. Средний темп прироста данного показателя составил 1,42%. В 2014 году по сравнению с 2003 годом численность персонала сократилась на 14,70%. На фоне снижения численности персонала, занятого исследованиями и разработками, в 2014 году по сравнению с 2003 годом численность исследователей сократилась на 8,75%.

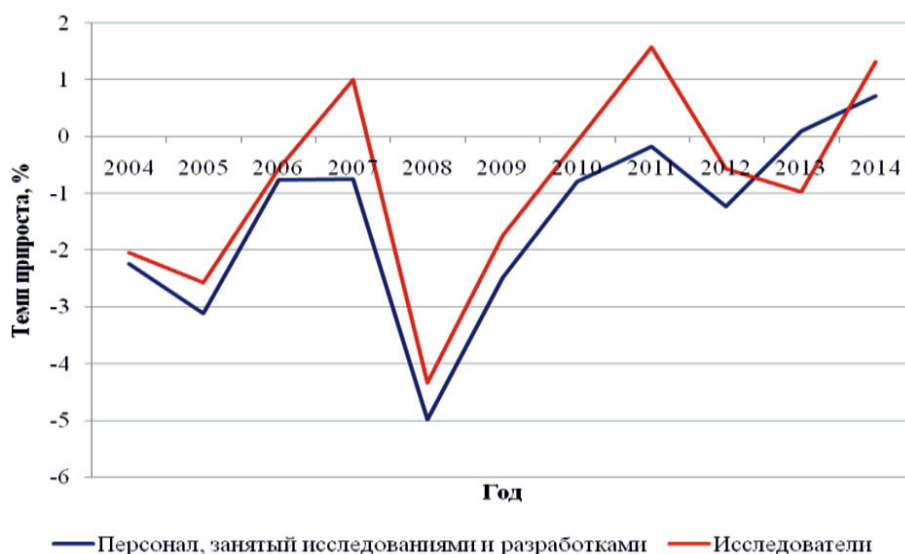


Рис. 2. Изменение темпов прироста численности персонала, занятого исследованиями и разработками. Примечание. Составлен авторами на основе данных табл. 1

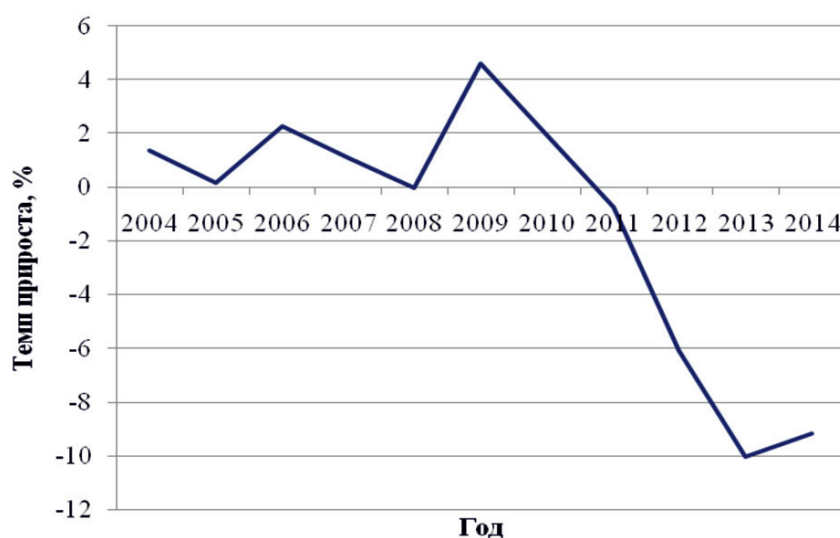


Рис. 3. Изменение темпов прироста числа аспирантов. Примечание. Составлен авторами на основе данных табл. 1

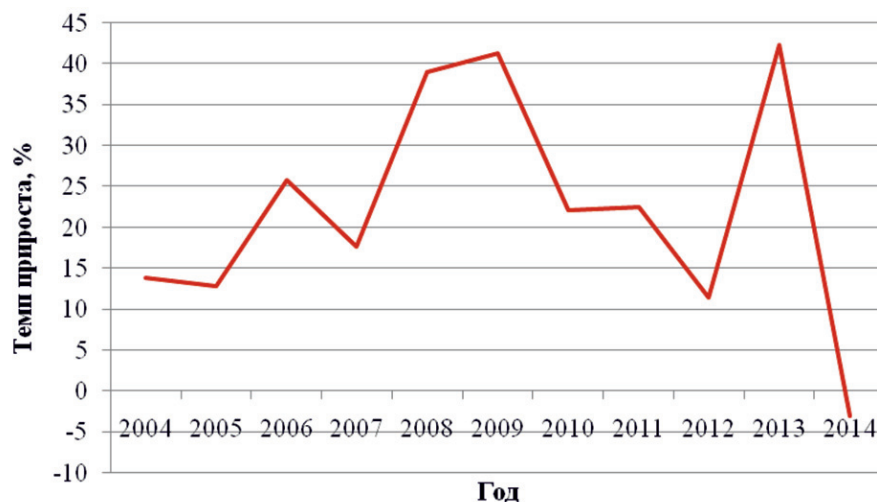


Рис. 4. Изменение темпов прироста объема инвестиций в научные исследования и разработки.  
Примечание. Составлен авторами на основе данных табл. 1

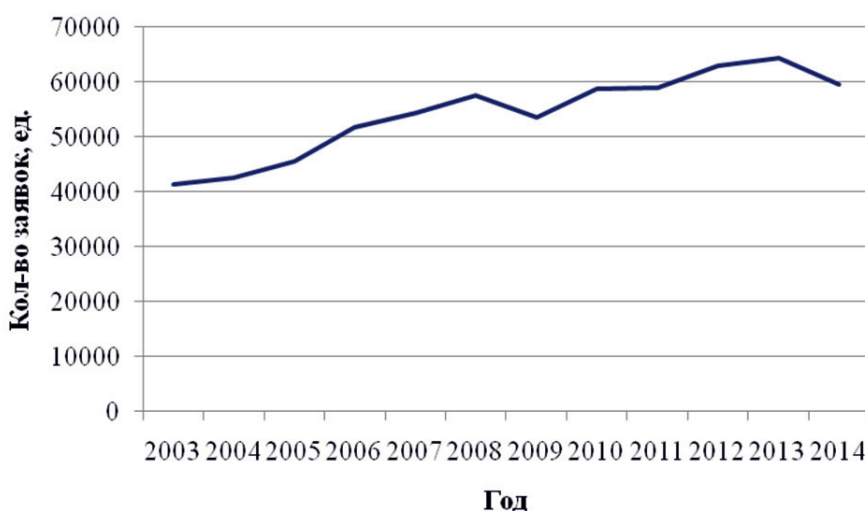


Рис. 5. Количество патентных заявок. Примечание. Составлен авторами на основе исходных данных табл. 1

Число аспирантов, относящихся к кадрам высшей квалификации, на протяжении 2004–2010 гг. имело положительную тенденцию к увеличению, средний темп прироста составил 1,62%. Начиная с 2010 года число аспирантов стало сокращаться. Средний темп прироста составил – 6,52%. Сокращение числа аспирантов в 2014 году по сравнению с 2003 годом составило 14,83%.

Сокращение данных показателей обусловлено продолжавшейся негативной демографической политикой в России.

С 1995 года в России наблюдается отрицательный естественный прирост населения, что сказывается на значении данных показателей (см. табл. 4).

Безусловно, не стоит отрицать, что сокращающийся естественный прирост населения 1980-х годов и отрицательный 1990-х годов 20 века вызывает снижение числа аспирантов, происходит сокращение численности молодого населения, а также происходит снижение численности персонала, занимающегося исследованиями и разработками. Следова-

тельно, преобладает население старшего возраста.

На фоне отрицательной тенденции снижения показателей, помогающих оценить кадровый состав, происходит снижение числа организаций, выполняющих исследования и разработки. На протяжении исследуемого периода происходит сокращение числа организаций, выполняющих исследования и разработки. В 2014 году по отношению к 2003 году число организаций сократилось на 5%.

**Таблица 4**  
Естественный прирост населения России

Год	Естественный прирост, чел.
1980	677024
1990	332865
1995	- 840005
2000	- 958532
2001	- 943252
2002	- 935305
2003	- 888525
2004	- 792925
2005	- 846559
2006	- 687066
2007	- 470323
2008	- 362007
2009	- 248856
2010	- 239568
2011	- 129091
2012	- 4251
2013	24013
2014	30336
2015	32038

Источник [ 6].

Рассмотрим показатель объема инвестиций в научные исследования и разработки. Изменение данного показателя представлено на рис. 4. Следует заметить, что на протяжении исследуемого периода наблюдается положительная тенденция увеличения объема инвестиций. В 2009 году прирост инвестиций относительно 2008 года составил 41,35%, что является одним из самых высоких значений показателя за 2003–2014 годы. Данное изменение может быть связано с нахождением возможных путей выхода из мирового финансового кризиса 2008 года: привлечение инновационных возможностей России для преодоления кризисной ситуации, становление новой модели развития экономики. В 2014 году относитель-

но 2003 года объем инвестиций возрос в 8,6 раз и составил 129,7 млрд руб. против 15,1 млрд руб в 2003 году. В 2014 году впервые зафиксировано снижение поступления инвестиций в научные исследования и разработки, в абсолютном выражении сокращение составило 4,1 млрд руб. по сравнению с 2013 годом.

Другим показателем, отражающим потенциальные возможности России, является количество заявок на патенты. Это один из показателей, имеющих положительную тенденцию. На рис. 5 видно, что ежегодно количество таких заявок увеличивается. Данный показатель нельзя считать объективным, т.к. человек может запатентовать не одну технологию, но, с другой стороны, можно увидеть, наличие потенциальных возможностей.

Итак, в ходе работы на основе интегрального показателя был построен потенциальный индекс инновативности, оценены основные показатели, определяющие его тенденцию. Значение потенциального индекса следует признать низким с преобладающей негативной тенденцией. Следовательно, преобладающая негативная тенденция потенциальных показателей инновационной деятельности непременно ведет к сдерживанию экономического роста и перехода экономики России на инновационный путь развития. Так как основными показателями потенциального индекса инновативности, определяющими тенденцию, являются демографические, то для возможного изменения ситуации в первую очередь необходимо решать демографические проблемы, существующие в России.

#### Список литературы

1. Бортник И.М. Индикаторы инновационного развития регионов России для целей мониторинга и управления / Бортник И.М., Зинов В.Г., Коцюбинский В.А., Сорокина А.В. // Инновации. – 2013. – № 11 (181). – С. 2–13.
2. Киселева Н.Н. Оценка уровня инновационного развития региона / Киселева Н.Н., Иванов Н.П. // Terra economicus. – 2010. – том 11. – № 2–2. – С. 76–79.
3. Кумакова С.В. Методология интегральных оценок инновационной деятельности и инновационных потенциалов регионов / Кумакова С. В. // Труды Шестой Всероссийской научно-практической конференции. – 2010. – Часть 2. – С. 222–228.
4. Лисина А.Н. Методики оценки уровня инновационного развития региона / Лисина А. Н. // Вестник НГУ. Серия: Социально-экономические науки. – 2012. – том 12, выпуск 1. – С. 115–126.
5. Ситенко Д.А. Макроэкономические показатели оценки инновационной деятельности: европейский опыт / Ситенко Д. А. // Вестник Военного университета. – 2010. – № 3 (23). – С. 149–154.
6. Суринов А.Е. Российский статистический ежегодник. 2015: Стат. сб. / Росстат. – Р76. – М., 2015. – 728 с.

7. Чулок А.А. Анализ показателей эффективности инноваций на микро- и макроуровне / А.А. Чулок // Инновации. – 2004. – № 5. – С. 27–35.

### References

1. Bortnik I.M. Indikatory innovacionnogo razvitija regionov Rossii dlja celej monitoringa i upravlenija / Bortnik I.M., Zinov V.G., Kocjubinskij V.A., Sorokina A.V. // Innovacii. 2013. no. 11 (181). pp. 2–13.

2. Kiseleva N.N. Ocenka urovnja innovacionnogo razvitija regiona / Kiseleva N.N., Ivanov N.P. // Terra economicus. 2010. tom 11. no. 2–2. pp. 76–79.

3. Kumakova S.V. Metodologija integralnyh ocenok innovacionnoj dejatel'nosti i innovacionnyh potencialov regionov / Kumakova S. V. // Trudy Shestoj Vserossi-

jskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. 2010. Chast 2. pp. 222–228.

4. Lisina A.N. Metodiki ocenki urovnja innovacionnogo razvitija regiona / Lisina A. N. // Vestnik NGU. Serija: Socialno-jekonomicheskie nauki. 2012. tom 12, vypusk 1. pp. 115–126.

5. Sitenko D.A. Makroekonomicheskie pokazateli ocenki innovacionnoj dejatel'nosti: evropejskij opyt / Sitenko D.A. // Vestnik Voennogo universiteta. 2010. no. 3 (23). pp. 149–154.

6. Surinov A.E. Rossijskij statisticheskij ezhegodnik. 2015: Stat.sb. / Rosstat. R76. M., 2015. 728 s.

7. Chulok A.A. Analiz pokazatelej jeffektivnosti innovacij na mikro- i makrourovne / A.A. Chulok // Innovacii. 2004. no. 5. pp. 27–35.



УДК 332.14

## ИНИЦИАТИВНО-ЦЕЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРОННОГО ПРАВИТЕЛЬСТВА РЕГИОНА И ТЕХНОЛОГИЙ КРАУДСОРСИНГА

**Петрова Е.А., Калинина В.В., Шевандрин А.В.**

*ФГАОУ ВПО «Волгоградский государственный университет», Волгоград,  
e-mail: econinform@volsu.ru*

В статье раскрыто понятие и содержание инициативно-целевого управления, реализуемого на уровне органов государственной и исполнительной власти. Выявлены цель, основные составляющие и участники региональной системы инициативно-целевого управления, а также ключевые функции инициативно-целевого управления, реализуемого с использованием технологий краудсорсинга в рамках развития электронного правительства региона. К данным функциям относятся: вовлечение в процесс разработки решения задачи активных и компетентных граждан; мотивация генерации идей и предложений граждан через интернет; отбор лучших участников и т.д. Рассмотренные функции постепенно внедряются в деятельность органов государственной исполнительной власти в различных регионах, посредством создания соответствующих интернет-платформ. В статье проанализированы существующие практики реализации инициативно-целевого управления с элементами краудсорсинга, было выявлено, что наиболее эффективным инструментом реализации технологии краудсорсинга в рамках электронного правительства является информационный ресурс «Народный контроль», постепенно внедряющийся во многие регионы РФ.

**Ключевые слова:** инициативно-целевое управление, органы исполнительной власти региона, электронное правительство, краудсорсинг, регион

## INITIATIVE GOALS MANAGEMENT WITH USE OF ELEMENTS OF THE ELECTRONIC GOVERNMENT OF THE REGION AND TECHNOLOGIES OF CROWDSOURCING

**Petrova E.A., Kalinina V.V., Shevandrin A.V.**

*Volgograd State University, Volgograd, e-mail: econinform@volsu.ru*

In article the concept and content of the initiative goals management realized at the level of bodies of the state and executive authority is opened. The purpose, the main components and participants of regional system of initiative goals management, and also key functions of the initiative goals management realized with use of technologies of crowdsourcing within development of the electronic government of the region are revealed. In article are analyzed existing practice of realization of initiative goals management with crowdsourcing elements, it was revealed that the most effective instrument of realization of technology of crowdsourcing within the electronic government is the information resource «National Control» which is gradually taking root into many regions of the Russian Federation.

**Keywords:** initiative goals management, executive authorities of the region, electronic government, crowdsourcing, region

Эффективное взаимодействие органов государственной власти и различных структур гражданского общества возможно посредством реализации инициативно-целевого управления. Под инициативно-целевым управлением понимается совокупность управленческих воздействий органов исполнительной власти, включающих четко сформулированные цели и задачи, выдачу заданий, без указаний конкретных средств и методов их выполнения, таким образом реализация поставленных целей рассчитана на инициативного и профессионального исполнителя. Профессионализм выполнения задания определяется квалификацией исполнителя. При этом произведенная продукция может иметь солидарное или пропорциональное авторство.

Инициативно-целевое управление может быть представлено как комплекс

принципов, методов и инструментов, имплементированный в систему управления и направленный на реализацию исполнителем целей тактического, оперативного или стратегического управления, определяемых по инициативе и/или согласованию с потребителями благ (рисунок).

Общая цель инициативно-целевого управления – генерация идей, информации и знаний для разработки управленческих решений без указания средств и методов их выполнения. Главной целью инициативно-целевого управления является разработка конечной цели управления, а также указание срока ее реализации без указания механизма ее достижения. Инициативно-целевое управление дает возможность исполнителям предлагать и реализовывать творческие решения, выбирать средства и методы достижения

поставленных задач. Основными составляющими инициативно-целевого управления являются: количество исполнителей (граждан), участвующих в выполнении поставленной цели; время на реализацию цели; профессионализм исполнителей; производство новых товаров, услуг, информации или знаний; использование достижений в области науки, технологий, концепций.

Основной функцией инициативно-целевого управления является формирование конкретных результатов оперативного, тактического и стратегического уровней системы управления регионом; изучение общественного мнения.

Участники региональной системы инициативно-целевого управления:

– Граждане (местное сообщество) – выполняют роль руководителя, на основе пропорционального авторства с исполнителем (государством) формируют конечные цели деятельности органов региональной исполнительной власти без указания механизмов их достижения.

– Государство – является исполнителем, реализует установленные гражданами на основе пропорционального авторства конечные цели региональных органов исполнительной власти посредством отнесенных к их ведению компетенций, полномочий и ресурсов.

Инициативно-целевое управление как технология принятия и реализации управленческих решений, реализуемая в системе регионального управления, выделяется

и имплементируется рядом методологических принципов:

1. Массовое участие граждан – необходимо привлечение для активного участия репрезентативной доли целевой аудитории, массовость участия необходимо поддерживать на определенном уровне, потеря аудитории – основная причина отказа от инициативно-целевого управления, в связи с чем в крупных проектах разрабатывается система управления вовлеченностью участников.

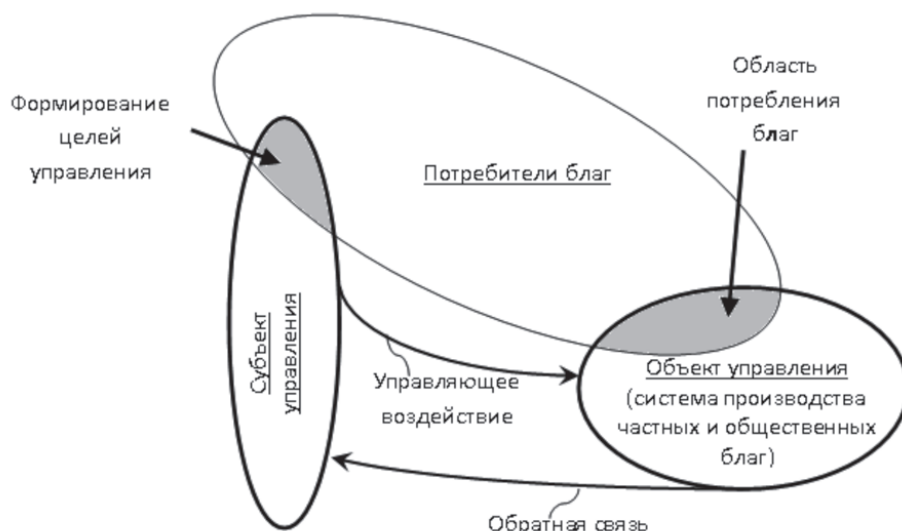
2. Пропорциональное авторство – граждане не могут самостоятельно открывать обсуждения, необходим первичный фильтр и модерация новых проектов участниками как со стороны исполнителя, так и руководителя.

3. Установление временных лимитов на обсуждение – реализация инициативно-целевого управления возможна при условии наличия мотивации у всех участников и публичного обсуждения в рамках заданного времени.

4. Доверие участников – заинтересованность органов государственной власти, как участника в реализации предлагаемых решений способствует формированию доверия граждан.

5. Наличие соответствующих властных полномочий и ресурсов у исполнителя.

6. Наличие средств коммуникаций – предполагает создание эффективной площадки взаимодействия участников инициативно-целевого управления на основе интернет-технологий.



Принципиальная схема системы инициативно-целевого управления. Источник: сост. авторами

Таким образом, инициативно-целевое управление может способствовать формированию модели эффективного взаимодействия органов государственной власти, местного самоуправления и структур гражданского общества посредством развития системы электронного правительства с учетом мнений граждан. Наиболее перспективным способом реализации данной модели управления в современных условиях является использование новейших информационных технологий сети Интернет, способствующих развитию интерактивности органов исполнительной власти в регионах. В настоящее время, в рамках процесса информатизации, органами государственного регионального управления особое внимание уделяется процессам создания и развития электронного правительства, которое выступает особым институтом регионального управления и является одним из компонентов системы управления экономикой региона. Электронное правительство формирует взаимодействия органов государственной власти субъектов РФ и учреждений на основе IT-технологий и сети Интернет для оптимизации предоставляемых услуг. При этом использование инициативно-целевого подхода в управлении регионом может способствовать более эффективному развитию отношений органов государственной власти субъектов РФ и граждан по оказанию государственных услуг в рамках электронного правительства.

Одними из приоритетных направлений развития электронного правительства являются: развитие соответствующих интернет-сайтов, обеспечение доступа к информации о деятельности органов государственной власти, создание системы информационно-справочной поддержки граждан, предоставление электронных государственных услуг. Для повышения актуальности и эффективности реализации данных направлений необходимо учитывать не только позицию органов государственной власти, но и интересы граждан, пользующихся государственными услугами.

Инициативно-целевое управление – это управление на базе потребностей и интересов граждан, а также на базе активизации деятельности граждан. Поэтому наиболее эффективным и современным инструментом повышения качества инициативно-целевого управления в рамках развития электронного правительства является технология краудсорсинга. Технология краудсорсинга прежде всего подразумевает эффективную мобилизацию человеческих ресурсов посредством информационных технологий, при этом главная цель состоит в решении задач, стоящих перед бизнесом, государством и обществом в целом. Самое важное преимущество, ко-

торое дает краудсорсинг – это значительное снижение стоимости и времени достижения результата [1, с. 14]. В отличие от традиционных коммуникационных инструментов краудсорсинг подразумевает однозначную нацеленность на действие. При этом человек, участвующий в данном процессе, тратит свои ресурсы целенаправленно на выполнение конкретной задачи. Краудсорсинг в современном мире применяется уже практически во всех отраслях и видах деятельности, начиная от генерации идей для бизнеса и заканчивая созданием видеоконтента.

Преимущества краудсорсинга [12, с. 43]: предоставляет доступ к результатам труда обширной аудитории, что позволяет достаточно быстро реализовать проект в регионе; возможность привлечения талантливых и профессиональных людей по всему миру, что позволяет генерировать новые идеи и положительный результат; привлечение компетентных людей, значит, задания будут реализованы людьми с соответствующей квалификацией; простота внедрения и использования, с помощью интернет-технологий: сайта или социальных сетей; является недорогим и общедоступным инструментом развития региона.

Основу реализации краудсорсинговых проектов составляют талантливые люди, желающие по собственной инициативе потратить свое время на обсуждение глобальных вопросов региона [7, с. 110]. Для реализации технологии краудсорсинга с привлечением органов государственной и исполнительной власти необходимо решить следующие задачи [4, с. 12]: привлечь активных граждан в процесс разработки решения задачи, поставленной перед регионом; организовывать и стимулировать выдвижение идей и предложений как со стороны граждан, так и со стороны представителей органов власти; отбор лучших предложений участниками обсуждения проекта; отбор лучших участников и формирование открытого экспертного сообщества на основе личного вклада каждого в решение общей задачи. Для этого в рамках электронного правительства на региональных сайтах необходимо реализовывать опрос граждан с помощью анкет, а также проводить сбор мнений и предложений по улучшению качества предоставляемых услуг [6, с. 610]. Полученные отзывы учитываются при оценке работы чиновников.

Необходимым условием для решения перечисленных задач является формирование соответствующей инфраструктуры, которая должна включать как минимум:

– подключения к высокоскоростному каналу доступа в сеть Интернет всех участников;

– создание интегрированных программных продуктов для органов государственной власти и местного самоуправления, основанных на принципах свободного программного обеспечения.

На региональном уровне созданы и функционируют различные web-ресурсы, реализующие в той или иной степени функции инициативно-целевого управления, рассмотрим наиболее масштабные и перспективные проекты:

*«Информационно-аналитическая система мониторинга качества государственных услуг»* [2]. На сайте реализованы следующие способы взаимодействия между гражданами и органами исполнительной власти: сбор оценок и комментариев о качестве государственных услуг, возможность выразить мнение о работе государственных органов и оценить их работу, а также посмотреть оценки и отзывы, оставленные другими пользователями. У граждан есть возможность напрямую влиять на качество государственных услуг, оценивая работу чиновников в конкретном месте, по конкретной услуге.

*Портал государственных и муниципальных услуг Республики Татарстан* [9]. Создан с целью организации эффективного взаимодействия граждан с органами государственной власти и органами местного самоуправления. В настоящее время на Портале для населения доступно более 100 различных электронных услуг и сервисов. В рамках Портала функционирует система «Народный контроль», через которую можно направлять уведомления о неудовлетворительном состоянии дорог, несанкционированных свалках мусора, местах некачественного предоставления услуг связи и по другим актуальным проблемам и вопросам. Таким образом, «Народный контроль» может стать эффективным механизмом общественного контроля, изучения мнения граждан, мониторинга актуальных проблем населения, а также может повысить доверие и лояльность граждан к власти.

*Республика Коми общественный портал «Активный регион»* [11]. Интернет-ресурс является ярким примером реализации инициативно-целевого управления, который позволяет гражданам принимать участие в процессе управления регионом, сообщать о проблемах, высказывать свои предложения, участвовать в голосованиях, общественных обсуждениях, получать информацию о грантовой поддержке. Ещё одна важная задача портала – возможность дать свою оценку качества предоставления государственных и муниципальных услуг; оставлять свои предложения по развитию республики или улучшению работы в отдельных отраслях.

*Портал «Общественный надзор» Республики Дагестан* [8]. Изначально задуман как эффективный механизм общественного контроля, изучения мнения и создания обратной связи граждан с органами государственной власти и органами местного самоуправления. Портал призван повысить доверие граждан к государственным органам, позволит эффективно решать проблемы граждан и вести мониторинг эффективности деятельности государственных органов Республики Дагестан. Контроль за исполнением будет двойным – и со стороны граждан, и со стороны органов власти.

*Открытая интернет-площадка «Моя территория»* [3]. В работе широко используется принцип краудсорсинга для решения общественно значимых задач силами добровольцев. С ее помощью можно посылать сообщения от жителей с мобильных приложений, с компьютеров и планшетников в органы власти и организации, которые отвечают за решение обнаруженных проблем.

*Официальный портал Губернатора и Администрации Волгоградской области* [5]. Официальный портал Губернатора и Администрации Волгоградской области занимает 12 место в рейтинге государственных сайтов. Сайт предоставляет гражданам возможность: пользоваться электронными гос. услугами; оставлять свои отзывы об эффективности деятельности руководителей.

*Портал органов государственной власти Ставропольского края* [10]. Официальный портал позволяет жителям принимать активное участие в развитии региона благодаря функции «Опрос населения», где любой пользователь имеет право оставлять комментарии, своё личное мнение по вопросам развития региона.

*Система электронного референдума «Активный гражданин»* [13]. Данный сайт наиболее полно использует возможности краудсорсинга и реализует функции инициативно-целевого управления. С помощью данного сайта граждане могут проголосовать за тот или иной вариант развития столицы или выбрать путь решения какой-то городской проблемы с помощью голосования. Привлечь к участию в проекте больше горожан позволят игровые элементы. За прохождение каждого опроса или иную активность пользователи получают баллы, которые затем можно обменять на различные городские услуги – например, парковочные часы, проездные, билеты в театры и музеи.

*Система электронного референдума «Открытый Липецк»* [14]. Интерфейс данной системы очень похож на интерфейс системы электронного референдума «Активный гражданин». Включает список текущих

голосований, по сути он является аналогом «Активного гражданина».

### Заключение

Таким образом, одними из ключевых функций инициативно-целевого управления, реализуемого с использованием технологий краудсорсинга в рамках развития электронного правительства региона являются следующие: вовлечение в процесс разработки решения задачи активных и компетентных граждан; организация и стимулирование выдвижения идей и предложений граждан через интернет; отбор лучших участников и формирование открытого экспертного сообщества на основе личного вклада каждого в решение общей задачи; сбор оценок и комментариев о качестве государственных услуг. Данные функции на современном этапе постоянно совершенствуются, внедряются и учитываются в деятельности органов государственной исполнительной власти в некоторых регионах, хотя следует отметить, что этот процесс находится только на начальном этапе своего развития, так как большинство регионов РФ, если и используют интернет-сайты администраций региона, то только исключительно для предоставления информации и не подразумевают обратную связь с гражданами. Среди рассмотренных практик, можно отметить, что наиболее эффективным инструментом реализации технологии краудсорсинга в рамках электронного правительства является информационный ресурс «Народный контроль», постепенно внедряющийся во многие регионы РФ. Развитие данного направления способствует формированию механизма общественного контроля, мониторинга актуальных проблем населения региона, обсуждения вопросов общественно-политической жизни, развитие гражданского контроля над органами власти и непосредственное участие граждан в политической жизни региона.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках проекта проведения научных исследований («Трансакционный механизм модернизации системы территориального управления в условиях преодоления посткризисной рецессии»), проект № 15-12-34016.*

### Список литературы

1. Буров В.В., Патаракин Е.Д., Ярмахов Б.Б. Использование технологий краудсорсинга в законотворческой деятельности / В.В. Буров, Е.Д. Патаракин, Б.Б. Ярмахов // Бизнес-информатика. – 2011. – № 2 (16). – С. 12–19.
2. Ваш контроль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.vashkontrol.ru](http://www.vashkontrol.ru) (дата обращения: 28.12.16).
3. Интернет-площадка «Моя территория» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [streetjournal.org](http://streetjournal.org) (дата обращения: 28.12.16).
4. Насыров И.Р. Эффективность государственного управления в условиях политической модернизации / И.Р. Насыров // Казан. Федералист. – 2011. – № 3(29). – С. 5–21.

5. Официальный портал Губернатора и Администрации Волгоградской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.volganet.ru](http://www.volganet.ru) (дата обращения: 28.12.16).

6. Петрова Е.А., Калинина В.В., Шевандрин А.В. Оценка интерактивности органов исполнительной власти в регионах РФ / Е.А. Петрова, В.В. Калинина, А.В. Шевандрин // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 10–3. – С. 610–615.

7. Пономарев С.В. Краудсорсинг – технология создания виртуальных сообществ / С.В. Пономарев // Вестн. Перм. ун-та. Сер. Политология. – 2011. – № 3. – С. 107–121.

8. Портал «Общественный надзор» Республики Дагестан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [nadzor.e-dag.ru](http://nadzor.e-dag.ru) (дата обращения: 28.12.16).

9. Портал государственных и муниципальных услуг Республики Татарстан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [uslugi.tatarstan.ru](http://uslugi.tatarstan.ru) (дата обращения: 28.12.16).

10. Портал органов государственной власти Ставропольского края [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.stavregion.ru](http://www.stavregion.ru) (дата обращения: 28.12.16).

11. Республика Коми общественный портал «Активный регион» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.signal.rkomi.ru](http://www.signal.rkomi.ru) (дата обращения: 28.12.16).

12. Румянцева И.В. Краудсорсинг и социальное развитие общества / И.В. Румянцева // Социальная политика и социальное партнерство. – 2009. – № 8. – С. 43–45.

13. Система электронного референдума «Активный гражданин» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ag.mos.ru> (дата обращения: 28.12.16).

14. Система электронного референдума «Открытый Липецк» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://openlipetsk.ru/lipetskphp> (дата обращения: 28.12.16).

### References

1. Burov V.V., Patarakin E.D., Jarmahov B.B. Ispolzovanie tehnologij kraudsorsinga v zakonotvorcheskoj dejatelnosti / V.V. Burov, E.D. Patarakin, B.B. Jarmahov // Biznes-informatika. 2011. no. 2 (16). pp. 12–19.
2. Vash kontrol [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [www.vashkontrol.ru](http://www.vashkontrol.ru) (data obrashhenija: 28.12.16).
3. Internet-ploshhadka «Moja territorija» [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [streetjournal.org](http://streetjournal.org) (data obrashhenija: 28.12.16).
4. Nasyrov I.R. Jeffektivnost gosudarstvennogo upravlenija v uslovijah politicheskoj modernizacii / I.R. Nasyrov // Kazan. Federalist. 2011. no. 3(29). pp. 5–21.
5. Oficialnyj portal Gubernatora i Administracii Volgogradskoj oblasti [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [www.volganet.ru](http://www.volganet.ru) (data obrashhenija: 28.12.16).
6. Petrova E.A., Kalinina V.V., Shevandrin A.V. Ocenka interaktivnosti organov ispolnitelnoj vlasti v regionah RF / E.A. Petrova, V.V. Kalinina, A.V. Shevandrin // Fundamentalnye issledovanija. 2015. no. 10–3. pp. 610–615.
7. Ponomarev S.V. Kraudsorsing tehnologija sozdaniya virtualnyh soobshhestv / S.V. Ponomarev // Vestn. Perm. un-ta. Ser. Politologija. 2011. no. 3. pp. 107–121.
8. Portal «Obshhestvennyj nadzor» Respubliki Dagestan [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [nadzor.e-dag.ru](http://nadzor.e-dag.ru) (data obrashhenija: 28.12.16).
9. Portal gosudarstvennyh i municipalnyh uslug Respubliki Tatarstan [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [uslugi.tatarstan.ru](http://uslugi.tatarstan.ru) (data obrashhenija: 28.12.16).
10. Portal organov gosudarstvennoj vlasti Stavropolskogo kraja [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [www.stavregion.ru](http://www.stavregion.ru) (data obrashhenija: 28.12.16).
11. Respublika Komi obshhestvennyj portal «Aktivnyj region» [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [www.signal.rkomi.ru](http://www.signal.rkomi.ru) (data obrashhenija: 28.12.16).
12. Rumjanceva I.V. Kraudsorsing i socialnoe razvitie obshhestva / I.V. Rumjanceva // Socialnaja politika i socialnoe partnerstvo. 2009. no. 8. pp. 43–45.
13. Sistema jelektronnogo referendumu «Aktivnyj grazhdanin» [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://ag.mos.ru> (data obrashhenija: 28.12.16).
14. Sistema jelektronnogo referendumu «Otkrytyj Lipeck» [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://openlipetsk.ru/lipetskphp> (data obrashhenija: 28.12.16).

УДК 621.311.1

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ЕДИНОГО ЕВРОАЗИАТСКОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РЫНКА

<sup>1</sup>Решетняк Е.И., <sup>2</sup>Данько Н.И., <sup>3</sup>Астахова Е.В., <sup>3</sup>Ван Чжихуэй

<sup>1</sup>Харьковский гуманитарный университет «Народная украинская академия», Харьков, e-mail: reshetele@yandex.ru;

<sup>2</sup>Харьковский национальный университет им В.Н. Каразина, Харьков, e-mail: danko\_nataly@mail.ru;

<sup>3</sup>Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, Владивосток, e-mail: evastahova1@ya.ru, 1059532898@qq.com

Настоящая статья посвящена анализу практической задачи смены парадигмы развития энергетического рынка, системы базисных мировоззренческих основ промышленного энергопользования и повышения «прозрачности» управления ресурсами, отвечающих требованиям формирующегося открытого гражданского общества, основанного на новейших знаниях и технологиях на основе формирования интегрированных топливно-энергетических комплексов различных стран в процессе формирования Евроазиатского энергетического рынка, а также проанализированы действующие модели единых энергетических рынков, объединяющих топливно-энергетические комплексы нескольких стран. Рассмотрены предпосылки для оценки эффективности формируемого Евроазиатского электроэнергетического рынка, предложена модель оптимизации Евроазиатского энергетического рынка. На основании предложенной оптимизационной модели осуществлены расчеты с использованием ресурса Microsoft Excel и встроенной функции «Поиск решения». Предложенная модель позволяет сформировать оптимальный переток между странами-участниками, который даст возможность увеличить благосостояние всей энергосистемы. Результаты проведенных расчетов показывают эффективность вхождения различных стран в Евроазиатский электроэнергетический рынок

**Ключевые слова:** энергетический рынок, моделирование, переток, энергетические ресурсы, эффективность

## SIMULATION OF THE SINGLE MARKET EURASIAN ENERGY

<sup>1</sup>Reshetnyak E.I., <sup>2</sup>Danko N.I., <sup>3</sup>Astakhova E.V., <sup>3</sup>Baths Zhihui

<sup>1</sup>Kharkiv University of Humanities «People's Ukrainian Academy», Kharkov, e-mail: reshetele@yandex.ru;

<sup>2</sup>Kharkiv National University named after V.N. Karazin, Kharkiv, e-mail: danko\_nataly@mail.ru;

<sup>3</sup>Vladivostok State University of Economics and Service, Vladivostok, e-mail: evastahova1@ya.ru, 1059532898@qq.com

This article analyzes the practical task paradigm shift of the energy market, the system of basic philosophical foundations of industrial energy use and increase the «transparency» of resources that meet the requirements of the emerging open civil society based on the latest knowledge and technologies on the basis of formation of the integrated fuel and energy complexes. We studied the prospects of integration of electric power systems of different countries in the process of Euro-Asian energy market, as well as analyzes the current model a single energy market, combining the fuel and energy complexes of several countries. The preconditions for assessing the effectiveness formed the Eurasian electricity market, the model of optimization of the Euro-Asian energy market. On the basis of the proposed optimization model calculations carried out using Microsoft Excel built-in function of the resource and «Finding solutions.» The proposed model allows you to create an optimal flow between the participating countries, which will make it possible to increase the well-being of the entire power system. The results of these calculations show the effectiveness of the occurrence of various countries in the Eurasian electricity market

**Keywords:** energy market, modeling, flow, energy resources, efficiency

Перспективы развития мировой энергетики и связанные с этим перспективы экономического роста и угрозы возможного разрушения окружающей среды являются одними из наиболее актуальных и обсуждаемых глобальных проблем.

Перед странами мира стоит практическая задача смены парадигмы развития энергетического рынка, системы базисных мировоззренческих основ промышленного энергопользования и повышения «прозрачности» управления ресурсами, отвечающих требованиям формирующегося открытого гражданского общества, осно-

ванного на новейших знаниях и технологиях. Важнейшую роль для устойчивого развития мирового хозяйства и, в частности, Евроазиатского региона играет энергетика, которая выступает в роли основы функционирования экономики и общества, является антом обеспечения растущего населения планеты и развития экономики, приводящего к росту мирового энергопотребления, которое по прогнозам экспертов к 2030 г. увеличится в 1,3–1,5 раза по сравнению с уровнем 2015 г. [1]. В связи с этим одной из приоритетных задач мирового сообщества является создание такой системы

глобальной энергетики, которая позволила бы осуществлять бесперебойное снабжение широких слоев населения во всем мире энергетическими ресурсами по экономически обоснованным ценам, а также обеспечивать поддержание долгосрочной стабильности на мировом и региональных энергетических рынках, обеспечивая экологическую безопасность.

Целью статьи является исследование перспектив интеграции электроэнергетических комплексов различных стран в процессе формирования Евроазиатского энергетического рынка, а также моделирование его развития.

Возрастающее значение энергоресурсов в мировой политике объясняется, прежде всего, прогнозируемым ростом экономического потребления этих ресурсов. Поэтому контролирование развития нефтегазовых регионов фактически дает возможность маневрировать данными ресурсами и становится ключевым фактором политического и экономического мирового влияния. Находясь на стыке трех геостратегических секторов – Европы, Азии и Ближнего Востока – Евроазиатский регион является объектом международной конкуренции, геостратегического противостояния, а также военных вызовов и угроз, которые обусловлены стремлением некоторых стран мира и межгосударственных союзов контролировать нефтегазовые ресурсы региона [5].

Анализ литературных источников позволил выделить четыре уровня интересов к Евроазиатскому региону [1–3]:

1) **страновой** – могут быть выделены отдельные страны Центрального Азиатского региона и Каспия (Туркменистан, Азербайджан, Россия, Иран, Казахстан, Узбекистан), которые решают внутренние государственные проблемы за счет поставок энергосырья на мировом рынке;

2) **субрегиональный** – представляет отдельные страны – субрегиональных лидеров (например, Россию, Иран, Китай, Турцию), которые стремятся к максимальному укреплению своих стратегических позиций в регионе;

3) **регионально-евразийский** – представляющие собой страны-зоны транзита (например, Россию, Киргизию, Таджикистан, Иран, Китай, Турцию, Грузию, Армению, Украину, Румынию, Болгарию и другие), предполагающих извлечь выгоды из транспортировки энергосырья по их территории;

4) **глобальный** – представленный крупными мировыми игроками (например, США, ЕС, Россией, Китаем), рассматривая Центрально-Азиатский и Каспийский регион как платформу геополитической конкуренции за право контроля над нефте-

газовыми ресурсами, а также обустройства стратегических коммуникаций и маршрутов вывоза нефти и газа на внешние рынки и выстраивание многоуровневых систем гарантий своих интересов в регионе.

Существующие тенденции мирового энергетического рынка, прежде всего, базируются на геополитических факторах развития экономики мира, на принципах взаимодополнения в схеме экспорт – транзит – импорт. Учет возможностей каждого участника рынка приведет к уменьшению потенциала частных интересов, к гармонизации предъявляемых друг другу требований и формированию рамочной конструкции общих интересов.

Анализ международного опыта формирования объединений государств в рамках единого энергетического пространства предполагает рассмотрение следующих региональных межгосударственных рынков электроэнергии [3]:

1. **Северной и Южной Америки:**

– рынок стран таможенного союза МЕРКОСУР (MERCOSUR), который является общим рынком электроэнергии стран Южной Америки и в него входят Аргентина, Бразилия, Парагвай и Уругвай; Боливия и Чили являются ассоциированными членами. В текущей форме был образован в 1994 году. Интеграция рынков электроэнергии стран соглашения соответствует их стратегиям развития и осуществляется при активном участии частного сектора;

– рынок стран соглашения о свободной торговле НАФТА (NAFTA). НАФТА – соглашение о свободной торговле между Канадой, США и Мексикой, вступило в силу также в 1994 году. Создание общего рынка электроэнергии стран НАФТА находится на начальном этапе, и в настоящее время представляет собой двусторонние торговые отношения США – Мексика и Канада – США;

– электроэнергетическая система стран Центральной Америки (Central American Electric Interconnection System, SIEPAC) – планируемое объединение шести энергосистем стран Центральной Америки: Гватемалы, Эль Сальвадора, Гондураса, Коста-Рики, Никарагуа и Панама. Создание региональной энергосистемы законодательно закреплено Договором Марко (Marco Treaty of the Electrical Market of Central America) [4];

– РЖМ – пример создания единого для нескольких штатов США рынка электроэнергии на базе большого числа независимых энергетических компаний. РЖМ – один из крупнейших в мире дерегулированных рынков электроэнергии. Его особенностью является интегрированный подход к организации торговли электроэнергией, т.е. на-

личие как централизованных, так и децентрализованных сегментов рынка.

2. Европейского союза:

– объединенный рынок Скандинавских стран: Дания, Финляндия, Норвегия, Швеция, Эстония, Литва образуют один из основных региональных рынков электроэнергии Европейского союза Nord Pool;

– объединенный рынок стран Центральной Западной Европы (CWE): Франция, Германия, Нидерланды, Бельгия, Люксембург и др.

Интеграция национальных рынков в электроэнергетике имеет много аспектов, основными из которых являются [5]:

– коммерческая интеграция, характеризующаяся функциональной структурой общего рынка;

– регуляторная интеграция в части создания структур управления и обеспечения деятельности общих рынков, а также разработки их нормативно-правового обеспечения.

– инфраструктурная интеграция в части использования существующих и развития новых межгосударственных (трансграничных) связей.

Во многих регионах мира соседние страны ощущают экономическую потребность в интеграции своих электроэнергетических систем. Достижимая степень взаимодействия, а также модели объединенного рынка и способы их регуляции сильно варьируются в зависимости от множества факторов.

Для повышения экономической эффективности в условиях международных интеграционных процессов был образован Евразийский экономический союз (сокр. ЕАЭС), который представляет собой международную организацию региональной экономической интеграции, обладающую международной правосубъектностью и учрежден Договором о Евразийском экономическом союзе [2]. При формировании ЕАЭС должна обеспечиваться свобода движения товаров, а также услуг, капитала и рабочей силы, а также проведение скоординированной, согласованной или единой политики в отраслях экономики.

В настоящее время членами данного Союза являются Россия, Белоруссия, Казахстан, Армения и Киргизия. В настоящее время количество стран-членов увеличивается по сравнению с количеством стран первоначально подписавших договор: так, рассматривают возможность членства Египта, Таиланда, Ирана, Сингапура, Пакистана, Индии, КНР и других стран. Установлены сроки создания в рамках данного Союза электроэнергетического рынка к июлю 2019 года и рынка нефти и газа к 2025 году [2].

Первоначально было сформировано несколько моделей Евроазиатского электроэнергетического рынка, краткая сравнитель-

ная характеристика которых представлена в табл. 1.

Основными экономическими преимуществами государств – членов Союза от организации ОЭР Союза являются: увеличение объемов трансграничной торговли электроэнергией, как внутри Союза, так и вовне, стабилизация (снижение) цен на электроэнергию и, как следствие, создание благоприятного инвестиционного климата, дополнительный рост ВВП государств – членов Союза за счет синергетического эффекта.

Сейчас можно говорить, что экономики стран имеют упущенную выгоду в результате раздельной работы электроэнергетических рынков.

Для прогнозирования эффективности вхождения различных стран в ЕЭР необходимо определять величины перетоков электроэнергии между странами как решение оптимизационной задачи. Перетоки, найденные в результате решения оптимизационной задачи, максимизируют функцию общего благосостояния рынка. Экономический эффект от вхождения стран в ЕЭР, таким образом, является результатом ввода рыночного механизма экспортно-импортных операций между энергосистемами стран-участниц и определения величин межгосударственных перетоков оптимальным образом (с точки зрения функции благосостояния рынка).

Предпосылки для оценки эффективности формируемого Евроазиатского электроэнергетического рынка:

а) увеличение перетоков электроэнергии между странами-участницами и, как следствие, увеличение благосостояния для всей энергосистемы в целом и для каждой страны в отдельности;

б) сглаживание дисбалансов, возникающих при планировании величин экспортных/импортных перетоков.

На основании представленной информации может быть предложена оптимизационная модель Евроазиатского энергетического рынка.

В качестве целевой функции рассматривается максимизация функции прибыли всей энергосистемы:

$$\sum_{g \in G} \Lambda_{g,t} q_{g,t} - \sum_{c \in C} \Lambda_{c,t} q_{c,t} \rightarrow \max.$$

Балансовые ограничения в зонах:

$$\sum_{g \in G_j} q_{g,t} = Q_{j,t}^{\text{exp}}, \quad \forall j \in J,$$

$$\sum_{c \in C_j} q_{c,t} = Q_{j,t}^{\text{imp}}, \quad \forall j \in J.$$



Ограничения на объемы заявок:

$$0 \leq q_{g,t} \leq Q_{g,t}, \quad \forall g \in G,$$

$$0 \leq q_{c,t} \leq Q_{c,t}, \quad \forall c \in C.$$

где  $\Lambda_{g,t}$  – прибыль компонента заявки производителя энергии  $g$  в период  $t$ ;

$Q_{g,t}$  – объем заявки производителя энергии  $g$  в период  $t$ ;

$\Lambda_{c,t}$  – затраты компонента реализации заявки потребителя при транспортировке  $c$  в период  $t$ ;

$Q_{c,t}$  – объем заявки потребителя  $c$  в период  $t$ ;

$Q_{j,t}^{exp}$  – объем экспорта из страны  $j$  в период  $t$ ;

$Q_{j,t}^{imp}$  – объем импорта в страну  $j$  в период  $t$ ;

$q_{g,t}$  – принятый объем заявки производителя энергии  $g$  в период  $t$ ;

$q_{c,t}$  – принятый объем заявки потребителя  $c$  в период  $t$ .

Для оценки экономического эффекта от увеличения межгосударственных перетоков использовалась модель энергосистемы ОЭР Союза, которая представлена 9 странами: Туркменистан; Россия; Беларусь; Армения; Казахстан; Киргизия, КНР, Индия, Иран. Три последние страны являются также гипотетическими участниками рынка.

На основании заявок производителей энергии моделировались на основании усредненных данных о предложениях на рынке за период 2012–2015 гг. Объем экспорта определялся исходя из имеющихся производственных мощностей и уровня потребления внутри страны. На основании ранее рассмотренной оптимизационной модели осуществим расчет с использованием ресурса Microsoft Excel и встроенной функции «Поиск решения». Результаты расчетов по объемам поставок из разных стран приведены в табл. 2.

Таблица 1

Сравнительная характеристика базовых моделей ОЭР ЕЭП [1–3]

Показатель	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
1	2	3	4
Сущность модели	Принятие за основу российской модели, введение в состав акционеров технологической и коммерческой инфраструктуры представителей всех государств	Создание региональных субрынков, совпадающих с ОЭС, формирование на них спот-бирж или филиалов национальной спот-биржи, создание оператора ОЭР ЕЭП для организации торговли пропускной способностью между региональными субрынками	Сохранение национальных рынков, их структурное сближение и гармонизации нормативного правового обеспечения; организация единой информационной среды и координации работы национальных спот-бирж
Похожие рынки в мировой практике	PJM (США)	NordPool	TLC Trilateral Market Coupling Франция (Powernext) – Бельгия (Belpex) – Голландия (APX) с дальнейшим преобразованием в PCR
Особенности взаимной торговли электрической энергией	Стирается граница между торговлей внутри государства и взаимной торговлей	Принцип узлового ценообразования сохраняется только на начальных этапах формирования ОЭР ЕЭП. Централизованные торги пропускной способности	Сохранение и развитие существующих механизмов, в т.ч. МТП, + координационный модуль спотовой торговли
Двусторонние договоры при взаимной торговле электрической энергией	В основном финансовые для хеджирования	Форвардные с физической поставкой, финансовые для хеджирования	В основном форвардные с физической поставкой
Спот-рынок электроэнергии	Единый	В каждом региональном субрынке + торговля пропускной способностью между субрынками	Национальные спот-рынки + их координация и формирование единой информационной среды
Рынок мощности	Единый конкурентный отбор мощности	Не предполагается	Национальные рынки мощности + механизм учета мощности при взаимной торговле

Окончание табл. 1			
1	2	3	4
Диспетчеризация и балансирующий рынок	Единые для всей территории ОЭР ЕЭП	Создание единого межгосударственного диспетчерского центра. Балансирующий рынок функционирует отдельно на каждом РОРЭМ	Раздельные для каждого государства при условии выполнения соглашений о параллельной работе
Глубина интеграции	Полная, унифицированное законодательство, единые правила торговли	Организационная структура ОЭР ЕЭП – взаимосвязь нескольких РОРЭМ. Единые правила ОЭР ЕЭП	Не полная, гармонизированное законодательство, правила торговли внутри национальных рынков могут быть разные, согласованные правила взаимной торговли
Основные преимущества	Отработанность модели на большей части ОЭР ЕЭП (на территории РФ). Готовое ПО. Готовая коммерческая и технологическая инфраструктура. Максимальная оптимизация режимов. Полная интеграция, свободное движение товара	Максимальная оптимизация режимов. Полная интеграция, свободное движение товара	Сохранение национальных оптовых рынков. Возможность введения национальных систем поддержки внутренних рынков. Не требуется создание кардинально новых органов управления (достаточно обеспечить их взаимодействие и координацию)
Недостатки	Поглощение национальных рынков. Необходимость перестройки рынков РБ и РК	Только рынок электроэнергии. Риск искусственного ограничения национальными регуляторами Функционирование РОРЭМ=. Изменение коммерческой и технологической инфраструктуры	Необходимость больших финансовых и временных затрат на создание развитой телекоммуникационной системы и сложного ПО. Риск искусственного ограничения национальными регуляторами свободы движения товара

Таблица 2

Результаты расчетов по объемам поставок из разных стран

Страна-импортер	Объем импорта электроэнергии в страну, МВт	Объемы поставки, МВт				Общий объем импорта
		Туркменистан	Россия	Казахстан	Киргизия	
Белоруссия	2510	0	2510	0	0	2510
КНР	9051	0	5018	2780	1253	9051
Индия	5012	3210	0	1802	0	5012
Иран	954	0	954	0	0	954

На основании проведенных расчетов осуществлен прогноз оптимального объема поставок из разных стран-экспортеров в страны – импортеры электроэнергии. Таким образом, из Туркменистана оптимальны поставки в Индию в объеме 3210 МВт. Прибыль от реализации экспортируемой энергии Туркменистана составит 25,68 млн долл. А общая эффективность Евроазиатского рынка при реализации данной модели составит 127,574 млн долл.

Одним из важнейших параметров, влияющих на эффективность работы общего рынка, являются объем пропускных спо-

собностей межсистемных (в т.ч. межгосударственных) электрических связей, доступных для коммерческого перетока энергии. С точки зрения коммерческих перетоков пропускная способность связи – объем коммерческих сделок/обменов энергией между участниками, которые могут быть осуществлены через нее (как правило, с обязательным уведомлением, должны уведомить сетевого/системного оператора). Таким образом, коммерческая пропускная способность трансграничной связи в целом не эквивалентна физическим потокам между контрольными зонами (в т.ч. разных стран).

Таким образом, различные страны, образующие единый энергетический рынок, могут использовать результаты функционирования ЕЭР Союза с целью повышения эффективности привлечения инвестиций в электроэнергетические отрасли стран, в том числе:

а) проведения согласованной политики в совместном развитии и эксплуатации существующих и вновь сооружаемых объектов электроэнергетики;

б) создания инвестиционных стимулов для развития сетевых объектов и связей между электроэнергетическими системами, строительства и эксплуатации генерирующих энергетических объектов;

в) увеличения капитализации и повышения ликвидности бизнеса участников ЕЭР Союза;

г) повышения эффективности ведения инвестиционной деятельности в электроэнергетике государств-членов, включая возможность покупки и продажи генерирующих, сетевых и других активов на договорных условиях между собственниками.

На основании проведенного анализа может быть представлена оптимизационная модель, позволяющая сформировать оптимальный переток между странами-участниками, который давал бы возможность увеличить благосостояние всей энергосистемы. Результаты проведенных расчетов показывают эффективность вхождения различных стран в Евроазиатский электроэнергетический рынок.

### Список литературы

1. Дрогвоз П.А. Современные тенденции развития энергетической отрасли [Текст] / П.А. Дрогвоз, А.А. Курбаналиев // Материалы за 10-а международна научна практична конференция, «Бъдещите изследвания». – 2014. – Том 6. Икономики. София. «Бял ГРАД-БГ» ООД. С. 94–96.

2. О модели общего электроэнергетического рынка государств-участников ЕЭП – Беларуси, Казахстана и России (Часть 2) [Текст] / А.А. Тукунов [и др.] // Энергорынок. – 2015. – № 2. – С. 45–51.

3. Обзор существующих моделей рынков электроэнергии в странах ЕС (Астана, 18 июня 2014 г.): материалы конференции. – Астана, 2014. – 56 с.

4. Официальный сайт АО «ИНТЕР РАО ЕЭС» [Электронный ресурс]: URL: <http://www.interrao.ru/> (дата обращения: 10.12.2016).

5. Семенова Н.К. Развитие евроазиатского энергетического рынка в условиях региональных и внерегиональных политических рисков год [Текст] / Н.К. Семенова [Электронный ресурс]: URL <http://www.yandex.ua/click/jsredir?from=www.yandex.ua%3Bsearch%2F%3Bweb%3B%3B&text> (дата обращения: 10.12.2016).

### References

1. Drogovoz P.A. Sovremennye tendencii razvitiia jenergeticheskoi otrasli [Tekst] / P.A. Drogovoz, A.A. Kurbanaliev // Materiali za 10-a mezhduнародna научna praktična konferencija, «Bdeshite izsledvanija». 2014. Tom 6. Ikonomiki. Sofija. «Bjal GRAD-BG» OOD. pp. 94–96.

2. O modeli obshhego jelektrojenergeticheskogo rynka gosudarstv-uchastnikov EJeP' Belarusi, Kazahstana i Rossii (Chast 2) [Tekst] / A.A. Tukenov [i dr.] // Jenergorynok. 2015. no. 2. pp. 45–51.

3. Obzor sushhestvujushhih modelej rynkov jelektrojenergii v stranah ES (Astana, 18 ijunja 2014 g.): materialy konferencii. Astana, 2014. 56 p.

4. Oficialnyj sajt AO «INTER RAO EJeS» [Jelektronnyj resurs]: URL: <http://www.interrao.ru/> (data obrashhenija: 10.12.2016).

5. Semenova N.K. Razvitie evroaziatskogo jenergeticheskogo rynka v uslovijah regionalnyh i vneregionalnyh politicheskikh riskov god [Tekst] / N.K. Semenova [Jelektronnyj resurs]: URL: <http://www.yandex.ua/click/jsredir?from=www.yandex.ua%3Bsearch%2F%3Bweb%3B%3B&text> (data obrashhenija: 10.12.2016).

УДК 338.465.2

## К ИССЛЕДОВАНИЮ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА СОДЕРЖАНИЕ БЮДЖЕТНЫХ УСЛУГ В ТРАНСФОРМАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКЕ ТАДЖИКИСТАНА

Ризокулов Т.Р., Давлатов Д.А.

*Институт экономики и торговли Таджикского государственного университета коммерции,  
Худжанд, e-mail: tguk-euk@yandex.ru*

Статья посвящена исследованию некоторых аспектов оказания бюджетных услуг в условиях переходного периода в Республике Таджикистан. В частности, аргументирована объективная необходимость государственного вмешательства в экономику на текущем этапе развития человеческой цивилизации. Проанализированы различные подходы к уточнению терминологического аппарата исследования, такие как «государственные услуги» и «бюджетные услуги». Рассмотрены вопросы повышения качества бюджетных услуг в современных условиях. В данном контексте выявлены и определены факторы, влияющие на бюджетные услуги. Проанализировано воздействие отдельных факторов и затрагиваются лишь некоторые, наиболее значимые, проблемы определения влияния факторов на состав и содержание бюджетных услуг. Предпринята попытка разработки экономико-математической модели влияния факторов на содержание бюджетных услуг в Таджикистане в зависимости от достигнутого уровня социально-экономического развития страны. Дана авторская оценка необходимости расширения и повышения качества услуг на перспективу в экономике Таджикистана.

**Ключевые слова:** социально-экономические отношения, государственные услуги, сфера услуг, бюджетные услуги, бюджетные расходы, политические и экономические факторы, инновационные и внешние факторы, качество бюджетных услуг

## THE STUDY OF FACTORS AFFECTING ON THE CONTENT OF BUDGET OF TRANSFORMATION THE ECONOMY OF TAJIKISTAN

Rizokulov T.R., Davlatov D.A.

*Institute of Economy and Trade of the Tajik State University of Commerce, Khujand,  
e-mail: tguk-euk@yandex.ru*

The article is devoted to the study of certain aspects of the provision of public services during the transition period in the Republic of Tajikistan. In particular, it argued the objective necessity of state intervention in the economy at the current stage of development of human civilization. It analyzed different approaches to clarify the terminological research apparatus, such as «public services» and «low cost services». The problems of improving the quality of public services in modern conditions. In this context, it identified and determined the content of the factors affecting the cost services. Analyzed the impact of individual factors and affected only a few, most important, the problem of determining the impact of factors on the structure and content of public services. An attempt to develop economic-mathematical model of the impact of factors on the content of public services in Tajikistan, according to the achieved level of socio-economic development of the country. Given the author's assessment of the need to expand and improve the quality of services for the future of the economy of Tajikistan.

**Keywords:** socio-economic relations, public services, services, fiscal services, low cost, political and economic factors, innovation and external factors, the quality of public services

Объективная необходимость государственного вмешательства на данном этапе развития человечества не вызывает сомнений и не требует серьезной аргументации. Поскольку все это диктуется самой жизнью и в силу наличия серьезных непредвиденных ситуаций или социальных проблем в обществе, требующего незамедлительного решения. К их числу можно отнести значимость предотвращения природных катаклизмов, обеспечения государственной безопасности, решение проблем бедности, социального неравновесия и других неурядиц в социально-экономическом развитии любого государства. Отмеченные вопросы во все времена и в любом обществе обуславливали актуальность и содержание

государственных услуг населению за счет централизованных государственных фондов. При исследовании государственных услуг ряд ученых-экономистов предлагают применить два подхода к ее концептуализации и дефиниции [4]. Согласно первому подходу государственная услуга – это товар, который предоставляется органами власти гражданам и организациям. Это аргументируется относительными и сравнительными преимуществами государственных органов власти в предоставлении услуг отдельных видов. Поскольку только государство в состоянии в полной мере предоставлять услуги обществу на добровольной основе по национальной обороне, обеспечению безопасности дорожного

движения и т.д., эти виды услуг выполняются государством более эффективно, чем другие сектора экономики.

Второй подход ориентирован на применение концепций административного управления в определении содержания государственной услуги. В данном контексте под государственной услугой понимаются все формы взаимодействия государства и внешнего окружения (население, бизнес) – как добровольные, так и принудительные. С этой позиции считалось, что где есть взаимодействие органов исполнительной власти с другими субъектами экономики, там и возникает взаимоотношение государства либо с гражданином, либо с другими юридическими лицами по поводу предоставления того или иного вида услуг.

В экономической науке понятие «бюджетная услуга» пока является новым и вследствие этого не имеет единого, четкого и емкого определения. Однако на практике оно существует, поскольку непосредственно связано с использованием бюджетных средств, а последнее обусловлено существованием государства. Можно предполагать, что формирование и исполнение бюджетных услуг является производным от функции государства или государственных структур. Следовательно, бюджетная услуга – это часть государственных услуг, предоставляемых государственными учреждениями исключительно за счет бюджетных средств обществу и населению.

Авторы предполагают, что предоставление бюджетных услуг высокого качества и в требуемом объеме может стать фактором обеспечения устойчивых темпов экономического роста и укрепления конкурентоспособности страны на мировой арене.

Что касается эффективности бюджетных услуг, то она может быть результативной при выполнении государственных функций в масштабе всего общества. Общеизвестно, что на сегодняшний день государственное вмешательство в деятельность всех субъектов экономики является обязательным исходя из требований современной мировой цивилизации и углубления глобализации. Результативность бюджетных услуг отражается в объеме и структуре бюджетного финансирования, направленного на производство общественных товаров и услуг, а также показывает способность государственных структур к реализации поставленных целей, исходящих из принятых стратегических нормативно-правовых документов. Говоря иначе, здесь предполагается использование традиционного подхода, означающего сравнение затрат с результатами.

Однако при оказании бюджетных услуг органы государственной исполнительной власти в большинстве случаев не заинтересованы в рационализации или оптимизации бюджетных расходов.

В этой связи в отечественной экономической науке и практике появляется объективная необходимость формирования у субъектов, производящих общественные блага и услуги, мотивационного поведения, направленного на повышение их заинтересованности к достижению максимального результата при оказании бюджетных услуг.

Для реализации вышеотмеченного в первую очередь, на наш взгляд, следует исследовать факторы, влияющие на результативность бюджетных услуг. Говоря иначе, повышение эффективности использования бюджетных услуг во многом зависит от внешних и внутренних условий хозяйствования субъектов экономики. В этом плане общеизвестно, что содержание и объем бюджетных услуг с теоретических и практических точек зрения определяется составляющими компонентами расходов бюджета, а именно эти представляющие целевые денежные средства направляются на выполнение государственных задач и функций в экономическом развитии страны. Общеизвестно, что формирование и расходование государственных средств по отраслям и сферам народного хозяйства определяется в соответствии с разрабатываемым и принимаемым на высоком уровне Законом Республики Таджикистан о бюджете на очередной следующий финансовый год. В экономической науке, процесс планирования, обсуждения, исполнения и составления отчета об исполнении являются составными элементами бюджетного процесса [3, с. 180].

Стратегия целеполагания во многом определяет эффективность бюджетных расходов на перспективу, поскольку она определяет, насколько рационально бюджетные средства направлены на решение стратегически важных социально-экономических задач, волнующих общество на текущем этапе развития страны, и соответствуют реальности. Это предполагает, что в первую очередь необходимо поставить реально выполнимые конкретные цели и задачи в разрабатываемых нормативно-правовых документах, законодательных актах на ближайшую перспективу. Такие цели и задачи должны быть включены в деятельность всех субъектов государства (на уровне местных органов власти), и в рамках этой деятельности должен применяться принцип детализации стратегических целей на уровне

отдельных отраслей экономики в регионах страны. В условиях рыночной экономики осуществление намеченного представляется крайне трудным, поскольку в ней сохраняется принцип непредсказуемости внешних и внутренних условий хозяйствования, исходящий из конъюнктуры спроса и предложения.

В годы суверенитета в стране разработаны и реализованы основные цели таких важных документов, как Национальная стратегия развития страны на период 2005–2015 гг.; Стратегия сокращения бедности, Национальная стратегия повышения благосостояния населения на определённые периоды, на уровне отдельных министерств и ведомств разработаны и реализованы специальные отраслевые концепции и доктрины, направленные на укрепление социально-экономического развития страны. Однако не все предусмотренное в отмеченных нормативных документах успешно находит отражение в практике. В частности, некоторые вопросы формирования индустриальной экономики, создания новых рабочих мест, модернизации экономики, решения проблем безработицы и повышения уровня жизни населения пока нельзя считать полностью решёнными.

Хотелось бы подчеркнуть, что все направления социально-экономического развития страны зависят от государственной поддержки, что само собой подразумевает расширение бюджетных услуг в масштабе всего народно хозяйственного комплекса. На этот процесс влияет множество факторов. В общем контексте факторы, влияющие на процесс оказания бюджетных услуг, можно условно классифицировать на следующие группы:

– политические факторы (политическая стабильность, разработанность и адекватность законов к новым условиям хозяйствования, сознательное намерение политической элиты государственной власти, отсутствие противоречия между исполнительной и законодательной властями, (вовлечённость профессиональных кадров в законодательную власть);

– экономические факторы (темпы роста, развитость предпринимательских структур, инфляция, безработица, стагнация, состояние производственного сектора и сферы услуг, доля расходов на образование, здравоохранение и культуру);

– инновационные факторы (развитость технологии производства, вложение в науку и фундаментальные научные разработки, на образование, здравоохранение, культуру, которые повлекут за собой коммерческий результат в долгосрочной перспективе);

– внешние факторы (условия глобализации, соглашения с международными организациями, экономические взаимоотношения с другими странами и политическая стабильность в мире).

При исследовании факторов, влияющих на развитие бюджетных расходов, мы в качестве объекта принимаем факторы, влияющие на формирование бюджетных расходов. Поскольку обычно в научной экономической литературе расходование бюджетных средств отождествляется с оказанием услуг. В частности, российский ученый Л.А. Дробозина совершенно верно отметила, что «расходы бюджета представляют собой затраты, возникающие в связи с выполнением государством своих задач и функций. Эти затраты выражают экономические отношения, на основе которых происходит процесс использования средств централизованного фонда денежных средств государства по различным направлениям» [6, с. 219].

Действительно, государственные расходы по поддержанию уровня жизни населения, оказания образовательных и здравоохранительных услуг охватывает и составляет содержание услуг, предоставляемых государством за счет бюджетных средств. В данном контексте представляет интерес и идея другого ученого, Г.Б. Поляка, который считает, что «расходы бюджета – это экономические отношения, возникающие между государством, с одной стороны, организациями, учреждениями и гражданами, с другой, – централизованных фондов денежных средств» [1].

В данном контексте верную позицию поддерживает и ученый В.В. Доржиева, которая в своем определении основной акцент делает на значимость таких расходов для общества в целом, в частности отмечает: «Расходы бюджета – это урегулированный нормами бюджетного законодательства процесс использования денежного фонда, предназначенного для достижения эффективности общественно значимых целей» [2, с. 131].

Для достижения ожидаемого эффекта от оказания услуг и справедливого распределения ресурсов необходимо изучить факторы, воздействующие на эффективность расходований бюджетных средств.

Многофакторность изменения содержания бюджетных расходов отмечена и в других научных работах. Кроме вышесказанного в них также приведены следующие: численность населения как один из важных факторов, определяющих объем бюджетных услуг, а также климатические условия, транспортная доступность тер-

риторий, демографический состав населения, политика государственных органов власти, виды и ставки налогов и размеры трансферта [5].

Обобщая и систематизируя вышеприведенные позиции ученых, с целью определения степени влияния факторов на состав и содержание бюджетных услуг, авторы предприняли попытку разработки экономико-математической модели. Здесь в качестве результативного признака приняты:

– темпы ежегодного прироста бюджетных расходов в году суверенитета в РТ, а в качестве факторных:

– динамика производства ВВП в ежегодном соизмерении (в %);

– собираемость налогов исчисленный как доля налоговых поступлений в процентах к ВВП;

– темпы естественного прироста населения (определяемые в статистике как разница между рождаемостью и смертностью);

– доля занятого населения в процентах к общему объему трудовых ресурсов.

Сущность модели заключается в оценке изменения бюджетных услуг в зависимости от достигнутого уровня социально-экономического развития страны.

На основе расчетов также определено содержание или вид многофакторного корреляционного регрессионного уравнения

$$Y = -6,62 + 0,035X_1 + 0,033X_2 + 0,011X_3 + 0,045X_4.$$

Рассматривая приведенные выше значения, сперва анализируем значение коэффициента корреляции, который равен 0,5817. Это говорит о том, что теснота взаимосвязи между результативным (темпы прироста бюджетных расходов) и совокупностью факторных признаков является среднеположительной. Следовательно, можно отметить, что эти факторы, хотя не являются доминирующими, но заметно воздействуют на содержание бюджетных услуг. Посредством коэффициента детерминации равного

0,3384 можно заключить, что зависимость между исследованными факторами составляет 33,8%. Перечень факторных признаков по рангу влияния или по значению коэффициента эластичности.

Сравнивая коэффициент эластичности по абсолютной величине, можно отметить, что результативный признак – темпы ежегодного прироста бюджетных расходов более всего чувствительны к изменению такого факторного признака, как доля занятого населения в структуре общих трудовых ресурсов, а затем к темпу роста ВВП.

С этой позиции становится актуальной научно-практическая обоснованность прогнозных величин и плановых заданий. В данном аспекте роль законодательных органов власти в применении предварительного и текущего контроля должна быть еще усилена в направлении повышения качества оказываемых услуг, строго по факту. В реальной жизни таджикского общества законодательная власть в большинстве случаев активно участвует только в процессе утверждения плановых заданий и на этом их миссия заканчивается. Хотелось бы подчеркнуть, что даже во время обсуждения и утверждения содержания бюджетов законодательная власть, можно сказать, участвует пассивно. Сокращается количество чтений, обсуждений статей доходов и расходов бюджета в парламенте и в ходе рассмотрения иногда со стороны отдельных народных депутатов проявляется безразличие. Такая ситуация отрицательно сказывается на реализации принципа достоверности и снижает степень обоснованности параметров бюджета. Данная ситуация усугубляет процесс оказания бюджетных услуг и не позволяет достичь поставленных целей. С этой позиции было бы лучше включить в полномочия контрольно-счетных органов (в случае Таджикистана счетной палаты) включить предварительный и текущий государственный финансовый контроль за оказанием бюджетных услуг.

Коэффициент эластичности

Ранг влияния	Факторный признак	Значение факторных признаков
1	Доля занятого населения в процентах к общему объему трудовых ресурсов ( $X_4$ )	0,045
2	Динамика производства ВВП в ежегодном соизмерении, в% ( $X_1$ )	0,035
3	Собираемость налогов, исчисленная как доля налоговых поступлений в процентах к ВВП ( $X_2$ );	0,033
4	Темпы естественного прироста населения (определяемые в статистике как разница между рождаемостью и смертностью) ( $X_3$ )	0,011

В повышении результативности бюджетных услуг главное место занимает формирование мотивации у субъектов, т.е. государственных органов исполнительной власти, реализующих бюджетные целеполагания в практику. Однако, к сожалению, в большинстве случаев такая форма мотивации в национальной практике еще не выработана и не предусмотрена в мониторинге выполнения государственных заданий по оказанию бюджетных услуг в течение года. С этой позиции необходимо выработать механизмы мотивации, как для распределителей, так и для получателей бюджетных средств в плане повышения результативности бюджетных расходов, направленных на выполнение целевых программ и повышение ресурс отдачи бюджетных средств в масштабе всего общества. В этом контексте для оптимизации бюджетных расходов требуется не только научно обоснованное их распределение между отраслями национальной экономики, но и грамотная разработка критериев оценки эффективности бюджетных средств и закрепление их в бюджетном законодательстве РФ.

#### Список литературы

1. Бюджетная система России / Под ред. Г.Б. Поляка. – М.: ЮНИТИ, 2007.
2. Доржиева В.В. Оценка эффективности бюджетных расходов // Экономические науки. – 2008. – № 12 (49). – С. 131.
3. Подьяблонская Л.М. Финансы: учебник для студентов вузов/ Л.М. Подьяблонская. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2011. – С. 180–181.
4. Спрос и предложение государственных властных услуг: институциональный анализ / Под ред., В.Л. Томбовцева. – М., 2005. – 214 с.
5. Томбовцев В.Л. Государство и переходная экономика: Пределы управляемости. – М.: Экономический факультет МГУ, ТЕИС, 1997. – 120 с.
6. Факторы, влияющие на формирование расходов местных бюджетов в условиях реформирования межбюджетных отношений. [http://5orka.ru/index/factory\\_vlijajushie\\_na\\_formirovanie\\_rashodov\\_mestnykh\\_bjudzhetov\\_v\\_uslovijakh\\_reformirovanija/0-398](http://5orka.ru/index/factory_vlijajushie_na_formirovanie_rashodov_mestnykh_bjudzhetov_v_uslovijakh_reformirovanija/0-398) [дата обращения 07.11.16].
7. Финансы / Под ред. Л.А. Дробизиной. – М., 2000. – С. 219.

#### References

1. Bjudzhetnaja sistema Rossii / Pod red. G.B. Poljaka. M.: JuNITI, 2007.
2. Dorzhieva V.V. Ocenka jeffektivnosti bjudzhetnyh rashodov // Jekonomicheskie nauki. 2008. no. 12 (49). pp. 131.
3. Podjablonskaja L.M. Finansy: uchebnik dlja studentov vuzov/ L.M. Podjablonskaja. M.: JuNITI-DANA, 2011. pp. 180–181.
4. Spros i predlozhenie gosudarstvennyh vlastnyh uslug: institucionalnyj analiz / Pod red., V.L. Tombovceva. M., 2005. 214 p.
5. Tombovcev V.L. Gosudarstvo i perehodnaja jekonomika: Predely upravljaemosti. M.: Jekonomicheskij fakultet MGU, TEIS, 1997. 120 p.
6. Faktory, vlijajushhie na formirovanie rashodov mestnyh bjudzhetov v uslovijah reformirovanija mezhbjudzhetnyh otoshenij. [http://5orka.ru/index/factory\\_vlijajushie\\_na\\_formirovanie\\_rashodov\\_mestnykh\\_bjudzhetov\\_v\\_uslovijakh\\_reformirovanija/0-398](http://5orka.ru/index/factory_vlijajushie_na_formirovanie_rashodov_mestnykh_bjudzhetov_v_uslovijakh_reformirovanija/0-398) [data obrashhenija 07.11.16].
7. Finansy / Pod red. L.A. Drobizinoj. M., 2000. pp. 219.



УДК 33

## АНАЛИЗ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РЕГИОНА: МУНИЦИПАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ

**Суржиков В.И.**

*ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», Владивосток,  
e-mail: Viktor.Surzhikov@vvsu.ru*

В статье проанализированы абсолютные и относительные показатели динамики иностранных инвестиций за период 2009–2013 гг., структура иностранных инвестиций по видам, выделены основные страны-инвесторы и виды их экономической деятельности в Приморском крае. Для оценки внутрирегиональной дифференциации нами были использованы три показателя, доступные в муниципальной статистике: объём иностранных инвестиций, объём иностранных инвестиций на душу населения и число предприятий с участием иностранного капитала. На основе кластерного анализа интегральных коэффициентов уровня и динамики инвестиционных показателей выявлено территориальное неравенство муниципальных образований региона, которые разделены на четыре кластера: муниципалитеты с высоким, средним, низким и очень низким потенциалами. Дана их краткая характеристика. Определены инвестиционные возможности муниципалитетов каждого кластера в рамках принятых федеральных законов «О территориях опережающего социально-экономического развития в Российской Федерации» и «О свободном порте Владивосток».

**Ключевые слова:** инвестиционные возможности, инвестиционный потенциал, муниципальное образование, Приморский край

## ANALYSIS OF INVESTMENT OPPORTUNITIES IN THE REGION: MUNICIPAL LEVEL

**Surzhikov V.I.**

*Federal state budgetary educational institution of higher education «Vladivostok State University of Economics and Service», Vladivostok, e-mail: Viktor.Surzhikov@vvsu.ru*

The paper analyzes the absolute and relative indicators of foreign investment dynamics in 2009–2013 and the structure of foreign investments by type. The main investor countries and their economic activities in Primorsky Region have also been singled out. To measure the regional differentiation, the author uses the three indicators available in the municipal statistical base: the volume of investment, the volume of investment per capita, and the number of businesses with the participation of foreign capital. Cluster analysis of the integral figures of the level and dynamics of investment indicators made it possible to reveal the territorial inequality of the Region's municipalities which were divided into four clusters: municipalities with high, medium, low, and very low potential. The author gives an outline of the municipalities and determines the investment potential of the municipalities belonging to each cluster in the light of the laws «On territories of advanced social and economic development in the Russian Federation» and «On the free port of Vladivostok».

**Keywords:** investment opportunities, investment potential, municipality, Primorsky Region of Russia

Инвестиционная привлекательность Приморского края за период с 2008 по 2013 г. значительно выросла. На сегодняшний день край находится на 20-м месте среди 83 субъектов РФ в рейтинге инвестиционного потенциала российских регионов и на втором в этом же рейтинге после Республики Саха (Якутия) среди субъектов Дальнего Востока [2].

К тому же успешность привлечения иностранного капитала подтверждает второе место, которое Приморье занимает в Дальневосточном федеральном округе после Сахалинской области по объёму поступивших иностранных инвестиций. Основными странами-инвесторами традиционно являются КНР, Республика Корея, Япония. С 2012 г. значительно увеличила объём инвестиций в экономику края Германия (табл. 1).

Динамика иностранных инвестиций по видам экономической деятельности в пери-

од с 2008 по 2013 г. свидетельствует о том, что инвестиционная привлекательность края носит сырьевую направленность.

Так средства из Японии направлены преимущественно на лесозаготовки, обрабатывающие производства, транспорт и связь, торговлю. Инвестиции из Республики Корея поступают в обрабатывающие производства, рыболовство и торговлю. Китайский капитал идёт в обрабатывающие производства, добычу полезных ископаемых, а также в сельское и лесное хозяйство [4]. Только Германия инвестирует в сферу финансовых услуг. Увеличение притока иностранного капитала в данные виды деятельности обусловлено значительным числом реализуемых инвестиционных проектов, привлекающих иностранных инвесторов.

Однако относительно благоприятная ситуация на региональном уровне омрачается при рассмотрении на уровне муниципа-

литетов. Для оценки внутрирегиональной дифференциации нами были использованы три показателя, доступные в муниципальной статистике: объём иностранных инвестиций, объём иностранных инвестиций на душу населения и число предприятий с участием иностранного капитала. По каждому из этих показателей за 2008–2013 гг. рассчитывались статистические величины, применяемые в вариационном анализе: среднее значение, размах вариации, стандартное отклонение, коэффициент размаха вариации, коэффициент вариации (табл. 2).

Комплексный анализ территориально-географического неравенства инвестиционного развития Приморского края на основе кластеризации интегральных коэффициентов уровня и динамики инвестиционных показателей (УИР, ДИР) по 32 муниципальным образованиям, позволил представить его как регион, в типологическом отношении состоящий из 4-х кластеров: с высоким, средним, низким и очень низким потенциалами (табл. 3).

**Кластер 1** является монокластером. Он представлен Владивостокским городским округом, обладающим высоким инвестиционным потенциалом. Его очень высокие интегральные коэффициенты уровня и ди-

намики инвестиционного развития (УИР – 1,38, ДИР – 1,59) вполне очевидны. Данные за период с 2008 по 2013 г. свидетельствуют о том, что 87% иностранных инвестиций от общекраевых приходится на данный муниципалитет (рисунок).

Также на территории Владивостокского ГО находится 49% всех предприятий с участием иностранного капитала. В реестре инвестиционных проектов на городской округ приходится наибольшее число среди всех муниципалитетов края, это проекты в области рыбохозяйственной отрасли, развития туристской индустрии и транспортно-логистической отрасли [5].

В 2014 г. в границах округа создаются территория опережающего социально-экономического развития (ТОСЭР) «Остров Русский» и особая экономическая зона промышленно-производственного типа. С 2015 г. территория округа отнесена к свободному порту Владивосток [6].

В **кластер 2** объединены Уссурийский, Находкинский и Артемовский городские округа, Тернейский и Михайловский муниципальные районы. Они характеризуются средним значением инвестиционного потенциала (УИР – 1,05, ДИР – 1,02).

Таблица 1

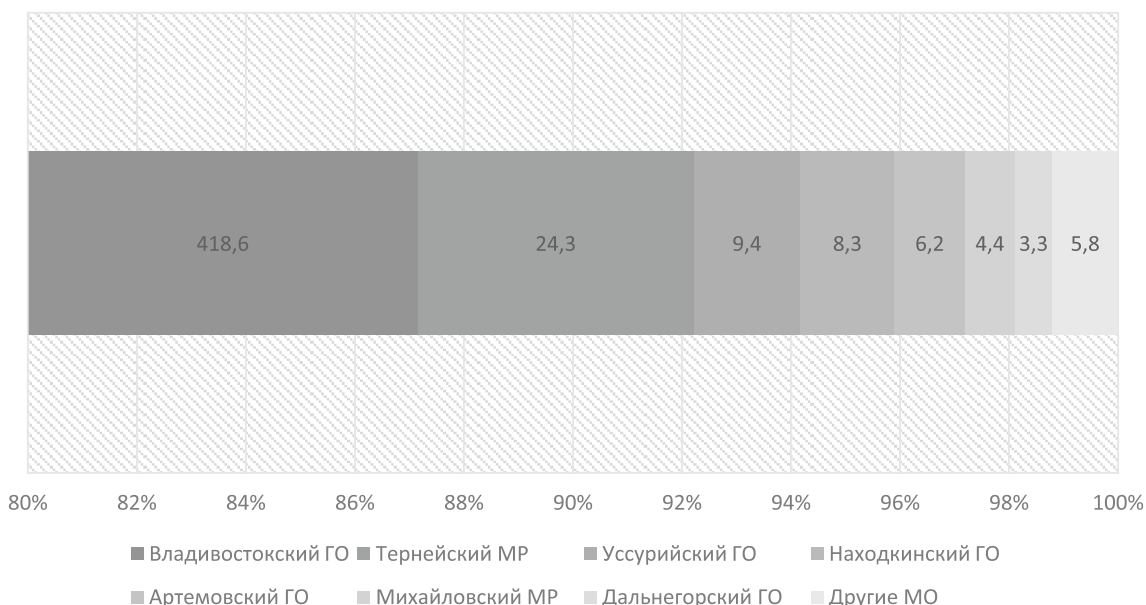
Динамика иностранных инвестиций в экономику Приморского края, млн долларов США

Страны-инвесторы	2009	2010	2011	2012	2013
Инвестиции – всего	80,7	114,3	80,8	417,3	1712,7
В том числе:					
Виргинские острова	–	0,1	10,7	6,3	12,5
Германия	0,1	0,1	0,1	313,3	439,9
Кипр	5,3	48,1	14,5	5,9	12,8
Китай	14,7	16,7	33,7	14,8	31,4
Республика Корея	5,6	4,1	1,0	54,9	24,2
Япония	46,1	38,3	15,2	14,0	1171,7
Другие страны	8,9	6,9	5,6	8,1	20,2

Таблица 2

Показатели инвестиционной дифференциации муниципальных образований Приморского края за 2008–2013 годы [1, 4]

Наименование показателя		2008	2009	2010	2011	2012	2013
Объём иностранных инвестиций, млн долл. США	В среднем по муниципалитетам	3,3	2,5	3,6	2,5	12,9	53,5
	Коэффициент размаха вариации, раз	63	43	70	31	334	1631
	Коэффициент вариации, %	3,5	3,6	3,8	2,7	4,5	5,4
Объём иностранных инвестиций на душу населения, долл. США / 1 чел.	В среднем по муниципалитетам	47,5	100,2	97,2	47,2	89,2	163,9
	Коэффициент размаха вариации, раз	1057	3093	2879	991	1028	2606
	Коэффициент вариации, %	4,0	5,5	5,2	3,7	2,3	3,2
Число предприятий с участием иностранного капитала, ед.	В среднем по муниципалитетам	9,2	10,7	13,0	15,3	13,6	14,6
	Коэффициент размаха вариации, раз	125	155	211	239	216	238
	Коэффициент вариации, %	2,6	2,7	2,9	2,8	2,8	2,9



*Среднее многолетнее значение показателя иностранные инвестиции в разрезе муниципальных образований Приморского края за период с 2008 по 2013 г., млн долл. США*

**Таблица 3**

Типы кластеров муниципальных образований Приморского края и их средние значения интегральных коэффициентов инвестиционного развития, 2008–2013 гг.

	Муниципальное образование	УИР	ДИР	Тип (профиль) кластера
Кластер 1	ГО: Владивостокский	1,38	1,59	Высокий потенциал
Кластер 2	ГО: Артёмовский, Находкинский, Уссурийский. МР: Михайловский, Тернейский	1,05	1,02	Средний потенциал
Кластер 3	ГО: Дальнегорский, Дальнереченский, Лесозаводский. МР: Анучинский, Хорольский	1,00	1,01	Низкий потенциал
Кластер 4	ГО: Арсеньевский, Партизанский, Спасск-Дальний. МР: Дальнереченский, Кавалеровский, Кировский, Красноармейский, Лазовский, Надеждинский, Октябрьский, Ольгинский, Партизанский, Пограничный, Пожарский, Спасский, Ханкайский, Хасанский, Черниговский, Чугуевский, Шкотовский, Яковлевский	0,97	1,00	Очень низкий потенциал

На территории Находкинского и Уссурийского городских округов сосредоточено по 12% предприятий с участием иностранного капитала, в остальных муниципалитетах кластера данный показатель не превышает 3%. Наивысший показатель объёма иностранных инвестиций на душу населения (1858 долл. США) в крае характерен

для Тернейского муниципального района, в котором на протяжении десяти лет успешно работают японские инвесторы.

Михайловский муниципальный район вошёл в состав ТОСЭР «Михайловский» со специализацией на животноводстве, растениеводстве, глубокой переработке и хранении сельскохозяйственной продукции [7].

В проекты в области сельского хозяйства района активно инвестируют корейские предприниматели.

Артёмовский, Находкинский и Уссурийский городские округа вошли в состав свободного порта Владивосток, что будет способствовать привлечению иностранных инвестиций. На данные муниципальные образования приходится 37 инвестиционных проектов в области туризма, сельского хозяйства и транспорта. Намерения финансировать проекты выразили китайские, корейские и японские инвесторы.

**Кластер 3** образуют три городских округа (Дальнегорский, Дальнереченский, Лесозаводский) и два муниципальных районах (Анучинский, Хорольский) (УИР – 1,00, ДИР – 1,01). Дальнереченский и Лесозаводский городские округа специализируются на лесопереработке. Инвестируют деятельность лесоперерабатывающих предприятий китайские предприниматели. Анучинский и Хорольский районы имеют сельскохозяйственную специализацию. Здесь также работают предприниматели из Поднебесной.

**В кластер 4** вошли остальные 26 муниципалитетов, которые имеют очень низкий инвестиционный потенциал. Значения интегральных коэффициентов уровня и динамики инвестиционного развития составляют 0,97 и 1,00 соответственно. Объём инвестиций в ряде административных единиц кластера равен нулю. Среднее количество предприятий с участием иностранного капитала – четыре.

Спасский и Черниговский районы вошли в состав ТОСЭР «Михайловский», Надеждинский район – в ТОСЭР «Надеждинская», Партизанский район – в ТОСЭР «Нефтехимический», ещё восемь муниципалитетов – в свободный порт Владивосток.

Сложившиеся обстоятельства могут повлиять на приток иностранного капитала в предложенные проекты (в сферах лесной промышленности, рыболовства, сельского хозяйства) на базе муниципальных образований четвёртого кластера. Интерес к структурным вложениям в перечисленные выше отрасли хозяйства проявляют инвесторы из Южной Кореи и Японии. Они предлагают технологические решения по глубокой переработке сырья в продукцию с высокой добавленной стоимостью и привлекательные условия финансирования.

Принятые федеральные законы «О территориях опережающего социально-экономического развития в Российской Федерации» и «О свободном порте Владивосток» привнесли в инвестиционную политику края серьёзные новации: свободная тамо-

женная зона, радикальные льготы по федеральным налогам. Территория свободного порта объединяет 15 муниципалитетов, резидентам обещаны бесплатная инфраструктура, ускоренный возврат НДС, льгота по налогу на прибыль – 0% в федеральный бюджет и не более 5% в региональный в первые пять лет, освобождение от уплаты налога на имущество организаций и на землю, снижение взносов во внебюджетные фонды с 30 до 7,6%. Безвизовый въезд на восемь дней.

Преференции для резидентов ТОСЭР: преференции в отношении налогов, пониженные тарифы страховых взносов, льготные арендные ставки для резидентов, сокращённое время проведения контрольных проверок, приоритетное подключение резидентов к объектам инфраструктуры, режим свободной таможенной зоны для резидентов, разрешение на привлечение иностранных работников выдаётся без учёта квот, сокращены сроки получения разрешительной документации для объектов капитального строительства и т.д.

Все преференции для инвесторов носят финансовый и налоговый характер. Основным же препятствием для предпринимателей выступают бюрократические препоны. Поэтому целесообразно сделать акцент на организационных преимуществах порта по примеру СЭЗ Китайской Народной Республики, где резиденты получают преимущества за счёт простоты операций на территории зоны.

Неготовность Владивостокской агломерации к росту грузопотока через действующие порты, что несомненно приведёт к перегруженности транспортной сети. Возможно видится вынос основной доли возрастающих грузопотоков за пределы Владивостока в другие порты, строительство нового глубоководного порта в пределах агломерации и закрепление приоритетных функций за отдельными портами.

Режим свободной таможенной зоны (который в аналогичных зонах по всему миру выступает сутью свободного порта) распространяется только на часть территории СПВ (морские порты, часть аэропорта и часть территории, прилегающей к пункту пропуска через госграницу). Остальная часть «свободного порта» подпадает под действие законов о свободной экономической зоне (СЭЗ) и территории опережающего социально-экономического развития. Это не делает её инвестиционно привлекательной на фоне других китайских СЭЗ.

Очень остро стоит управленческая проблема. Следует уделить особое внимание механизмам распределения полномочий

между органами местного самоуправления и Управляющей компанией свободного порта Владивосток, в частности в вопросах передачи в распоряжение земельных участков, зданий и объектов инфраструктуры во избежание конфликтных ситуаций.

Также следует устанавливать стандарты и регламенты стран – инвесторов проектов, в особенности для транзитных грузов. В. Иноземцев по этому поводу отмечает, что «если китайские грузы будут перевозиться на китайском транспорте в порт и грузиться на китайские или японские суда, то не стоит требовать от погрузочного оборудования соответствия российским техническим регламентам» [3].

Таким образом, муниципалитеты первого и второго кластеров в сложившихся условиях имеют более значительные инвестиционные возможности. В то же время все муниципальные образования третьего и часть четвертого кластеров имеют более скромные возможности в сфере инвестирования. Лишь десять административно-хозяйственных единиц четвертого кластера отличаются отсутствием каких-либо инвестиционных возможностей.

#### Список литературы

1. Деятельность организаций с участием иностранного капитала в Приморском крае: Сборник с аналитической запиской / Приморскстат, 2014. – 34 с.
2. Инвестиционный потенциал российских регионов в 2013 году [Электронный ресурс] // Официальный сайт рейтингового агентства «Эксперт». – Режим доступа: <http://www.raexpert.ru/>.
3. Иноземцев В. Зачем делать Владивосток свободным портом? [Электронный ресурс] / В. Иноземцев // Официальный сайт газеты «Ведомости». – Режим доступа: <http://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2015/05/07/zachem-delat-vladivostok-svobodnim-portom>.
4. Об иностранных инвестициях в экономику Приморского края. 2014: аналитическая записка / Приморскстат. – 2014. – 28 с.
5. Реестр инвестиционных проектов [Электронный ресурс] // Инвестиционный портал Приморского края. – Режим доступа: [http://invest.primorsky.ru/investicionnyj\\_klimat/reestr\\_investicionnyh\\_proektov/?lang=ru-ru](http://invest.primorsky.ru/investicionnyj_klimat/reestr_investicionnyh_proektov/?lang=ru-ru).
6. Федеральный закон «О свободном порте Владивосток» от 13.07.2015 N 212-ФЗ (действующая редакция, 2016) [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании «КонсультантПлюс». – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_182596/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182596/).
7. Федеральный закон «О территориях опережающего социально-экономического развития в Российской Федерации» от 29.12.2014 N 473-ФЗ (действующая редакция, 2016) // Официальный сайт компании «КонсультантПлюс». – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_172962/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_172962/).

#### References

1. Dejatel'nost organizacij s uchastiem inostrannogo kapitala v Primorskom krae: Sbornik s analiticheskoj zapiskoj / Primorskstat, 2014. 34 p.
2. Investicionnyj potencial rossijskih regionov v 2013 godu [Jelektronnyj resurs] // Oficialnyj sajt rejtingovogo agentstva «Jekspert». Rezhim dostupa: <http://www.raexpert.ru/>.
3. Inozemcev V. Zachem delat Vladivostok svobodnym portom? [Jelektronnyj resurs] / V. Inozemcev // Oficialnyj sajt gazety «Vedomosti». Rezhim dostupa: <http://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2015/05/07/zachem-delat-vladivostok-svobodnim-portom>.
4. Ob inostrannyh investicijah v jekonomiku Primorskogo kraja. 2014: analiticheskaja zapiska / Primorskstat. 2014. 28 s.
5. Reestr investicionnyh proektov [Jelektronnyj resurs] // Investicionnyj portal Primorskogo kraja. Rezhim dostupa: [http://invest.primorsky.ru/investicionnyj\\_klimat/reestr\\_investicionnyh\\_proektov/?lang=ru-ru](http://invest.primorsky.ru/investicionnyj_klimat/reestr_investicionnyh_proektov/?lang=ru-ru).
6. Federalnyj zakon «O svobodnom porte Vladivostok» ot 13.07.2015 N 212-FZ (dejstvujushhaja redakcija, 2016) [Jelektronnyj resurs] // Oficialnyj sajt kompanii «KonsultantPljus». Rezhim dostupa: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_182596/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182596/).
7. Federalnyj zakon «O territorijah operezhajushhego socialno-jekonomicheskogo razvitija v Rossijskoj Federacii» ot 29.12.2014 N 473-FZ (dejstvujushhaja redakcija, 2016) // Oficialnyj sajt kompanii «KonsultantPljus». Rezhim dostupa: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_172962/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_172962/).

УДК 332.055

## АСИММЕТРИЯ РОССИЙСКОЙ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ В КОНТЕКСТЕ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ

Титов В.А., Тихомирова Е.И.

ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», Москва,  
e-mail: vtitov213@yandex.ru, ei-t@yandex.ru

В условиях рыночной нестабильности высокая степень дифференциации российских регионов обуславливает их различный вклад в решение общей задачи построения информационного общества в Российской Федерации на основе новой экономики, экономики знаний. В статье рассмотрены предпосылки развития информационного общества, как на международном уровне, так и на уровне национальной и региональной экономик. Обоснована актуальность задачи определения степени асимметрии процессов формирования информационного общества в рамках Российской Федерации как целостной территориальной системы. Детализация исследования осуществлялась с учетом основных компонент становления и развития информационного общества. В качестве базового метода использовался метод непараметрической оценки межрегиональных различий, позволяющий определять смещенность центра тяжести территориальной системы по заданным параметрам. В статье описаны результаты исследования степени асимметрии территориальной системы страны с помощью метода непараметрической оценки межрегиональных различий. Полученные выводы позволяют выявить проблемные области развития информационной экономики на региональном уровне.

**Ключевые слова:** информационная экономика, региональная система, степень асимметрии, непараметрическая оценка межрегиональных различий

## THE ASYMMETRY OF THE RUSSIAN TERRITORIAL SYSTEM IN THE CONTEXT OF THE DEVELOPMENT OF THE INFORMATION ECONOMY

Titov V.A., Tikhomirova E.I.

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, e-mail: vtitov213@yandex.ru, ei-t@yandex.ru

Under the unstable market conditions, high level of differentiation between the Russian regions determines different level of contribution to the task of information society development in the Russian Federation, based on the new economy, economy of knowledge. In the article prerequisites of development of information society, both on the national, regional and international levels, are considered. Relevance of an issue of determining the degree of asymmetry of processes of information society formation between the Russian Federation regions as complete territorial system is proved. Specification of the research was executed with regard for such components of formation and development of information society as the level of development of IT infrastructure, extent of use of IT in business, medicine, culture, education and management. As a basic method the method of nonparametric assessment of interregional distinctions was used, which allowed to determine shift of the center of gravity of territorial system in accordance with the set of parameters. This article contains the results of the asymmetry within the country territorial system with the help of the method of nonparametric assessment of interregional differences. Results obtained make it possible to determine problem areas of information economy development on the regional level.

**Keywords:** information economy, regional system, the degree of asymmetry, nonparametric estimation of regional disparities

На протяжении четверти века информационная отрасль экономики определяется как наиболее растущая. На современном этапе практически уже во все сферы деятельности внедрены ИКТ-технологии как эффективный инструмент информационной поддержки для более устойчивого их развития. Первый этап по формированию зрелой ИКТ-инфраструктуры подходит к своему завершению. Свидетельством тому служит интенсивное использование сетевых компьютерных технологий населением в быту, образовании, здравоохранении, бизнесе, государственных структурах и т.д. [6]. Однако процессы становления и развития информационной экономики в российских регионах неоднородны и значительно различаются по интенсивности и скорости. Рассматри-

вая Россию как целостную территориальную систему, подчеркнем возможность возникновения рисков повышения степени социально-экономической напряженности из-за увеличения цифрового разрыва на региональном уровне. В связи с этим важно осуществлять мониторинг смещения центра тяжести российской территориальной системы относительно своего наилучшего или наихудшего состояния с целью оперативного принятия мер по относительно выравниванию характеристик ее элементов (субъектов федерации).

Цель исследования – выявить степень асимметрии российской территориальной системы по уровню развития информационного общества, определить проблемные регионы, для которых процессы развития

информационной экономики должны протекать более интенсивно с целью достижения относительного цифрового равенства.

### **Предпосылки развития информационного общества в России**

Начало тысячелетия ознаменовалось принятием решения об инициализации процесса построения информационного общества в рамках всего международного сообщества (World Summit on the Information Society – WSIS). В итоге работы саммита был создан план действий, нацеленный на преодоление межстранового разрыва в цифровых технологиях. Важнейшими задачами в нем были определены: обеспечение свободного доступа к информации и знаниям; развитие информационной и коммуникационной инфраструктуры (организация публичного доступа к ИКТ в школах, библиотеках, на почте и других общественных пунктах) в удаленных от центров районах, находящихся в неблагоприятных природно-климатических условиях; обеспечение безопасности в использовании информационно-коммуникационных технологий; разработка проектов «Электронное правительство», «Электронное обучение», «Электронное здоровье», «Электронная занятость», «Электронное сельское хозяйство» и других, реализация которых может служить эффективным способом обеспечения населения универсальным доступом к инфраструктуре и услугам информационного общества.

В соответствии с мировыми тенденциями в России со стороны правительственных органов управления большое внимание уделяется процессам становления и развития информационного общества. Так, в рамках государственной инновационной политики разработана стратегия формирования информационного общества в России, законодательно закреплённая в таких важнейших документах, как «Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года», «Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации», «Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года», «Стратегия развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014–2020 годы и на перспективу до 2025 года» (2013 г.), а также других нормативно-правовых федеральных и региональных правительственных актов.

В результате реализации инновационных стратегических программ планировалось: создание инфраструктуры электронного правительства, обеспечивающей

доступ к информации о деятельности и услугам органов государственной власти в электронном виде; межведомственное электронное взаимодействие и единый государственный контроль результативности деятельности органов государственной власти; уменьшение административной нагрузки на граждан и организации, связанной с представлением в органы государственной власти необходимой информации; сокращение издержек на организацию административно-управленческих процессов в органах государственной власти, а также обеспечение формирования единого информационного пространства страны за счет развития национальной информационной и телекоммуникационной инфраструктуры для государственных нужд и подключения к ней органов государственной власти на всей территории Российской Федерации.

В рамках реализации последующих этапов были определены задачи по достижению высокого уровня развития информационных технологий, систематическому обучению и переобучению граждан с целью повышения их ИТ-грамотности, повышению доступности для населения электронных государственных услуг, реализации идеи безбумажного взаимодействия бизнеса и органов государственной власти. В итоге всей этой большой работы у населения и бизнеса должны быть выработаны навыки использования информационных технологий в повседневной жизни. Именно такой подход к ИТ-грамотности может рассматриваться как необходимое условие для создания информационного общества.

В качестве конечной цели реализации указанных программ обозначено повышение уровня и качества жизни российского населения.

Несмотря на значительные усилия, прикладываемые всем мировым сообществом, существует еще множество нерешенных задач в сфере формирования и развития зрелого цифрового общества [1–4].

Следует отметить, что развитие информационного общества в регионах Российской Федерации имеет высокий уровень дифференциации [8]. В связи с этим исследование степени цифрового разрыва на региональном уровне, а также асимметрия процессов формирования информационного общества в рамках Российской Федерации как целостной территориальной системы является весьма актуальным.

### **Задачи, методы их решения и информационная база исследования**

Рассматривая Россию как целостную территориальную систему, отметим, что,

с одной стороны, для инновационного ее развития необходимы точки роста, стимулирующие процессы качественных переходов экономики на новый уровень. С другой стороны, для поддержания целостности системы, нивелирования рисков ее разрушения, необходимо осуществлять постоянный мониторинг степени асимметрии системы по ключевым показателям с целью оперативного управления процессами. В связи с этим в качестве основной задачи исследования рассматривалась задача количественного оценивания степени асимметрии Российской Федерации как территориальной системы по уровню развития основных компонент, входящих в состав процессов становления и развития информационной экономики на региональном уровне.

Комплексный анализ и надежный прогноз показателей развития информационного общества региона основывается на взаимосвязанной системе статистических показателей, позволяющей получить полное представление об их роли в региональной экономике, тенденциях развития [5]. Для решения этой задачи использовалась система статистических показателей для исследования регионального развития информационного общества, укрупненно представленная следующими группами характеристик: ИКТ-инфраструктура, ИКТ в бизнесе, ИКТ в медицине, ИКТ в культуре, ИКТ в образовании, ИКТ в государственном и муниципальном управлении.

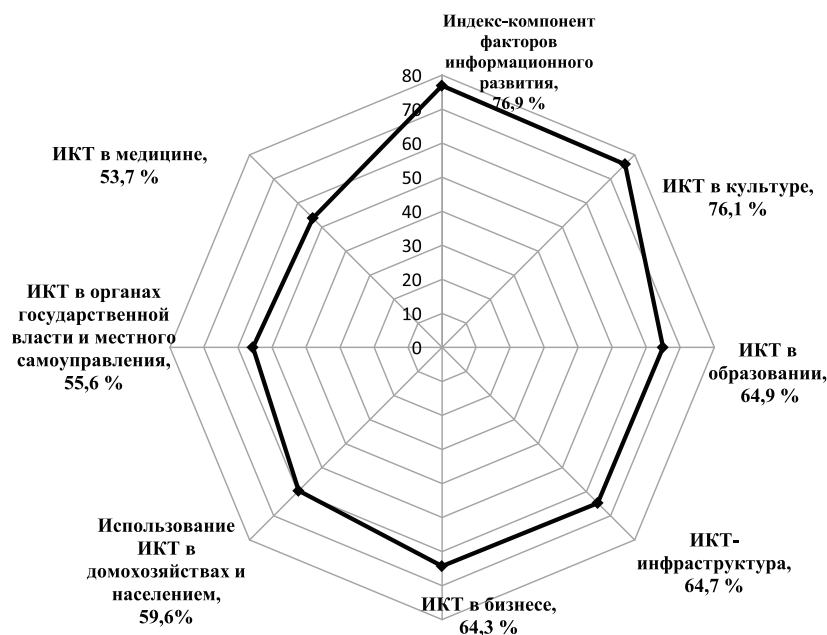
Методика получения количественной оценки степени асимметрии региональной системы по уровню развития информационного общества представляет собой совокупность следующих этапов:

1. Постановка цели исследования.
2. Разработка системы показателей.
3. Формирование информационной базы исследования.
4. Расчет частных нормированных оценок одним из методов многомерного сравнительного анализа [7].
5. Определение интегральных оценок территорий в рамках каждого блока индикаторов, а также интегральной оценки, характеризующей уровень информационного развития региона в целом.
6. Выявление принадлежности территории к определенной группе по критериям уровня информационного развития региона.
7. Определение непараметрической оценки межрегиональных различий [7].
8. Экономическая интерпретация полученных результатов, выводы.

Для построения определения частных оценок регионов по уровню развития информационного общества использовался метод относительных разностей, согласно которому значения показателей нормируются следующим образом:

а) для прямых показателей:

$$R_i = \frac{(X_i - X_{\min})}{(X_{\max} - X_{\min})}, \quad (1)$$



*Непараметрические оценки межрегиональных различий российской территориальной системы*



б) для обратных показателей:

$$R_i = 1 - \frac{(X_i - X_{\min})}{(X_{\max} - X_{\min})}, \quad (2)$$

где  $R_i$  – нормированное значение показателя;  
 $X_i$  – текущее значение показателя;  
 $X_{\min}$  – минимальное значение показателя;  
 $X_{\max}$  – максимальное значение показателя.

На основе частных оценок был произведен расчет интегральных оценок, обобщенно характеризующих исследуемые процессы. По полученным интегральным оценкам осуществлена группировка территорий по степени их готовности к цифровому обществу.

На основе обобщения данных о структурном составе региональной системы была определена количественная оценка степени асимметрии системы методом расчета непараметрической оценки межрегиональных различий с учетом покомпонентного строения системы показателей.

Высокая степень дифференциации территорий обуславливает их различный вклад в решение общей задачи повышения конкурентоспособности страны за счет интенсивного развития национального сектора информационной экономики. Распределение же субъектов федерации в зависимости от уровней полученных интегральных оценок в рамках различных компонент готовности к информационному обществу позволяет представить территорию с какой-либо определенной ее стороны. Однако часто бывает необходимо получить общую характеристику, отражающую степень асимметрии Российской Федерации как территориальной системы, обусловленную различными уровнями цифровой экономики и социально-экономического роста регионов в ее составе. В работе в качестве такой характеристики используется непараметрическая оценка межрегиональных различий, позволяющая определить меру отличий фактического уровня развития информационной экономики регионов от наилучшего, рассчитываемого по формуле [7]

$$R = \frac{W_{\text{факт}} - W_{\text{наилуч}}}{W_{\text{наихуд}} - W_{\text{наилуч}}}, \quad (3)$$

где  $W_{\text{наилуч}}$  – оценка, соответствующая максимально высокому уровню цифровой экономики территорий в рамках существующих условий:

$$W_{\text{наилуч}} = m \times N, \quad (4)$$

где  $m$  – количество группировочных признаков;  
 $N$  – количество регионов;

$W_{\text{наихуд}}$  – оценка, соответствующая наихудшему, самому низкому уровню информационного развития территорий в рамках существующих условий:

$$W_{\text{наихуд}} = \sum_{i=1}^m g_i \cdot N, \quad (5)$$

где  $g_i$  – количество групп при  $i$ -м группировочном признаке.

Фактическая оценка состояния уровня информационного развития всей территориальной системы равна

$$W_{\text{факт}} = \sum_{l=1}^L \sum_{k=1}^K Q_{lk} \cdot p_{lk}, \quad (6)$$

где  $Q_{lk}$  – сумма координат в каждой ячейке таблицы;

$p_{lk}$  – число регионов, принадлежность к группам у которых соответствует ячейке с координатами  $(l, k)$ .

В соответствии с разработанной классификацией по значению полученной оценки дается интерпретация ситуации в стране, обусловленная уровнями информационного развития территорий в ее составе.

#### **Количественное оценивание степени асимметрии российской региональной системы по уровню развития цифрового общества территорий в ее составе**

В ходе исследования была поставлена задача определения центра тяжести российской территориальной системы по таким составляющим развития цифрового общества, как уровень факторов информационного развития регионов, уровень использования ИКТ в органах государственной власти и местного самоуправления, в домохозяйствах и населением, в медицине, бизнесе, культуре, образовании, уровень развития ИКТ-инфраструктуры. Все эти компоненты рассматривались во взаимосвязи с уровнем развития человеческого капитала.

Расчет непараметрической оценки межрегиональных различий осуществлялся по формуле (3). Фактическая оценка состояния уровня информационного развития российской территориальной системы определялась как произведение суммы координат, в составе которой одним из слагаемых являлась координата оси «Уровень развития человеческого капитала», а другим – координата соответствующая определенной составляющей в исследуемой системе факторов и результатов уровня развития цифрового общества. В итоге были получены оценки, позволяющие количественно определить степень асимметрии, степень смещения центра тяжести от срединного положения России как целостной территориальной системы по рассматриваемым критериям. Графическая иллюстрация представлена на рисунке.

Анализируя полученные результаты, отметим, что в наибольшей степени смещение центра тяжести наблюдается в плоскости фак-

торов информационного развития в целом. Значение оценки меры относительных различий равно 76,9%. Это означает, что фактическое состояние региональной системы находится на расстоянии 23,1 п.п. от наихудшего положения. Подобный результат был получен в рамках исследования уровня развития применения ИКТ в культуре, образовании, бизнесе, а также по фактору уровня развития ИКТ-инфраструктуры в регионе (23,9 п.п., 35,1 п.п., 35,7 п.п., 35,3 п.п. соответственно).

Практически срединное положение занимает центр тяжести региональной системы России по такому показателю, как уровень применения ИКТ в медицине. Здесь непараметрическая оценка межрегиональных различий равна 53,7%. Это означает, что большинство территорий по рассматриваемому критерию находятся от наилучшего и наихудшего результата примерно на одинаковом расстоянии.

### Выводы

Фактическая оценка степени асимметрии Российской Федерации как целостной территориальной системы, обусловленная интенсивностью применения ИКТ во всех сферах экономики регионов в ее составе, отражает смещение центра тяжести к наихудшему результату. Это свидетельствует о значительном разрыве в значениях количественно-качественных характеристик исследуемых процессов, с одной стороны, а с другой, что «наработанный» ИКТ-потенциал имеет пока точечное действие, не распространен на всей территории России. Наиболее проблемными, с точки зрения оценки ИКТ-потенциала, являются старопромышленные регионы и южные республики. Это позволяет утверждать, что система в целом не может перейти на новый качественный уровень, пока не повысится степень интенсивности ИКТ-развития большинства элементов в ее составе. Согласно полученной оценке меры относительных различий по сравнению с наилучшим результатом центр тяжести российской территориальной системы значительно смещен к худшему результату и находится на расстоянии всего 24 п.п. Такое положение характерно для общей оценки развития цифрового общества в регионах России, а также для компоненты, отражающей использование информационно-коммуникационных технологий в «культуре». Таким образом, можно обозначить направление концентрации усилий исходя из значений полученных оценок межрегиональных различий. Принимая в качестве основной (на данном этапе развития системы) задачу по выравниванию региональных уровней, можем сделать

вывод о необходимости усиления внимания со стороны бизнеса и государства к таким процессам, как повышение интенсивности использования ИКТ в культуре, образовании и бизнесе.

### Список литературы

1. Банасиковска Я. Концепция и ожидаемые экономические выгоды полной реализации Е-администрации в Польше / Я. Банасиковска, Е.И. Тихомирова // Информационные системы и технологии. – 2012. – № 03 (71). – С. 59–64.
2. Банасиковска Я. Концепция системы е-Администрации в Силезском воеводстве в Польше и ее реализация / Я. Банасиковска, Е.И. Тихомирова // Вестник НГУ. Сер. Информационные технологии. – 2012. – Том 10, Вып. 3. – С. 127–133.
3. Банасиковска Я. Анализ электронных государственных услуг для физических лиц в Польской республике, не решаемых полностью онлайн / Я. Банасиковска, Е.И. Тихомирова // Вестник НГУЭУ. – Новосибирск, 2014. – № 1. – С. 282–291.
4. Свечникова Н.Ю. Статистическая оценка конкурентоспособности регионов Российской Федерации по степени готовности к информационному обществу / Н.Ю. Свечникова, Е.И. Тихомирова // Вопросы статистики. – 2012. – № 05. – С. 38–47.
5. Титов В.А. Динамика структуры затратных показателей российской инновационной системы: методика статистического анализа // Инновации и инвестиции. – 2011. – № 1. – С. 22–26.
6. Титов В.А., Неделькин А.А. Использование гипертекстовых технологий в образовательном процессе // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2014. – Т. 186. – С. 582–587.
7. Тихомирова Е.И. Статистическая оценка конкурентоспособности регионов Российской Федерации: методологическое и информационное обеспечение: монография / Е.И. Тихомирова. – Самара: Самар. гос. экон. ун-т, 2009. – 396 с.
8. Чаплыгин С.И. Количественная оценка «цифрового разрыва» российских регионов / С.И. Чаплыгин, Е.И. Тихомирова // Методы количественных исследований процессов модернизации экономики и социальной сферы России: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 105-летию РЭУ им. Г.В. Плеханова. 15–16 марта 2012 г. – М.: Изд-во РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2012. – С. 201–204.

### References

1. Banasikovska Ja. Konceptija i ozhidaemye jekonomicheskie vygody polnoj realizacii E-administracii v Polsce / Ja. Banasikovska, E.I. Tihomirova // Informacionnyye sistemy i tehnologii. 2012. no. 03 (71). pp. 59–64.
2. Banasikovska Ja. Konceptija sistemy e-Administracii v Silezskom voevodstve v Polsce i ee realizacija / Ja. Banasikovska, E.I. Tihomirova // Vestnik NGU. Ser. Informacionnyye tehnologii. 2012. Tom 10, Vyp. 3. pp. 127–133.
3. Banasikovska Ja. Analiz jelektronnyh gosudarstvennyh uslug dlja fizicheskih lic v Polskoj respublike, ne reshaemyh polnostju onlajn / Ja. Banasikovska, E.I. Tihomirova // Vestnik NGUJeU. Novosibirsk, 2014. no. 1. pp. 282–291.
4. Svechnikova N.Ju. Statisticheskaja ocenka konkurentosposobnosti regionov Rossijskoj Federacii po stepeni gotovnosti k informacionnomu obshhestvu / N.Ju. Svechnikova, E.I. Tihomirova // Voprosy statistiki. 2012. no. 05. pp. 38–47.
5. Titov V.A. Dinamika struktury zatratnyh pokazatelej rossijskoj innovacionnoj sistemy: metodika statisticheskogo analiza // Innovacii i investicii. 2011. no. 1. pp. 22–26.
6. Titov V.A., Nedelkin A.A. Ispolzovanie gipertekstovyh tehnologij v obrazovatelnom processe // Nauchnye trudy Volnogo jekonomicheskogo obshhestva Rossii. 2014. T. 186. pp. 582–587.
7. Tihomirova E.I. Statisticheskaja ocenka konkurentosposobnosti regionov Rossijskoj Federacii: metodologicheskoe i informacionnoe obespechenie: monografija / E.I. Tihomirova. Samara: Samar. gos. jekon. un-t, 2009. 396 p.
8. Chaplygin S.I. Kolichestvennaja ocenka «cifrovogo razryva» rossijskih regionov / S.I. Chaplygin, E.I. Tihomirova // Metody kolichestvennyh issledovanij processov modernizacii jekonomiki i socialnoj sfery Rossii: materialy Mezhduнар. nauch.-prakt. konf., posvjashh. 105-letiju RJeU im. G.V. Plehanova. 15–16 marta 2012 g. M.: Izd-vo RJeU im. G.V. Plehanova, 2012. pp. 201–204.

УДК 332.1 (470.67)

## ПРОГРАММА СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЛЕЧЕБНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО ТУРИЗМА И ЕЁ РЕАЛИЗАЦИЯ В РЕСПУБЛИКЕ ДАГЕСТАН

**Умаханова А.Ш., Амирова М.М.**

*ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный университет», Махачкала, e-mail: aminati@mail.ru*

Формирование программы стратегического развития лечебно-оздоровительного туризма позволит региону более скрупулезно подойти к решению мелких и крупных накопившихся проблем в этой отрасли. Например, таких, как реализация эффективных в инвестиционной отдаче проектов в этой сфере и подбор оптимальной модели развития этого направления, индивидуальная разработка каждого блока программы развития, обеспечит повышение ответственности координации основных объектов лечебно-оздоровительного туризма и выделит из всей системы самые адаптированные к региональным особенностям объекты туризма. Необходимо создание в разрезе программы подготовки квалифицированных кадров и желание работать именно в регионе. Создание условий для реализации программы лечебно-оздоровительного туризма, есть самая сложная и непредсказуемая сторона программы, и в этой части есть варианты развития как безболезненно провести инсталляцию с наименьшими издержками и скорейшим положительным эффектом от её внедрения.

**Ключевые слова:** инвестиции, туризм, модель, варианты развития, инсталляция, разработка программы, эффективность, эффект, доход, прибыль, рентабельность, механизм, государственная поддержка

## STRATEGIC DEVELOPMENT PROGRAM OF MEDICAL TOURISM AND ITS IMPLEMENTATION IN THE REPUBLIC OF DAGESTAN

**Umakhanova A.Sh., Amirova M.M.**

*Dagestan State University, Makhachkala, e-mail: aminati@mail.ru*

Formation of strategic development medical tourism program will allow the region more meticulous approach to solving minor and major problems that have accumulated in the industry. For example such as the implementation of effective investment returns projects in this area and the selection of an optimal model of development in this direction, the individual development of each block of the program will enhance the responsibility of coordination of basic objects of medical tourism and highlight of the entire system the most adapted to the regional characteristics of tourism facilities. It is necessary to establish in the context of the program, training of qualified personnel and the desire to work in the region. Creation of conditions for realization of the program of medical and health tourism, is the most complex and unpredictable side of the program, and in this part there are options of how to safely carry out the installation with the least cost and the more positive the effect of its implementation.

**Keywords:** investment, tourism, model, options for the development, installation, program development, efficiency, effect, revenue, profit, profitability, the mechanism of state support

В настоящее время туризм на территории России оказывает влияние на развитие различных секторов экономики, выполняя ряд хозяйственно-экономических и социально-культурных функций, и сложился как полноценная отрасль народного хозяйства. Менее развитыми сегментами туристского рынка оказались въездной и внутренний туризм. В значительной степени это связано с недостаточно развитой туристской инфраструктурой и отсутствием единой долговременной стратегии развития отрасли в государственном масштабе и на уровне отдельных территориальных образований.

Статистика туристических потоков в большинстве регионов, в том числе и в Дагестане, показывает, что выездной туризм преобладает над въездным и внутренним. В то же время темпы роста внутреннего туризма опережают рост выездного: если в 2011 г. разница в темпах роста

равнялась 1%, то в 2012 г. она увеличилась до 3%. Причем внутренний турпоток в 2012 г. увеличился примерно на 10%. В общей сложности по итогам 2012 г. в России насчитывается порядка 33 млн внутренних туристов. Анализ туристских потоков в 2012 г. показал увеличение въезда иностранных туристов в страну на 10%, а выездной поток вырос на 6%. Увеличился спрос туристов на лечебно-оздоровительный туризм [6].

Лечебно-оздоровительный туризм, несмотря на небольшую долю в общемировом туристском потоке является одной из прибыльных отраслей туристического бизнеса. Следует отметить, что лечебно-оздоровительный туризм – это специфическое направление, имеющее только ему присущие особенности. Организация лечебно-оздоровительного туризма имеет длительные исторические традиции и является весьма перспективной.

Очевидным является то, что Россия, несмотря на свой высокий потенциал, занимает на сегодняшний день скромное место на мировом туристическом рынке. На ее долю приходится менее 3% мирового туристического потока [1]. Если доля туризма в ВВП большей части развитых государств составляет от 5 до 15%, а в некоторых странах она достигает 50%, то в современной России этот показатель равняется примерно 0,01%. Тем не менее этот крупный межотраслевой комплекс за последние годы интенсивно формируется и, следовательно, должен внести большой вклад в процесс вывода экономики России из кризиса [4].

Потенциал возможного развития туризма в России большой, и она по предварительным данным ВТО к 2020 г. войдет в первую десятку стран, как по приему, так и по выезду туристов.

Особенно актуальным становится вопрос развития региональной санаторно-курортной сети, деятельность которой направлена на лечение и профилактику многих заболеваний, так как в отдельных регионах фиксируется угрожающий уровень общей заболеваемости, превышающий иногда 80–90%.

Основной задачей санаторно-курортной территории является всестороннее удовлетворение медико-биологических, социальных и экономических потребностей человека и общества в целом [3]. Курортная территория включает в себя лечебно-оздоровительную и рекреационную среду, в которой человек получает полноценное лечение, серию оздоровительных процедур или отдыхает, а также может посетить культурно-массовые и спортивные учреждения.

Курортно-рекреационный потенциал, с одной стороны, является интегральным и единичным вариантом туристско-рекреационного потенциала территории, а с другой – представляет сложную совокупность природных, производственно-технических, социально-культурных и экономических факторов. В настоящее время рекреационная деятельность, представляющая собой организованную экономическую категорию – туризм, требует системной оценки ее рекреационной составляющей. Рекреационная деятельность является более широким в содержательном плане понятием и включает в себя как составляющие производственных процессов. Человек как биосоциальное существо выступает частью окружающей природы, и поэтому многочисленные физические факторы внешней среды используются человеком для поддержания своего здоровья, а целебные свойства минеральных вод, лечебных грязей, благоприятного климата при-

меняются в качестве оздоровления и избавления от ряда заболеваний.

Туризм предлагает широкие возможности для отдыха и лечения в разных странах на любых бальнеологических и грязевых курортах [2].

Объектом исследования выступает лечебно-оздоровительный туризм республики. Предметом исследования является разработка программы стратегического развития лечебно-оздоровительного туризма и её реализация в Республике Дагестан.

Целью исследования выступает разработка программы лечебно-оздоровительного туризма в Дагестане.

В ходе исследования были сформулированы основные задачи программы:

– сбор и анализ научной литературы по теме исследования;

– сравнительный анализ развития лечебно-оздоровительного туризма в России и за рубежом;

– исследование туристских ресурсов лечебно-оздоровительного туризма в республике;

– проведение анализа материально-технической базы санаториев и курортов, расположенных на территории республики Дагестан;

– разработка программы стратегического развития лечебно-оздоровительного туризма в регионе.

Оздоровительный туризм направлен на поправку здоровья и отдых. Он характеризуется большой продолжительностью путешествия, посещением меньшего количества городов и большой длительностью пребывания в одном месте [5]. Предполагается отдых наряду с проведением досуга.

По данным отчета, представленного Комитетом по туризму республики Дагестан, наблюдается начиная с 2012 года положительная динамика по развитию туризма в регионе в частности лечебно-оздоровительного. По данным отчета за 2012 год было оздоровлено около 240 тыс. человек, и их число растет.

В республике имеется около 9 лечебно-оздоровительных курортов. Рентабельность всей санаторно-курортной отрасли зависит от показателя годовой загрузки, которая на 2013 составила около 40%, а в 2014 году 50%. Созданные детские лечебно-оздоровительные лагеря имеют сезонную направленность и активно функционируют в период школьных каникул [7].

Если обратиться к анализу общего количества коллективных средств размещения, то можно отметить незначительный рост.

Основными причинами, сдерживающими развитие лечебно-оздоровительного туризма в регионе, следует назвать:

1. Отсутствие региональной программы по развитию курортного дела и лечебно-оздоровительного туризма.

2. Несовершенное природоохранное региональное законодательство в области учета и сохранения лечебно-оздоровительных местностей и курортов.

3. Слабая маркетинговая политика региона в продвижении и формировании конкурентных лечебно-оздоровительных услуг.

4. Слабое взаимодействие между учреждениями санаторно-курортного комплекса и органами местной власти, турбизнеса.

5. Высокая стоимость путевок санаторно-курортного лечения.

6. Отсутствие квалифицированного обслуживающего персонала.

Большое значение для эффективного развития лечебно-оздоровительного туризма играет квалифицированность персонала. В последние годы наблюдается тенденция снижения работающих в санаторно-курортных предприятиях обслуживающего персонала. Преимущество данной территории заключается в том, что ее современная природно-лечебная база представлена следующими группами курортологических факторов:

- минеральные воды, включающие три типа лечебно-минеральных вод бальнеологического (сульфидные, йодо-бромные, азотные) и питьевого назначения (Рычал-су);
- ландшафтные территории.

Высокогорный Дагестан менее развит, но здесь находятся следующие лечебно-оздоровительные учреждения: пансионат «Радде», «Ахты». Данная местность обладает следующими группами курортологических факторов:

- благоприятные биоклиматические природные параметры территории, способствующие развитию местного климатолечения;
- прекрасные ландшафтные территории.

Преобладающим профилем представленных лечебно-оздоровительных учреждений является лечение заболеваний пищеварительной системы, дыхательной системы, нервной системы и системы двигательного аппарата.

В целях создания программы стратегического развития лечебно-оздоровительного туризма в регионе необходимо сформировать основные принципиальные сегменты этой модели:

#### 1. Создание фирменного наименования.

Необходимо выбрать собственное фирменное наименование, прежде всего для использования в рекламных целях. Фирменное наименование должно быть оригинальным с тем, чтобы оно стало известным в надрегиональном масштабе. Должно быть широко известным, запоминающимся и давать представление о том, что в Дагестане

наряду с Дербентом и его древней крепости «Нарын-кала» есть еще много того, где можно отдохнуть и получить впечатления (природа, море и т.д.).

Создаваемое наименование должно, с одной стороны, иметь собственную значимость, вписываться в общую концепцию надрегиональной рекламы всего региона. Выбор фирменного наименования должен осуществляться очень осторожно, поскольку это очень долгосрочное решение.

#### 2. Маркетинговые мероприятия.

Проведение надрегионального маркетинга является задачей уровня субъекта федерации. Естественно Дагестан должен находиться в центре рекламной компании в качестве одной из важнейших туристических достопримечательностей среди субъектов Российской Федерации. Будет не эффективным и экономически оправданным, если Дагестан будет содержать собственное маркетинговое бюро в Санкт-Петербурге и проводить надрегиональный маркетинг на свой страх и риск.

Информация о лечебно-оздоровительных учреждениях должна содержаться во всех рекламных материалах. В качестве собственного рекламного материала достаточно небольшого простого рекламного буклета со схематической картой всей окружающей местности. Этот проспект должен быть разложен везде на территории региона – в гостиницах, центрах туристической информации и т.д., а также быть включенным в региональный туристический каталог.

Важной является подготовка комплексного туристического пакета для организаторов туров, который содержал бы, наряду с санаториями и курортами Дагестана, посещение и других достопримечательностей.

#### 3. Ориентирование туристов.

По пути к санаториям необходимо по всей главной дороге разместить указатели, это могут быть деревянные указатели, хорошо вписывающиеся в окружающую местность.

Уже при входе в санатории или курорты турист должен иметь представление обо всех предоставляемых услугах, для того чтобы турист мог составить свой временный план и т.д.

#### 4. Дополнительные туристические услуги и объекты.

Улучшение туристического предложения на территории санатория или курорта необходимо для привлечения туриста для последующего посещения. Необходимо проведение следующих мероприятий:

- создание детской площадки с аттракционами;
- предоставление лошадей для скачек, пони для детей и организация прогулок на повозках с лошадьми;

– организация промаркированных пешеходных маршрутов;

– и т.д.

Лечебно-оздоровительные учреждения Дагестана совместно с культурно-историческими, природными объектами могут занять центральное положение во всей региональной туристической программе, однако для создания комплексного туристического продукта необходима кооперация с другими фирмами, предлагающими туристические услуги.

5. *Продажа сувениров.* Сегодня можно с успехом предлагать и продавать сувениры. Идеальным сувениром могут быть изделия декоративно-прикладного искусства: глиняные изделия, изделия из металла, изделия из дерева.

6. *Экскурсии.*

Необходимо предлагать туристам экскурсии по посещению крепости «Нарынкала» или другие культурно-исторические объекты. Для иностранных граждан необходимо организовывать экскурсии на английском и других языках.

Экскурсоводы должны использовать возможности для одновременной рекламы различных туристических услуг: продажи сувениров, прогулки верхом, особых мероприятий и т.д.

7. *Культурные мероприятия.*

Туристы все в большей степени нуждаются не только в оздоровительных процедурах, но и в интересной развлекательной программе.

Особые мероприятия, такие как фестивали, спектакли, концерты и т.д., которые проводятся не раз в год, имеют массу преимуществ, например:

– они обеспечивают более высокую известность и улучшают имидж;

– сообщение об этих мероприятиях в прессе является хорошей и бесплатной рекламой;

– эффект синергии: приехав на отдых, турист обратит внимание и на весь пакет туристических услуг;

– увеличится поток туристов, которые принесут соответствующий доход.

Важно, чтобы речь шла не просто об идеальном мероприятии, а о целой серии кульминационных мероприятий. Должен быть издан и широко распространен простой складной проспект, содержащий программу мероприятий. Все дальше будет распространяться весть об этих интересных мероприятиях, и раз от раза будет привлекать все больше туристов. Сегодня туризм возглавляет список важнейших социально-экономических отраслей мировой экономики. Он становится стилем жизни миллионов людей на нашей планете.

В последнее десятилетие в мире наблюдается рост интереса туристов к лечебно-оздо-

ровительному туризму. Убыстряющийся темп жизни, множественные стрессовые ситуации, рост потока информации, неблагоприятная экологическая ситуация заставили человечество обратить внимание на свое здоровье, в этой связи на сегодняшний день лечебно-оздоровительный туризм является актуальным.

Лечебно-оздоровительный туризм в Дагестане начинает постепенно развиваться, и связано это с рядом причин: с политической и экономической ситуацией в России; появлением санаториев, определенной рекламной кампанией некоторых из них.

Наиболее актуальной становится региональная политика в сфере туризма наряду с федеральной, а именно создание целевой программы стратегического развития лечебно-оздоровительного туризма в республике. Приоритеты, принципы, цели, задачи туристической политики, определяются в рамках определенной концепции и развития туризма. Поскольку туризм как большая открытая система взаимодействует с социально-экономической системой региона, на территории которого расположены объекты туризма, сформирована соответствующая инфраструктура, то для получения позитивного эффекта взаимодействия двух социально-экономических систем они должны быть управляемыми, поэтому необходим анализ влияния экономики на туризм в системе программы стратегического развития.

#### Список литературы

1. Абабков Ю.Н. Реклама в туризме. – М., 2012. – 176 с.
2. Асташкина М.В. География туризма. – М.: АЛФА-М: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 432 с.
3. Ветитнев А.М., Кусков А.С. Лечебный туризм. – М., 2010. – 592 с.
4. Ефименко Н.В., Глухов А.Н. Лечебно-оздоровительный туризм в России и за рубежом с позиций курортной науки // Курортная медицина. – 2012. – № 3. – С. 51–56.
5. Инвалидность и туризм: потребность и доступность: Монография / Е.А. Сигида, И.Е. Лукьянова. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 106 с.
6. Набедрик В.А. География лечебного туризма в Европе: модели развития и трансформационные процессы: Дисс. канд. геогр. наук. – М., 2005. – С. 12.
7. Можяева Г.В. Рыбачек. – М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 336 с.

#### References

1. Ababkov Ju.N. Reklama v turizme. M., 2012. 176 p.
2. Astashkina M.V. Geografija turizma. M.: ALFA-M: NIC INFRA-M, 2015. 432 p.
3. Vetitnev A.M., Kuskov A.S. Lechebnyj turizm. M., 2010. 592 p.
4. Efimenko N.V., Gluhov A.N. Lechebno-ozdorovitelnyj turizm v Rossii i za rubezhom s pozicij kurortnoj nauki // Kurortnaja medicina. 2012. no. 3. pp. 51–56.
5. Invalidnost i turizm: potrebnost i dostupnost: Monografiya / E.A. Sigida, I.E. Lukjanova. M.: NIC INFRA-M, 2015. 106 p.
6. Nabadrik V.A. Geografija lechebnogo turizma v Evrope: modeli razvitiya i transformacionnye processy: Diss. kand. geogr. nauk. M., 2005. pp. 12.
7. Mozhaeva G.V. Rybachek. M.: Forum: NIC INFRA-M, 2014. 336 p.

УДК 314.143

## ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ И СИБИРСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ В 2009–2014 ГГ.

**Уфимцева А.Ю., Михалевский Д.А., Пеклеванная М.В.**

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», Санкт-Петербург,  
e-mail: anastasuiy9050@gmail.com*

Настоящая статья посвящена исследованию демографической ситуации в Иркутской области и Сибирском федеральном округе с помощью исследования статистических данных и расчета демографических показателей. Актуальность данного исследования обусловлена сложившейся социально-экономической обстановкой в области, а также проблемой миграционного оттока населения из Сибирского федерального округа в целом и Иркутской области в частности. В ходе исследования были проанализированы такие показатели, как средний возраст населения, коэффициенты демографической нагрузки пожилыми и детьми, коэффициент старения, индекс глубины и феминизации старения, уровни занятости и безработицы, а также приведена сравнительная характеристика населения по трудоспособности в динамике с 2009 по 2014 годы. Данное исследование позволило выявить ряд демографических проблем и предложить меры по их решению.

**Ключевые слова:** демографическая политика, демографические коэффициенты, возрастно-половая структура населения, индекс старения, коэффициент демографической нагрузки, занятость и безработица

## THE DEMOGRAPHIC SITUATION IN THE IRKUTSK REGION AND SIBERIAN FEDERAL DISTRICT IN 2009–2014

**Ufimtseva A.Yu., Mikhalevskiy D.A., Peklevannaya M.V.**

*Federal state Autonomous educational institution of higher education Saint-Petersburg National Research University of information technologies, mechanics and optics, Saint-Petersburg,  
e-mail: anastasuiy9050@gmail.com*

This article is devoted to the study of the demographic situation in the Irkutsk region and the Siberian Federal District by examining statistics and calculation of demographic indicators. The relevance of this study is due to the prevailing socio-economic situation in the region, as well as the issue of migration outflow of the population of the Siberian Federal District in general and the Irkutsk region. The study analyzed indicators such as the average age of the population dependency ratio of elderly and children, the aging factor, the index of the depth and the feminization of aging, levels of employment and unemployment, as well as a comparative characterization of the population of working capacity in dynamics from 2009 to 2014. This study revealed several demographic problems and to propose measures to address them.

**Keywords:** demographic policy, demographic factors, age and sex structure of the population, aging index, dependency ratio, employment and unemployment

Современный этап экономического развития страны характеризуется наличием обширного комплекса региональных проблем. Демография, социология, статистика, геология, экономика отраслей – таков далеко не полный перечень наук, в которых изучаемые явления и их взаимосвязи имеют в последнее время большее влияние на изучение региональных проблем. При этом в качестве критерия для отбора исследуемых явлений принимается их влияние на жизнь и деятельность человека.

В последние годы увеличивается самостоятельность регионов, а значит, и их ответственность за результаты регионального социально-экономического развития. В связи с этим усиливается необходимость территориального подхода к регулированию развития народного хозяйства, управлению им в новых экономических условиях для обеспечения рациональных экономических связей между регионами, научно обоснованной хозяйственной специализации [1, 7].

Целью данной работы является проведение анализа демографической ситуации в Иркутской области в сравнении с Сибирским федеральным округом (СФО) за период 2009–2014 гг., выявление существующих тенденций и проблем. Для достижения данных целей необходимо выполнить следующие задачи:

1) провести анализ демографической ситуации в исследуемых регионах по следующим направлениям:

- а) возрастно-половая структура населения;
- б) уровень занятости и безработицы;
- в) характеристика населения по трудоспособности;

2) выявить проблемы, характерные для исследуемого региона;

3) изучить имеющиеся государственные демографические программы и оценить их эффективность.

Отличия в структуре населения сравниваемых территорий следующие:

1) В Иркутской области – доли молодого населения (0–20 лет) обоих полов, а также среднего возраста (в группе 40–44 года) в общей численности населения больше, чем по СФО в целом;

2) в Иркутской области – доля населения молодого возраста (0–24 года) среди мужчин в общей численности населения региона превышает значения для аналогичных возрастных групп по СФО. В возрастных группах среднего и пожилого возрастов (30–85+) доля населения среди мужчин в Иркутской области ниже, чем в аналогичных группах СФО. В пределах возрастной группы 25–29 лет доли мужского населения Иркутской области и СФО равны;

3) доли численности женщин в Иркутской области превышают аналогичные значения по СФО в следующих возрастных группах: 0–24, 40–44, 70–74. В остальных возрастных группах доля численности женщин в Иркутской области ниже доли численности женщин в СФО, за исключением возрастной группы 45–49, где доли принимают равные значения.

Начиная с группы 30 лет и старше численность женщин превышает численность мужчин, как в Иркутской области, так и в СФО. С возрастом диспропорция в составе населения увеличивается. Такое соотношение сложилось из-за сохраняющегося высокого уровня преждевременной смертности мужчин. Диспропорция в составе населения в Иркутской области выше, чем в СФО, и сохраняется во всех возрастных группах.

Основными показателями, позволяющими оценить демографическую ситуацию, в динамике в том числе, являются показатели возрастно-половой структуры населения. Так, например, ситуация в 2014 году выглядит следующим образом:

- средний возраст жителей СФО составляет 37,98 лет, в то же время в Иркутской области – 37,14;

- индекс старения – на 1000 детей до 15 лет в Иркутской области приходится 765 человек в возрасте 65 и старше, в СФО – 639;

- доля пожилых (60+) в Иркутской области – 17,02%, в СФО – 17,62% населения;

- доля пожилых (65+) в Иркутской области – 11,01%, в СФО – 11,51%;

- доля пожилых (80+) в Иркутской области – 2,25%, в СФО – 2,58%;

- индекс глубины старения в Иркутской области – 0,204, в СФО – 0,224;

- индекс феминизации старения – на 1000 мужчин в возрасте 65 и старше приходится 2269 женщин (в Иркутской области), и 2150 женщин (в СФО);

- коэффициенты демографической нагрузки:

1) если трудоспособный возраст – 15–59 лет:

- пожилыми (60+): в СФО и Иркутской области – 0,27;

- детьми: в СФО – 0,28, в Иркутской области выше, чем в округе, и составляет 0,30;

- общей нагрузки соответственно 0,554 и 0,567 (с учетом округления).

2) если трудоспособным считать возраст 15–54 года, то коэффициенты – составят:

- пожилыми (55+): в округе – 0,44, в области – 0,42;

- детьми: в округе – 0,32, в области – 0,34;

- общей нагрузки: в СФО – 0,758, в Иркутской области – 0,761.

Все значения показателей указывают на то, что население в округе – старше, чем в области (в среднем). Согласно международным критериям (по шкале Божё-Гарнье) – уровень старения населения высок и в Сибирском федеральном округе, и в Иркутской области, так как доля лиц в возрасте 60 лет и старше в общей численности населения находится в интервале 16–18% (в СФО – 17,62%, в Иркутской области – 17,02%).

Анализируя данные показатели, следует отметить, что за 5 лет численность населения СФО сократилась в среднем на 1,37%, по Иркутской области – на 3,38%. Сокращение численности населения происходит из-за естественной убыли населения, а также отрицательного миграционного потока.

Причинами естественной убыли населения являются высокий уровень смертности населения (несмотря на превышение рождаемостью уровня смертности).

Причинами миграционного оттока населения являются проблемы экономического и социального характера. К первым относятся структурные проблемы на рынке труда, возникающие вследствие прохождения технологической модернизации и корпоративной оптимизации рынков, на которых работают предприятия региона. Ко вторым (социальным) относятся проблемы, обусловленные низким качеством условий для жизни населения, в том числе низким качеством предоставляемых услуг жилищно-коммунальной сферы, низким уровнем благоустройства населенных пунктов и неразвитостью городской среды, неразвитым событийным рядом массовых мероприятий и их недостаточно высоким качеством, дефицитом развлечений и рядом других проблем [4].

Значение построения возрастно-половых пирамид в демографическом анализе сложно переоценить, т.к. эти показатели являются одними из важных и базовых. Если посмотреть на возрастно-половую пирамиду населения Иркутской области на



01.01.2015 г., можно увидеть, что существуют так называемые «демографические волны», а также превосходство численности женщин над численностью мужчин. Впрочем, второй аспект соответствует общероссийской тенденции и является результатом многих причин.

Что касается изменений в структуре трудоспособности населения в Иркутской области, то отмечается динамика увеличения населения моложе трудоспособного возраста и старше трудоспособного возраста (с 19% до 21% и с 18% до 22% соответственно) и снижения населения в трудоспособном возрасте (с 63% до 58%), что связано с изменениями возрастно-половой структуры. Данные представлены в табл. 1.

Что касается ситуации занятости и безработицы, то можно говорить о том, что уровень занятости в Иркутской области в целом выше, чем в Сибирском федеральном округе, но ниже общероссийского. Уровень безработицы, в свою очередь, в области гораздо выше общероссийского и незначительно превышает показатель СФО. В целом в области имеется тенденция увеличения процента занятости (с 60,3% в 2009 году до 62,1% в 2014 году) и снижения уровня безработицы (с 10,8% в 2009 году до 8,8% в 2014 году), что соответствует существующей тенденции в округе и стране.

В Иркутской области имеется ряд проблем демографического развития, которые обусловлены несогласованностью действий ведомств и структурных подразделений областной администрации в рамках различных направлений демографической политики.

Основные проблемы демографического развития:

- 1) сокращение численности населения;
- 2) старение населения и ухудшение трудового потенциала региона;
- 3) отсутствие эффективной оценки и согласованной политики (как следствие, соответствие мероприятий) в сфере демографического развития.

Цели и задачи сектора:

Цель – улучшение качества человеческого потенциала региона.

Задачи:

- 1) снижение темпов сокращения численности населения;
- 2) замедление старения населения и повышение вовлеченности людей старше трудоспособного возраста в социальную и экономическую жизнь региона;
- 3) выработка единой государственной демографической политики в Иркутской области [5].

В 2014 году органами занятости населения Иркутской области реализуются следующие ведомственные целевые программы:

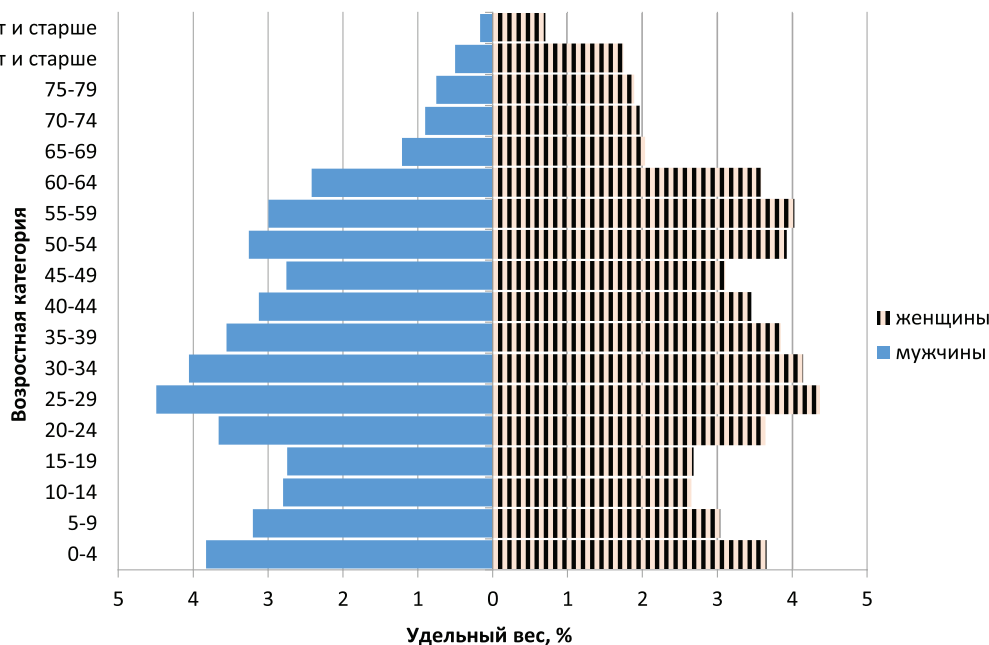
1. «Содействие занятости населения Иркутской области» на 2014–2018 годы, утвержденная приказом министерства труда и занятости Иркутской области от 23 октября 2013 года № 61-мпр. Запланированный объем финансирования Программы за счет средств областного бюджета на 2014 год 458884,3 тыс. рублей и 809315,8 тыс. рублей за счет средств федерального бюджета. Численность участников по мероприятиям составит 74,4 тыс. человек.

**Таблица 1**

Характеристика населения Иркутской области по трудоспособности в 2009–2014 гг.

		Всего	Моложе трудоспособного возраста	В трудоспособном возрасте	Старше трудоспособного возраста
2009	тыс. чел.	2506	465	1586	454
	уд. вес, %	100	19	63	18
2010	тыс. чел.	2428	461	1491	476
	уд. вес, %	100	19	61	20
2011	тыс. чел.	2424	469	1468	487
	уд. вес, %	100	19	61	20
2012	тыс. чел.	2418	489	1420	509
	уд. вес, %	100	20	59	21
2013	тыс. чел.	2418	488	1419	510
	уд. вес, %	100	20	59	21
2014	тыс. чел.	2415	497	1396	522
	уд. вес, %	100	21	58	22

Примечание: таблица составлена авторами на основании данных [6] с помощью собственных расчетов.



Возрастно-половая пирамида населения Иркутской области, % по пятилетним группам, на 01.01.2015 г. Примечание: рисунок составлен авторами на основании данных [6] с помощью собственных расчетов

Таблица 2

Сравнение уровней занятости и безработицы в 2009–2014 гг.

	Уровень занятости, %					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ирк. обл.	60,3	60,4	61,8	62,4	62,9	62,1
СФО	59,4	61,0	61,5	61,9	62,0	62,6
РФ	61,8	62,7	63,9	64,9	64,8	65,3
	Уровень безработицы, %					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ирк. обл.	10,8	10,1	9,1	7,8	8,3	8,8
СФО	10,5	8,7	8,1	7,1	7,2	7,0
РФ	7,8	7,3	6,5	5,5	5,5	5,2

Примечание: таблица составлена на основании данных [6].

На 01.12.2014 г. в Программе приняли участие 75,1 тыс. человек или 101% от запланированной численности, фактическое освоение средств составило 86,2% от объема средств, предусмотренных Программой в 2014 году.

2. «Организация стажировок выпускников организаций, осуществляющих образовательную деятельность в целях приобретения ими опыта работы в Иркутской области» в 2014–2016 годах, утвержденная приказом министерства

труда и занятости Иркутской области от 23 октября 2013 года № 62-мпр. Объем финансирования Программы за счет средств областного бюджета составит в 2014 году – 10234,5 тыс. рублей.

В Программе запланировано участие 273 выпускников организаций, осуществляющих образовательную деятельность, в целях приобретения ими опыта работы.

На 01.12.2014 г. направлено на стажировку 322 выпускника организаций, осуществляющих образовательную деятель-

ность или 117,9% от плановых показателей, фактическое освоение средств составило 91,8% от объема средств, предусмотренных Программой в 2014 году [2].

3. «Содействие в трудоустройстве незанятых инвалидов, многодетных родителей, родителей, воспитывающих детей инвалидов, на оборудованные (оснащенные) для них рабочие места в Иркутской области» на 2014–2016 годы, утвержденная приказом министерства труда и занятости Иркутской области от 23 октября 2013 года № 63-мпр. Объем финансирования Программы за счет средств областного бюджета составит в 2014 году – 1914,8 тыс. рублей, 24575,4 тыс. рублей – средства федерального бюджета. В Программе запланировано участие 277 незанятых инвалидов, родителей, воспитывающих детей-инвалидов, многодетных родителей [3].

Таким образом, мы видим, что успешно реализуются программы развития демографического потенциала области. В ближайшие годы половозрастная структура населения России будет достаточно благополучна. К границе пенсионного возраста подходят (а женщины уже перешли ее) те, кто родился в годы войны, т.е. малочисленные поколения. Входить же в активный трудоспособный и, соответственно, репродуктивный возраст начинают те, кто родился в 1980-х гг., когда имело место некоторое увеличение числа родившихся. Однако через несколько лет ситуация изменится коренным образом. Выходить за рамки трудоспособного возраста начнут те, кто родился в годы послевоенного компенсационного повышения рождаемости, т.е. многочисленные поколения, а входить в него будут родившиеся в 1990-е гг., для которых было характерно резкое сокращение числа родившихся. Это не только создаст определенные трудности в отношении трудовых ресурсов и социального обеспечения, но и негативно отразится на демографической динамике, способствуя повышению общего коэффициента смертности, снижению общего коэффициента рождаемости и, следовательно, существенному увеличению естественной убыли населения.

#### Список литературы

1. Бабицина И.М. Развитие региональной экономики на примере Тюменской области // Молодой ученый. – 2014. – № 6. – С. 377–382.
2. Ведомственная целевая программа «Организация стажировок выпускников организаций, осуществляющих образовательную деятельность, в целях приобретения ими опыта работы в Иркутской области» в 2014–2018 годах / Приказ от 23 октября 2013 года № 62-мпр (в ред. Приказа министерства труда и занятости Иркутской области от 22.10.2014

№ 81-мпр) URL: <http://docs.cntd.ru/document/424069765> (дата обращения: 01.11.2016).

3. Ведомственная целевая программа «Содействие в трудоустройстве незанятых инвалидов, многодетных родителей, родителей, воспитывающих детей инвалидов, на оборудованные (оснащенные) для них рабочие места в Иркутской области» на 2014–2016 годы / Приказ министерства труда и занятости Иркутской области от 23 октября 2013 года № 63-мпр (в ред. Приказа министерства труда и занятости Иркутской области от 22.10.2014 № 80-мпр) URL: <http://docs.cntd.ru/document/424069378> (дата обращения: 01.11.2016).

4. Дмитриева Ю.Н. Динамика агломерационных процессов в территориальном размещении городского и сельского населения (на примере Иркутской области) // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 7. – С. 111–117.

5. Программа социально-экономического развития Иркутской области на 2011–2015 гг. / Законом Иркутской области от 31 декабря 2010 года № 143-ОЗ URL: <http://www.irkobl.ru/> (дата обращения: 12.11.2016).

6. Российский статистический ежегодник [Электронный ресурс] // Официальная статистика URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 01.11.2016).

7. Социально-экономическое развитие России: XX лет рыночных реформ. Сборник научных статей (по материалам XIX научно-практической конференции факультета экономики и финансов СЗИ РАНХиГС) / Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования Рос. акад. нар. хоз-ва и гос. службы при Президенте Рос. Федерации, Сев.-Зап. ин-т; [отв. ред.: В.В. Засядь-Волк]. – Санкт-Петербург: Изд-во СЗИ РАНХиГС, 2012. – 199 с.: ил.

#### References

1. Babicina I.M. Razvitie regionalnoj jekonomiki na primere Tjumenskoj oblasti // Molodoy uchenyj. 2014. no. 6. pp. 377–382.
2. Vedomstvennaja celevaja programma «Organizacija stazhировок vypusknikov organizacij, osushhestvlyajushhh obrazovatelnuju dejatel'nost, v celjah priobretenija imi opyta raboty v Irkutskoj oblasti» v 2014–2018 godah / Prikaz ot 23 oktjabrja 2013 goda № 62-mpr (v red. Prikaza ministerstva truda i zanjatosti Irkutskoj oblasti ot 22.10.2014 № 81-mpr) URL: <http://docs.cntd.ru/document/424069765> (data obrashhenija: 01.11.2016).
3. Vedomstvennaja celevaja programma «Sodejstvie v trudoustrojstve nezanjatyh invalidov, mnogodetnyh roditelej, roditelej, vospityvajushhh detej invalidov, na oborudovannye (osnashhenne) dlja nih rabochie mesta v Irkutskoj oblasti» na 2014–2016 gody / Prikaz ministerstva truda i zanjatosti Irkutskoj oblasti ot 23 oktjabrja 2013 goda no. 63-mpr (v red. Prikaza ministerstva truda i zanjatosti Irkutskoj oblasti ot 22.10.2014 № 80-mpr) URL: <http://docs.cntd.ru/document/424069378> (data obrashhenija: 01.11.2016).
4. Dmitrieva Ju.N. Dinamika aglomeracionnyh processov v territorialnom razmeshhenii gorodskogo i selskogo naselenija (na primere irkutskoj oblasti) // Uspehi sovremennogo estestvoznanija. 2016. no. 7. pp. 111–117.
5. Programma socialno-jekonomicheskogo razvitija irkutskoj oblasti na 2011–2015 gg. / Zakonom Irkutskoj oblasti ot 31 dekabrja 2010 goda no. 143-OZ URL: <http://www.irkobl.ru/> (data obrashhenija: 12.11.2016).
6. Rossijskij statisticheskij ezhegodnik [Elektronnyj resurs] // Oficialnaja statistika URL: <http://www.gks.ru> (data obrashhenija: 01.11.2016).
7. Socialno-jekonomicheskoe razvitie Rossii: XX let rynochnyh reform. Sbornik nauchnyh statej (po materialam XIX nauchno-prakticheskoy konferencii fakulteta jekonomiki i finansov SZI RANHiGS) / Feder. gos. bjudzhet. obrazovat. uchrezhdenie vyssh. prof. obrazovanija Ros. akad. nar. hoz-va i gos. sluzhby pri Prezidente Ros. Federacii, Sev.-Zap. in-t; [otv. red.: V.V. Zaszjad-Volk]. Sankt-Peterburg: Izd-vo SZI RANHiGS, 2012. 199 p.: il.

УДК 339.944.2

## МЕЖДУНАРОДНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ КАК ВОЗМОЖНОСТЬ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Черданцев В.П.

ФГБОУ ВО «Пермская государственная сельскохозяйственная академия  
имени академика Д.Н. Прянишникова», Пермь, e-mail: cherdantsev.vadim@yandex.ru

Анализ агропромышленного комплекса России в условиях перехода к рынку и формирования многоукладной экономики подтверждает, что резкий спад производства сельскохозяйственной продукции в значительной мере произошел в результате нарушения и разрыва межхозяйственных связей на региональном, отраслевом и внутрипроизводственном уровнях деятельности субъектов хозяйствования. Дипломатические отношения между Россией и Чешской Республикой были установлены в 1993 году. В настоящее время, благодаря интенсивной интеграции большинства отраслей промышленности в мировую экономику, Чешскую Республику относят к странам с развитой рыночной экономикой, глубоко связанной с экономиками высокоразвитых стран. Сотрудничество между экономическими субъектами Чешской Республики и Российской Федерации имеет большой потенциал для последующей активизации работы по разработке инновационных технологий и внедрению их в промышленное производство. Одним из важных направлений развития экономических отношений нашей страны с Чешской Республикой является совместная деятельность на территории особых экономических зон РФ, проектирование и возведение «под ключ» объектов в различных сферах деятельности, в том числе в сельском хозяйстве и пищевой промышленности.

**Ключевые слова:** инновационное развитие, промышленное производство, качество продукции, модернизация, инновационная среда, инновационное предприятие, высокотехнологическая продукция, интеграция, интенсивное развитие, рыночная экономика, новые технологии

## INTERNATIONAL INTEGRATION AS AN OPPORTUNITY OF INDUSTRIAL UPGRADING

Cherdantsev V.P.

Perm state agricultural Academy named after academician D.N. Pryanishnikov, Perm,  
e-mail: cherdantsev.vadim@yandex.ru

Analysis of agro-industrial complex of Russia in conditions of transition to a market economy and the formation of a mixed economy confirms that the sharp decline in agricultural production largely occurred as a result of the breach and rupture of inter-farm linkages at the regional, sectoral and industrial level activities of economic entities. Diplomatic relations between Russia and the Czech Republic were established in 1993. Currently, thanks to intensive integration of most industries in the world economy, the Czech Republic belongs to the countries with developed market economy, closely linked with the economies of developed countries. The cooperation between economic entities of the Czech Republic and the Russian Federation has great potential for further intensification of work on the development of innovative technologies and their introduction into industrial production. One of the important directions of development of economic relations of our country with the Czech Republic is a joint activity on the territory of special economic zones of the Russian Federation, design and construction of turnkey projects in various fields of activity, including in agriculture and the food industry.

**Keywords:** innovative development, industrial production, product quality, modernization, innovative environment, innovative enterprise, technological production, integration, intensive development of market economy, new technology

Чешская Республика – промышленно развитая страна с современной экономикой, расположенная в центральной части Европы.

Наиболее развитые отрасли промышленности Чехии определяют высокий уровень экономического состояния страны, это – машиностроение, автомобилестроение, энергетика, металлургия, легкая и химическая промышленность.

Производственные мощности Чешской Республики значительно превышают емкость внутреннего рынка страны, в связи с этим ВВП республики ориентировано на поставки за рубеж. Чешская промышленность также направлена на выпуск товаров, которые не требуют большого потребления

энергии. В стране отсутствует достаточное количество минерально-сырьевых ресурсов. Значительную часть сырьевых и энергетических ресурсов Чехия импортирует, и тем самым экономика страны попадает в зависимость от экономических факторов других государств [4].

Развитие современной экономики республики в большей степени зависит от состояния и развития внешнеэкономических отношений. Чешская экономика ориентировалась на внешних потребителей. На рынках Европы реализуется значительная часть ВВП страны. Ещё недавно Чехию ставили в ряд со странами с переходной экономикой, но в настоящее время, благодаря интен-

сивной интеграции большинства отраслей промышленности в мировую экономику, Чешскую Республику относят к странам с развитой рыночной экономикой, глубоко связанной с экономиками высокоразвитых стран. Кроме того, в результате проводимых в последние десятилетия экономических реформ, большого притока зарубежных инвестиций, промышленность Чехии сильно модернизировалась, а ее экономика стала менее энерго- и материалоемкой [4].

Россия признала Чешскую Республику в январе 1993 год. В то же время были установлены дипломатические отношения между странами

Сотрудничество между экономическими субъектами Чешской Республики и Российской Федерации имеет большой потенциал для последующей активизации работы по разработке инновационных технологий и внедрению в промышленное производство, а также технологий и инвестиций в развитие энергогенерации, теплоэнергетики, а главное, повышение их энергоэффективности. Важна реализация совместных проектов, в таких отраслях, как энергетика, машиностроение, строительная индустрия, транспорт, химическая и пищевая промышленность, сельское хозяйство, жилищно-коммунальное хозяйство и экология [1].

Усиливается заинтересованность стран в расширении сотрудничества. Партнерские отношения чешских государственных структур и субъектов Российской Федерации прописаны в документах различного уровня (в настоящее время – более 30). Активные связи с Чешской республикой имеют Северная Осетия – Алания, Татарстан, Калужская, Воронежская, Волгоградская, Ленинградская, Омская, Астраханская, Свердловская области, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Санкт-Петербург и Москва. С недавнего времени к ним присоединился и Уральский регион, в том числе Пермский край.

Делегация делового и научного сообщества Пермского края в июле 2014 года приняла участие в Международной промышленной выставке Иннопром – 2014, ежегодно проводимой в Екатеринбурге, на которой посол Чешской Республики в России Владимир Ремек представил экспозицию консорциума CZET.

Консорциум CZET – Чешские энергосберегающие технологии (г. Прага). Основной целью консорциума является использование опыта по модернизации и возведению объектов энергетики как в Чехии, так и за пределами Чешской Республики, с применением европейских энергосберегающих

технологий, а также объединяя инновационные предприятия – производители энергетического оборудования, строительные компании, инжиниринговые и проектные компании Чехии для решения важных народнохозяйственных задач [2].

Одним из важных направлений развития экономических отношений нашей страны с Чешской Республикой является совместная деятельность на территории особых экономических зон РФ, проектирование и возведение «под ключ» объектов в различных сферах деятельности, в том числе в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. С чешской стороны в этой области партнером для нашей страны выступит компания FARMTEC, входящая в состав консорциума CZET.

FARMTEC имеет многолетний опыт возведения сельскохозяйственных производственных строений и реализации инновационных технологий. При строительстве биогазовых станций компания взаимодействует с австрийской фирмой Биогест, которая в основе своей деятельности занимается строительством очистных сооружений для сточных вод и станций на биогазовом топливе.

Целью компании является предоставление клиентам, в число которых входят как агропредприятия, так и индивидуальные предприниматели, комплекса услуг при инвестиционных проектах.

Заказчикам предлагаются индивидуальный консалтинг и обучение проблематике сельскохозяйственных биогазовых технологий. В сотрудничестве с передовыми научными организациями они помогают с оптимизацией ферментационного процесса, исходя из индивидуальных требований и применяя на практике новейшие научные познания.

Предоставляемые компанией услуги заключаются в разработке технологий, проектировании, производстве и поставке оборудования, его монтаж, гарантийное и сервисное обслуживание. Кроме того, компанией производится обучение персонала агропредприятий, осуществляется полный комплекс дополнительных услуг и услуг генерального подрядчика, помощь в привлечении венчурного финансирования европейских банков.

В производственную программу компании FARMTEC входит: разработка, изготовление и монтаж всех комплектующих изделий для возведения:

- 1) помещений для КРС;
- 2) помещений для свиней;
- 3) доильных залов;
- 4) птицефабрик;

5) хранилищ для навоза и помета.

Агропредприятиям предлагаются готовые решения и отдельные компоненты для технологического проекта.

Деятельность компании соответствует современным международным стандартам ISO 9001:2000.

Ежегодно на внутренний и международный рынок поставляется порядка 40 новых видов изделий и оборудования, проводится расширение и модернизация ассортимента. Ассортиментный ряд продукции дополняется оборудованием, поставляемым зарубежными предприятиями-партнерами. (Италия, Германия, Словакия).

Компания предлагает различные технологии содержания и откорма цыплят-бройлеров. Данные технологии отличаются высоким качеством отдельных элементов и долгим сроком службы [5].

Например, в стандартном помещении для птицы размером 100x12 метров, в котором предусмотрено помещение шириной в четыре метра для обслуживания, для бройлеров получается пространство – 1 152 м<sup>2</sup> (96x12). Если учесть, что в большинстве стран на 1 м<sup>2</sup> размещают 20 бройлеров, то здесь возможно разместить 23 000 бройлеров во всем помещении

В стандартном помещении для птицы размером 100 x 12 метров возможна установка 4-х рядов многоуровневой системы по 31 секции на каждый ряд. Это позволит разместить 124 секции в каждом птичнике.

В блок-секции могут быть:

- двухуровневая секция – для размещения 250 бройлеров
- трехуровневая секция – для размещения 375 бройлеров
- четырехуровневая секция – для размещения 500 бройлеров

В этом случае в птичнике помещают:

- 31 000 голов в двухуровневой секции – на 35% больше по сравнению с содержанием при напольной системе;
- 46 500 голов в трехуровневой секции – это больше на 100%
- 62 000 бройлеров в четырехуровневой секции – это больше на 170%

Предлагаются технологии для содержания птицы мясных и яичных пород, племенной стаи, а также для содержания кур-несушек в вольерах, обогащенных клетках и для напольного содержания.

Еще одна чешская компания – «АгроехроСZgroup» a.s. (Прага), входящая в состав консорциума CZET, готова на сотрудничество с российскими агропредприятиями. Она производит и представляет на международный рынок широкий перечень технологического оборудования, исполь-

зуемого в аграрном секторе. Технологические комплексы и линии для птицеводства и животноводства поставляются в рамках инвестиционных проектов. Предлагаемые предпринимателям и агропредприятиям инвестиционные программы кредитуются банками Чешской Республики или банками других европейских стран [5].

Помимо поставляемых «АгроехроСZgroup» животноводческих комплексов и сельскохозяйственного оборудования, компания предлагает комбикормовые заводы, убойные цеха, быстровозводимые единичные и серийные металлоконструкции для нужд сельхозпроизводителей. Все поставляемое оборудование полностью автоматизировано и адаптировано к российским климатическим условиям. Отдельно можно отметить, что посредством индивидуальной заботы для сельскохозяйственных животных создается качественная среда и новейшие технологии, включающие в себя замкнутый цикл переработки отходов – навозных стоков. Вся продукция соответствует европейским и мировым требованиям и сертифицирована.

Кроме того, компания предлагает размещение племенных станций, поставки племенных сельскохозяйственных животных, практическое обучение в Чехии и консультации по рецептурам кормов.

Для откорма индюков и бройлеров предлагается обеспечение слаженной работы нескольких базовых элементов системы: система отопления, охлаждения, кормления, поения, а также приготовления и транспортирования силоса. Все эти составные части связаны между собой, но бесперебойная работа комплекса посредством простого «смешивания» в одно целое, не будет достигнута. Чтобы получить желаемый результат, необходимо наладить и интегрировать всю эту систему в безошибочно работающий механизм [3].

Кроме того, одним из основных элементов, оказывающих положительное влияние на результаты содержания птицы, является хорошо функционирующая вентиляционная система. Компания предлагает ассортимент основных элементов вентиляционной системы, которые в своей комбинации составляют единое целое.

Заказчикам обеспечивается гарантийное обслуживание, поставка запчастей после установки системы вентиляции, полный сервис и решение проблем, которые возникнут в результате работы системы.

Главные преимущества предложения – это: – многолетний опыт предложений и реализации систем;

– целый ряд производимых элементов управления;

- профессиональный монтаж и сервис;
- склад запасных частей.

Для откорма бройлеров компанией предлагается две системы. Первая из которых – SPARK-чаша, другим вариантом является система SPARK-нипиль.

Обе системы используются для любого вида птицы. Главными преимуществами этих систем являются:

- быстрый рост с первого дня;
- уникальная гигиена;
- простое содержание;
- модульная система.

В качестве отопления, в комплексах по выращиванию птиц, для достижения желаемых и благоприятных температурах предлагается использование комбинации тепловоздушных и инфракрасных агрегатов.

Основными преимуществами этого предложения можно назвать:

- надежность всех элементов отопительной системы;
- простота содержания;
- длительный срок эксплуатации.

При необходимости снижения температуры воздуха для создания комфортного микроклимата внутри помещений компания предлагает системы охлаждения. Почувствовать необходимость данной системы можно летом, когда температура воздуха выше 30 °С.

Главные преимущества решения:

- реальное снижение температуры в комплексе;
- проверенное на практике;
- надежное и простое в эксплуатации.

Для комплексов по откорму птицы «АгрохпроСZgroup» предлагает два варианта кормушек. Первый вариант представлен круглыми кормовыми мисками. Второй – овальные миски, запатентованное решение ROXELL. Оба этих варианта отвечают существующим на современных комплексах требованиям по выращиванию птицы [6].

Это решение имеет следующие преимущества:

- быстрый рост птицы с первого дня;
- выраженная экономия кормов;
- легкое очищение и оптимальная гигиена;
- кормовые площади на 14% больше, чем у стандартных кормушек.

Предложения компаний, входящих в Консорциум СЗЕТ, позволяющие повысить производительность птицефабрик, рассматривались Союзом птицеводов Пермского края, но возможности взаимосо-

трудничества с рядом стран Европы были приостановлены в результате наложенных в 2014 году экономических санкций против РФ, в том числе и предприятия Чешской Республики приостановили переговоры по поставкам оборудования в Россию.

В последнее время все больше стран принимают решение об отказе от экономических санкций в отношении России и возобновляют прерванные взаимосвязи. В связи с этим не исключена возможность вернуться к рассмотрению предложений о сотрудничестве чешских компаний с предприятиями АПК России.

### Список литературы

1. Лисовская Е.Г., Рожанская Е.А. Перспективы двустороннего российско-чешского экономического сотрудничества // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2015 – № 4 (32). – С. 273–277.
2. Рожанская Е.А. Россия – Чехия: энергетика как основа торгово-экономических отношений // Современная Европа. – 2012. – № 1 (49). – С. 123–133.
3. Черданцев В.П., Кузнецов П.А. Кластеризация – основной элемент развития промышленных предприятий // Материалы 2-й Международной научно-практической конференции «Менеджмент инноваций и устойчивое развитие компаний». – ИМАКС-II, 26–27 мая 2014 (Чехия, Прага), С. 12–21.
4. Портал внешнеэкономической информации Министерства экономического развития Российской Федерации [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ved.gov.ru/>.
5. Российский агропромышленный сервер / Инвестиционные проекты в АПК. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.agroserver.ru/user/44912/tovari> (дата обращения: 08.01.2017).
6. AgroexpoCZgroup // Промышленный портал PromPortal.su [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://promportal.su/catalog/goods/?firm=26265> (дата обращения: 08.01.2017).

### References

1. Lisovskaja E.G., Rozhanskaja E.A. Perspektivy dvustoronnego rossijsko-cheshskogo jekonomicheskogo sotrudnichestva // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Jekonomika. 2015 no. 4 (32). pp. 273–277.
2. Rozhanskaja E.A. Rossiya Chehija: jenergetika kak osnova torгово-jekonomicheskikh otnoshenij // Sovremennaja Evropa. 2012. no. 1 (49). pp. 123–133.
3. Cherdancev V.P., Kuznecov P.A. Klasterizacija osnovnoj jelement razvitija promyshlennyh predpriyatij // Materialy 2-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Menedzhment innovacij i ustojchivoe razvitie kompanij». IMACS-II, 26–27 maja 2014 (Chehija, Praga), pp. 12–21.
4. Portal vneshnejekonomicheskoj informacii Ministerstva jekonomicheskogo razvitija Rossijskoj Federacii [Jelektronnyj resurs] Rezhim dostupa: <http://www.ved.gov.ru/>.
5. Rossijskij agropromyshlennyj server / Investicionnye proekty v APK. [Jelektronnyj resurs] Rezhim dostupa: <http://www.agroserver.ru/user/44912/tovari> (data obrashhenija: 08.01.2017).
6. AgroexpoCZgroup // Promyshlennyj portal PromPortal.su [Jelektronnyj resurs] Rezhim dostupa <http://promportal.su/catalog/goods/?firm=26265> (data obrashhenija: 08.01.2017).

УДК 338.512

## АНАЛИЗ ЗАТРАТ НА ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ МОДИФИЦИРОВАННОГО КАМЕННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ОТСЕВОВ ДРОБЛЕНИЯ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Черепов В.Д., Шевнина А.Е., Красикова О.В.

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», Йошкар-Ола,  
e-mail: cherepov.86@mail.ru

В данной статье рассмотрен процесс создания малого инновационного предприятия, специализирующегося на производстве стенового искусственного камня, получаемого методом полусухого прессования из отсевов дробления карбонатных пород (ОДКП) Республики Марий Эл, на стадии бизнес-планирования, включающего расчет максимального годового объема производства, график освоения производственной мощности, расчет потребности в сырье и калькуляцию себестоимости продукции. Рассматриваемая технологическая линия позволяет производить 995000 штук кирпича в год. Конечным продуктом является стеновой модифицированный прессованный каменный материал различных видов, зависящих от функционального назначения и, соответственно, требующих разного количества сырья, что отражается на конечной стоимости продукта. В данной работе представлены затраты на введение новой технологической линии в существующее малое инновационное предприятие.

**Ключевые слова:** анализ затрат, малое инновационное предприятие, отсевы дробления карбонатных пород, производственная мощность, себестоимость, искусственный каменный материал, оплата труда

## THE ANALYSIS OF THE COST OF IMPLEMENTATION A TECHNOLOGICAL LINE FOR PRODUCTION OF MODIFIED STONE MATERIAL BASED ON SCREENINGS CRUSHING OF CARBONATE ROCKS OF THE REPUBLIC OF MARI EL

Cherepov V.D., Shevnina A.E., Krasikova O.V.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Volga State University  
of Technology», Yoshkar-Ola, e-mail: cherepov.86@mail.ru

In this article describes the process of development of small innovative enterprise, which specialized in the production of the artificial stone produced by dry pressing based on screenings crushing of carbonate rocks of the Republic of Mari El. This development considered at the stage of business planning, including calculation of the maximum annual production, graphic development of production capacity, calculation of demand for raw materials and the cost of production. The production line can make 995 000 bricks per year. Final product is a modified stone material of different kinds, which depend on the functional purpose and therefore require different amounts of raw materials, which is reflected in the final cost of the product.

**Keywords:** cost analysis, small innovative enterprise, screenings crushing of carbonate rocks, productive capacity, cost price, artificial stone material, salary

В современном мире неуклонно растет численность населения, что оказывает существенное влияние на рост потребности в использовании большего количества всех видов минеральных ресурсов. В условиях мировой современной экологической напряженности данная проблема является важнейшей для любого государства. Минерально-сырьевая база под воздействием промышленной и хозяйственной деятельности человека истощается, отсюда встает вопрос о рационализации и эффективном сбережении природных ресурсов.

Строительная отрасль напрямую связана с потреблением большого количества природных запасов, поэтому одной из важнейших ее задач является разработка энерго- и ресурсосберегающих технологий, которые ориентированы на эффектив-

ное использование как самих ресурсов, так и отходов производства.

Объемы производства нерудных строительных материалов в нашей стране неуклонно растут, что способствует образованию и накоплению значительных объемов отходов разработки соответствующих пород. В частности, на территории Республики Марий Эл расположено 8 разрабатываемых месторождений карбонатных пород. При этом вопрос комплексной утилизации образующихся в процессе производства отходов – отсевов дробления карбонатных пород (ОДКП) до настоящего времени не решен в полном объеме [3, 4].

Прессованный кирпич представляет собой двухкомпонентную смесь (цемент + ОДКП), модифицированную специализированными химическими мо-



дификаторами, формуемую под высоким давлением. В качестве ингредиентов используется: цемент, отсеы дробления карбонатных пород (фракция 0–5 мм), химические добавки (Пенетрон Адмикс) и краска (минеральные пигменты) [6].

Технология производства искусственного камня на основе ОДКП заключается в использовании метода гиперпрессования, который представляет собой холодную «сварку» сыпучих минеральных материалов под воздействием высокого давления в присутствии вяжущих компонентов и воды, завершающуюся выдержкой в течение 3–5 суток до созревания. Финансовые вложения для покупки необходимого оборудования составят 6386503,00 тыс. руб.

Наиболее благоприятными и доступными породами для производства лицевых гиперпрессованных кирпичей являются карбонатные породы. Основным отходом производства на предприятиях республики является отсев дробления карбонатных пород, который до настоящего времени не находил применения в каком-либо производстве в качестве одного из основных компонентов. Утилизация данного вида отхода связана с серьезными организационными и экономическими трудностями. В результате вопрос остается нерешенным, а экологическая обстановка в районе скопления отходов постоянно ухудшается.

Технологический процесс получения стенового искусственного каменного материала состоит из нескольких этапов – приготовление прессуемой смеси (смешивания, дробления, активации прессуемой смеси), формование изделий и пропаривание.

Технология производства гиперпрессованного кирпича является экологически чистой. Линии не дают ни твердых, ни жидких, ни газообразных отходов, а в качестве

собственного сырья используют отход производств карбонатного щебня – ОДКП.

Возможный годовой объем производства продукции определяется исходя из количества закупаемого оборудования и его сменной производительности (табл. 1). Сменная производительность линии – 2500 шт.

На любом предприятии не может быть абсолютной готовности оборудования к работе. Часть станков и механизмов находится в ремонте, на техобслуживании. Поэтому в расчет вводится такой показатель, как коэффициент технической готовности. На создаваемом предприятии он равен 0,8. Расчет объемов производства по годам осуществления инвестиционного проекта, исходя из графика освоения производственной мощности, произведен в табл. 2.

На создаваемом малом инновационном предприятии планируется производство трех видов прессованного искусственного каменного материала на основе ОДКП: Тип 1 (Т1), Тип 2 (Т2) и Тип 3 (Т3) с марками по прочности М150, М200 и М250 и марками по морозостойкости F15, F50, F50 соответственно.

Предполагается, что производственная мощность оборудования в первый год работы предприятия составит 70%, т.е. 696,5 тыс. шт. кирпичей различных видов. В последующие годы объемы производства будут наращиваться, оборудование будет загружено на 80 и 90% в 2018 и 2019 г. соответственно. Начиная с 2020 года предприятие сможет изготавливать по 945 тыс. шт. кирпичей ежегодно.

Основными видами сырья для производства рассматриваемых строительных материалов являются: цемент, ОДКП, химические добавки (Пенетрон Адмикс) и краска (минеральные пигменты).

Таблица 1

Расчет максимально возможного годового объема производства

Показатель	Ед. изм.	Значение показателя
1. Сменная производительность (принимается по паспорту машины, технологической линии)	шт.	2500
2. Количество закупаемого оборудования		1 технологическая линия
3. Число рабочих дней за год (общее число дней в году минус выходные, праздничные дни)	дни	249
4. Коэффициент технической готовности		0,8
5. Отработано машино-дней с учетом коэффициента технической готовности	м/дни	199
6. Коэффициент сменности		2
7. Фонд времени работы оборудования – отработано машино-смен	м/см	398
8. Максимально возможный годовой объем производства	шт.	995 000

Для того, чтобы рассчитать себестоимость единицы продукции, необходимо вычислить потребность в сырье и материалах на годовой объем производства в 2017 году, рассчитать сумму издержек на оплату тру-

да производственных рабочих и составить смету расходов на содержание и эксплуатацию оборудования [1, 2, 5].

Расчет потребности в сырье на единицу продукции представлен в табл. 3.

**Таблица 2**

График освоения производственной мощности (в процентах от проектной мощности) и годовые объемы производства продукции

Производственная мощность, всего	Максимально возможный годовой объем производства	2017	2018	2019	2020
1. Производственная мощность всего в год, %	100	70	80	90	95
в том числе:	25,0	17,5	20	22,5	23,75
кирпич прессованный Т1, %					
кирпич прессованный Т2, %	55,0	38,5	44	49,5	52,25
кирпич прессованный Т3, %	20,0	14	16	18	19
2. Производственная мощность по видам продукции	995000,00	696500	796000	895500	945250
кирпич прессованный Т1, шт.	248750	174125	199000	201487	236312,5
кирпич прессованный Т2, шт.	547250	383075	437800	443273	519887,5
кирпич прессованный Т3, шт.	199000	139300	159200	161190	189050

**Таблица 3**

Расчет потребности в сырье на годовой объем производства строительных материалов на 2017 год

Наименование сырья	Расход на ед. продукции, кг	Годовая потребность в сырье, т	Цена за т сырья, руб.	Стоимость сырья, тыс. руб.
Кирпич прессованный, тип 1				
1. Цемент	0,61	106,22	4 700	499,22
2. Вода	0,793	138,08	53,75	7,42
3. ОДКП	5,49	955,95	104	99,42
4. Химические добавки	–	–	–	–
5. Краска	0,012	2,09	90 000	188,06
Всего	х	х	х	794,11
Кирпич прессованный, тип 2				
1. Цемент	0,61	233,68	4 700	1098,28
2. Вода	0,7625	292,09	53,75	15,70
3. ОДКП	5,49	2103,08	104	218,72
4. Химические добавки	0,0061	2,34	260 000	607,56
5. Краска	0,012	4,60	90 000	413,72
Всего	х	х	х	2 353,97
Кирпич прессованный, тип 3				
1. Цемент	1,22	169,946	4 700	798,75
2А. Вода	0,732	101,9676	53,75	5,48
3. ОДКП	4,88	679,784	104	70,70
4. Химические добавки	0,0122	1,69946	260 000	441,86
5. Краска	0,012	1,6716	90 000	150,44
Всего	х	х	х	1 467,23
Итого	х	х	х	4 615,31

Таким образом, для производства Типа 1 прессованного кирпича, изготовленного на основе ОДКП, требуется 794,11 тыс. руб. в год для покупки сырья, для Типа 2 – 2 353,97 тыс. руб., для Типа 3 продукции – 1 467,23 тыс. руб. Следует отметить, что стеновой искусственный каменный матери-

ал Типа 2 требует больших затрат исходя из прочностных и технико-эксплуатационных характеристик получаемого камня. Относительно низкие затраты на производство кирпича Типа 1 обусловлены отсутствием в составе химических добавок, которые имеют высокую стоимость.

Таблица 4

Калькуляция себестоимости продукции

Статьи расходов	Годовой объем, 696 500 шт.		
	сумма, тыс. руб.	на 1 вид изделия, руб.	Удельный вес статьи в общей сумме расходов, %
1. Сырье и основные материалы	4 615,31	6,63	48,4
T1	794,11	4,56	
T2	2353,97	6,14	
T3	1 467,23	10,53	
2. Оплата труда производственных рабочих, в том числе	929,45	1,33	9,7
T1	232,36	1,33	
T2	511,2	1,33	
T3	185,89	1,33	
3. Суммы отчислений на социальные нужды	278,83	0,40	2,9
T1	69,708	0,40	
T2	153,36	0,40	
T3	55,767	0,40	
4. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	2 067,41	2,97	24,07
T1	355,72	2,97	
T2	1 054,38	2,97	
T3	657,31	2,97	
5. Всего прямых расходов	7 891,00	11,33	90
T1	1 357,73	9,26	
T2	4 024,41	10,84	
T3	2 508,86	15,23	
в т.ч. без амортизационных отчислений	7 635,54	10,96	
6. Расходы на управление производством и общехозяйственные нужды	500	0,72	5,2
в том числе арендная плата	312		
T1	125	0,72	
T2	275	0,72	
T3	100	0,72	
7. Производственная себестоимость, всего:	8 135,54	11,68	95,2
T1	1 482,73	9,98	
T2	4 299,41	11,56	
T3	2 608,86	15,95	
8. Расходы на продажу	454,12	0,65	4,8
T1	113,53	0,65	
T2	249,77	0,65	
T3	90,82	0,65	
9. Полная себестоимость	8 589,66	12,33	100
T1	1 690,43	10,63	
T2	4 342,21	12,21	
T3	2 557,02	16,60	

В рассматриваемом инвестиционном проекте для работы на закупаемом оборудовании, согласно штатному расписанию, требуется 4 основных и 6 вспомогательных рабочих, занятых обслуживанием технологической линии. Продолжительность одного рабочего дня равна 8 часов. Таким образом, трудозатраты основных рабочих равны 7944 часам, вспомогательных – 11916 часам в год. Отсюда следует, что общий фонд заработной платы рабочих основного производства составляет 929,45 тыс. руб. и рабочих вспомогательного производства – 1072,44 тыс. руб.

Калькуляция себестоимости продукции на 2017 год приведена в табл. 4.

Расходы на производство новых видов кирпича рассчитывались исходя из планируемых объемов производства, численности основных и вспомогательных рабочих, расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, арендной платы и расходов на реализацию продукции.

Согласно приведенным выше расчетам, общие расходы на изготовление кирпичей с отсевами дробления карбонатных пород составят в 2017 году 9,537 млн рублей.

Следует отметить, что данное производство относится к числу материалоемких отраслей, поскольку характеризуется большим удельным весом сырья и материалов в структуре затрат, они занимают более 48% всех затрат. Также большую долю в общем объеме затрат занимают расходы на содержание и эксплуатацию оборудования (2,76 млн руб., что составляет почти 29%). Это связано с тем, что для производства стенового камня, получаемого методом сухого прессования из ОДКП Республики Марий Эл, требуется установка и наладка специализированной технологической линии, в которую входит 22 вида оборудования различного функционального назначения. Данная статья затрат включает в себя, помимо наладки оборудования, амортизацию основных средств, заработную плату вспомогательных рабочих и расходы на ремонт.

Таким образом, разработка технологической линии по производству высококачественного искусственного каменного материала на основе комплексного использования местных карбонатных пород позволит производить материал 3 типов в зависимости от его функционального назначения. Себестоимость инновационных материалов невысокая, а качество значительно выше аналогичных материалов у конкурентов.

## Список литературы

1. Егорова А.В. Управление затратами на предприятиях промышленности строительных материалов в условиях нестабильной экономической среды // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 12–11. – С. 2393–2397.
2. Кардакова Р.В. Бизнес-план инвестиционного проекта: учеб. пособие для студ. спец. 060400 «Финансы и кредит» / Р.В. Кардакова, Л.В. Смоленникова, Т.Г. Колесникова, М.С. Караева. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. – 63 с.
3. Кононова О.В., Черепов В.Д. Модифицированный искусственный камень на основе отсевов дробления карбонатных пород [Электронный ресурс] // *Современные проблемы науки и образования*. – 2013. – № 1.; Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=8295>.
4. Кононова О.В., Черепов В.Д. Структурообразование искусственного камня на основе отсевов дробления карбонатных пород // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 9–6. – С. 1200–1204.
5. Ситникова В.В. К вопросу об организации комплексного экономического анализа хозяйственной деятельности промышленных предприятий и систематизации его результатов [Текст] / В.В. Ситникова // *Экономика и управление в социально-экономических системах: сб. статей*. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. – С. 140–142.
6. Талпа Б.В. Новые виды минерального сырья на Юге России / Б.В. Талпа, Н.И. Бойко // *Изв. вузов. Северо-Кавказский Регион*. – 1995. – № 1.
7. Форопонов К.С. Прессованный кирпич на основе мягкого мела и мелоподобных горных пород Ростовской области: дис. канд. техн. наук: 05.23.05 / К.С. Форопонов. – Ростов н/Д, 2010. – 212 с.
8. Черепов В.Д. Искусственный каменный материал на основе отсевов дробления карбонатных пород: Автореф. дис. канд.тех.наук. – Иваново, 2015. – 18 с.

## References

1. Egorova A.V. Upravlenie zatratami na predpriyatijah promyshlennosti stroitelnykh materialov v usloviyah nestabilnoj jekonomicheskoy sredy // *Fundamentalnye issledovaniya*. 2014. no. 12–11. pp. 2393–2397.
2. Kardakova R.V. Biznes-plan investicionnogo proekta: ucheb. posobie dlja stud. spec. 060400 «Finansy i kredit» / R.V. Kardakova, L.V. Smolennikova, T.G. Kolesnikova, M.S. Karaeva. Joshkar-Ola: MarGTU, 2004. 63 p.
3. Kononova O.V., Cherepov V.D. Modificirovannyj iskusstvennyj kamen na osnove otsefov droblenija karbonatnykh porod [Elektronnyj resurs] // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2013. no. 1.; Rezhim dostupa: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=8295>.
4. Kononova O.V., Cherepov V.D. Strukuroobrazovanie iskusstvennogo kamnja na osnove otsefov droblenija karbonatnykh porod // *Fundamentalnye issledovaniya*. 2014. no. 9–6. pp. 1200–1204.
5. Sitnikova V.V. K voprosu ob organizacii kompleksnogo jekonomicheskogo analiza hozjajstvennoj dejatel'nosti promyshlennykh predpriyatij i sistematizacii ego rezultatov [Tekst] / V.V. Sitnikova // *Jekonomika i upravlenie v socialno-jekonomicheskikh sistemah: sb. statej*. Joshkar-Ola: MarGTU, 2000. pp. 140–142.
6. Talpa B.V. Novye vidy mineralnogo syrja na Juge Rossii / B.V. Talpa, N.I. Bojko // *Izv. vuzov. Severo-Kavkazskij Region*. 1995. no. 1.
7. Foroponov K.S. Pressovannyj kirpich na osnove mjagkogo mela i melopodobnykh gomnykh porod Rostovskoj oblasti: dis. kand. tehn. nauk: 05.23.05 / K.S. Foroponov. Rostov n/D, 2010. 212 p.
8. Cherepov V.D. Iskusstvennyj kamennyj material na osnove otsefov droblenija karbonatnykh porod: Avtoref. dis. kand. teh.nauk. Ivanovo, 2015. 18 p.

УДК 331.104.2

**ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ КУЛЬТУРЫ ОРГАНИЗАЦИИ****Якимова З.В., Масилова М.Г.***ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», Владивосток,  
e-mail: marina.masilova@vvsu.ru*

Статья посвящена осмыслению понятий «организационная культура» и «корпоративная культура» в контексте культуры организации. Выявление специфики структурных элементов культуры организации обосновывает необходимость дифференцированного подхода при диагностике организационной и корпоративной культуры. Методологическую основу составляет рационально-прагматический подход. Диагностика культуры организации рассматривается в качестве инструмента для принятия управленческих решений и осуществления организационных изменений. Результаты исследования определяют специфическую роль диагностики каждого структурного элемента системы. Сделан вывод, что диагностика организационной культуры подразумевает поиск возможностей для повышения эффективности организации трудового процесса, поиск оптимальных моделей организационного поведения, регламентации и капитализации накопленного опыта. Диагностика корпоративной культуры подразумевает поиск возможностей для усиления конкурентоспособности организации посредством сплочения сотрудников и мобилизации человеческого ресурса, повышения лояльности и приверженности персонала.

**Ключевые слова:** культура организации, организационная культура, корпоративная культура, организационная диагностика, организационные изменения, управленческие решения

**DIAGNOSTIC FEATURES OF THE CULTURE OF THE ORGANIZATION****Yakimova Z.V., Masilova M.G.***Federal State-Funded Educational Institution of Higher Professional Education «Vladivostok State University of Economics and Service», Vladivostok, e-mail: marina.masilova@vvsu.ru*

The article is devoted to the understanding of the concepts of «organizational culture» and «corporate culture» in the context of the culture of the organization. To identify the specifics of the structural elements of the culture of the organization justifies the need for a differentiated approach in the diagnosis of organizational and corporate culture. The methodological basis is rational-pragmatic approach. Diagnosis of the culture of the organization is seen as a tool for managerial decision-making and implementation of organizational changes. The results of the study define the specific role of diagnosis of each structural element of the system. It is concluded that diagnosis of the organizational culture involves finding ways to improve the organization of the labor process, the search for optimal models of organizational behavior, regulation and capitalization of experience. Diagnostics of corporate culture is the search for opportunities to enhance the competitiveness of the organization by means of uniting employees and the mobilization of human resources, loyalty and commitment of staff.

**Keywords:** the culture of the organization, organizational culture, corporate culture, organizational diagnosis, organizational changes, management decisions

Организационная диагностика давно рекомендовала себя в качестве надежного инструмента создания базы для принятия управленческих решений. В самом общем смысле под организационной диагностикой подразумевается процесс распознавания проблемы организации, установление степени отклонения от нормального функционирования.

Классификация форм и видов организационной диагностики может осуществляться по разным основаниям: выбору методологии, уровням диагностики, степени формализации, объективности, целям, времени проведения, широте охвата, диагностическому инструментарию и др. При этом методологической основой для выбора направления и программы действий исследователя служат модели организации и организационной диагностики. Наиболее популярные из них: Рамочная концепция организационной диагностики (Andrew H.

Van de Ven and Diane Ferry, 1980) [7]; Организационная модель М. Вайсборда «Шесть ячеек» (Marvin R. Weisbord, 1978) [8]; Модель У. Берка и Дж. Литвина (Warner Burke, George Litwin, 1968, доработка 1992, 2008) [6]. Однако следует отметить, что данные модели не всегда подходят к конкретной организации, их специфика требует эмпирического обоснования и принятия адаптированной рабочей модели. В связи с этим возникает необходимость разработки более универсальной модели организационной диагностики. В качестве такой модели авторами статьи предлагается один из наиболее востребованных и перспективных вариантов организационной диагностики – диагностика культуры организации.

Чаще всего потребность в диагностике культуры организации инициируется с целью получения дополнительной информации для принятия управленческих решений. Как правило, эта информация

затрагивает как текущие, так и стратегические задачи бизнеса, а также прогнозирование потенциала организационных изменений. В этом случае диагностика позволяет не только выявить «очаги заражения» организации (конфликты, разрушительные ценности и установки, оппозиционные субкультуры и т.д.), но и психологически подготовить сотрудников к неизбежным изменениям и преобразованиям.

Результаты диагностики позволяют получить комплексное представление о текущей ситуации в организации, настрое трудового коллектива и обосновать необходимость организационных изменений. Кроме того, результаты диагностики дают руководителям «подсказки»: какие лучше инструменты и механизмы изменений задействовать, чтобы повысить эффективность внедрения изменений и снизить естественное сопротивление персонала, увеличить лояльность и приверженность сотрудников, повысить удовлетворённость трудом, коллективом и организацией в целом. Диагностика культуры необходима также перед планированием изменений в самой культуре (обновлением и пересмотром ценностных установок, традиций, обычаев, миссии и т.д.).

Итогом организационной диагностики будет интеллектуальный продукт, определяющий состояние организации в четырех временных перспективах: какой она была, какой является в настоящее время, какой может стать, какой должна быть.

Анализ тематических публикаций и собственный опыт руководства консалтинговыми проектами позволил авторам статьи выделить в структуре культуры организации два взаимодополняющих направления диагностики: диагностика организационной культуры и диагностика корпоративной культуры.

Авторы статьи являются сторонниками рационально-прагматического подхода, рассматривая организационную и корпоративную культуру в качестве инструментов управления организационными изменениями. В контексте статьи организационная и корпоративная культура представлены как смежные, но не тождественные понятия.

Из всего многообразия определений в качестве рабочего варианта была выбрана трактовка Э. Шейна, который определяет **организационную культуру** как комплекс базовых предположений, избранный, обнаруженный или разработанный группой, совокупность моделей поведения, которые приобретены организацией в процессе адаптации к внешней среде и внутренней интеграции, показав-

шие свою эффективность и разделяемые большинством членов организации [4]. Соответственно, целью существования *организационной культуры* является внутри-организационное выстраивание системы координат, обеспечивающее передачу накопленного организационного опыта при адаптации к меняющимся условиям и интеграции новых идей в уже существующий опыт. Такой механизм обеспечивает организации одновременно и гибкость в новых условиях и сохранность во времени.

Если же мы говорим об отличительных атрибутах, свойственных конкретной организации, наличие которых является пропуском в «свой круг», создает чувство «мы», а их отсутствие – становится барьером, препятствием при попытках «чужака» проникнуть в коллектив организации – в этом случае более уместным будет термин «**корпоративная культура**». При этом целью существования *корпоративной культуры* является выстраивание системы координат как внутри организации, так и в рамках профессионального сообщества, позволяющей сотрудникам ощутить «границы» своей организационной идентичности и профессиональной принадлежности [1].

Авторы статьи разделяют точку зрения В.А. Спивак, который дает такое определение – корпоративная культура – это система материальных и духовных ценностей, проявлений, взаимодействующих между собой, присущих данной корпорации, отражающих ее индивидуальность и восприятие себя и других в социальной и вещественной среде, проявляющаяся в поведении, взаимодействии, восприятии себя и окружающей среды [3].

Таким образом, корпоративная культура, с одной стороны, объединяет интересы членов организации всех уровней, всех ее территориальных и отраслевых подразделений за счет формирования ощущения принадлежности, идентичности, вовлеченности в дела организации и приверженности ей; подтверждает их причастность к организации за счет соблюдения корпоративных (общих для всей организации) традиций, обрядов, ритуалов, следования принятым нормам и образцам поведения, принятия атрибутов корпоративной принадлежности (элементы корпоративной символики, фирменный стиль). С другой стороны, корпоративная культура проводит границу между «мы» (организация, коллеги, профессионалы) и «они» («другие», конкуренты, внешняя среда), что обеспечивает лояльность сотрудников компании, их преданность и приверженность фирме, а также служит барьером для проникновения не-

желательных тенденций и отрицательных ценностей из внешней среды. Иначе говоря, корпоративная культура служит внутренним фильтром, «притягивая» подходящих сотрудников с соответствующими интересам и требованиям организации качествами, представлениями, образцами поведения и «выталкивая» всех неугодных, не вписавшихся в традиции, нормы и стандарты данной организации [5].

Понимание существующих отличий при рассмотрении структурных элементов культуры организации позволяет проводить более детализированную организационную диагностику, а значит, более достоверно выявлять первопричину организационных сбоев и дисфункций.

Разберем каждый из структурных элементов с учетом особенностей диагностики культуры организации (в разрезе организационной и корпоративной культуры).

Первым и наиболее значимым элементом структуры является **ценностно-нормативная подструктура**: основные ценности, разделяемые в организации; корпоративные традиции, обычаи и ритуалы; корпоративные правила и стандарты. Во многом система ценностей, принятая в организации, будет зависеть от идеологии руководящего состава.

Для организационной культуры основной акцент сосредоточен на сохранении организационного опыта во времени, преемственности традиций, обычаев и ритуалов от поколения к поколению сотрудников; донесении до новичков устоев и заложенных основателями организации правил, норм и ценностей, которые на протяжении существования компании доказали свою правильность и эффективность. Основу передачи опыта составляют корпоративные стандарты поведения и внутрифирменные документы, регламентирующие правила и нормы поведения в тех или иных организационных ситуациях.

Для корпоративной культуры основной акцент в рассмотрении ценностно-нормативной подструктуры ставится на степень сближения (и соответствия) ценностей и норм организации с ценностями и нормами поведения сотрудников. Диапазон принятия очень широк и может варьировать от полного отрицания до полного принятия, слияния личных и организационных ценностей. В качестве основных документов, регламентирующих ценностно-нормативную подструктуру корпоративной культуры, можно рассматривать кодекс профессиональной этики, философию организации.

Вторым элементом принято считать **организационно-штатную подструктуру**,

которая выражена через формальную и неформальную иерархию власти, лидерства, подчиненности; субординацию, нормы и правила внутреннего взаимодействия, связанные с должностной структурой и должностными обязанностями.

Подписывая трудовой договор, сотрудник соглашается выполнять определенный объем работы за определенное вознаграждение в соответствии с обозначенной должностью и в рамках принятых в организации правил и норм, т.е. организационной культуры.

В контексте корпоративной культуры учитывается степень удовлетворенности сотрудника занимаемой должностью, ожидания относительно занимаемой должности, наличие /отсутствие карьерного плана и перспектив должностного роста, которые могут оказать существенное влияние на эффективность труда и приверженность к организации.

Третьим элементом рассмотрим **подструктуру коммуникаций**, которая отражает формализованные и неформализованные информационные потоки, качество коммуникаций (потерю и преобразование информации); целенаправленные действия по внутреннему PR и формированию установок; стиль ведения переговоров с деловыми партнерами.

В рамках организационной культуры рассматриваются официальные, формализованные потоки информации (приказы, распоряжения, указания, принятые решения на организационных мероприятиях: планерках, собраниях, совещаниях). Язык таких коммуникаций – профессионально-деловой. Взаимодействие с деловыми партнерами происходит в формате коммерческих предложений, официальных встреч и переговоров.

В рамках корпоративной культуры рассматриваются неформальные информационные потоки (слухи, сплетни, утечка информации, неформальный обмен мнениями во время перекуров, чаепитий, совместных обедов и корпоративных мероприятий). Как правило, язык общения – бытовой, часто используется сленг, понятный только узкому кругу лиц. Решение организационных вопросов и задач происходит исключительно через личные «связи», выход на «нужных людей» – через знакомых и родственников. Особую роль в формировании коммуникаций играет учет специфики национального менталитета, в частности склонность к росту бюрократизации с ростом организации, а также исконно российские сложности с выстраиванием коммуникаций с государственными органами и инстанциями.

Четвертым элементом структуры является *подструктура социально-психологических отношений*. Она формирует структуру взаимных симпатий, выборов, предпочтений; систему ролей в организации (конструктивных, деструктивных и др.); внутреннюю позиционность и конфликтность; отношение к руководителям.

Система отношений, лежащая в основе организационной культуры, ориентирована исключительно на деловое взаимодействие и решение профессиональных задач. Именно в деловом контексте происходит формирование рабочих групп, бригад, проектных команд. Так же могут быть рассмотрены отношения руководства к работникам, работников к руководству, персонала к работе, работников к клиентам и партнерам. Все эти цепочки отношений имеют исключительно рабочий характер, связанный с деятельностью организации. Стиль управления соотносится с типом социальной зрелости и уровнем профессионализма исполнителей. На первый план выходит социально-психологический климат, отражающий систему взаимоотношений, основанную на совместимости сотрудников по психофизиологическим характеристикам: темпераменту и характеру.

Для системы отношений, иллюстрирующих корпоративную культуру, свойственно выделение эмоционального лидера, формирование субкультуры и группировок по интересам. В том числе может быть рассмотрена причастность сотрудника к профессиональному сообществу, выходящему за рамки данной организации. Он входит в это сообщество не по служебному долгу, а по сходству интересов. Стиль управления целесообразно рассматривать исходя из специфики личностных качеств и мировоззренческих установок руководителя. На первый план выходит морально-психологический климат, отражающий совместимость сотрудников на уровне мировоззренческих установок и личностной системы ценностей.

Пятым элементом является *игровая (мифологическая) подструктура*, в которую включены корпоративные предания (история); мифы и легенды об организации, ее сотрудниках и руководителях; игры, в которые играют сотрудники.

Для организационной культуры речь идет о мифах и легендах, передающих корпоративный опыт и формирующих установки на правильное понимание одобряемого / неодобряемого поведения. Сюда можно отнести мифы и легенды о героях и антигероях организации, миф о начале организации и её первооснователях, о покровителях и внешних врагах и т.д. [2].

Система ролей также носит исключительно деловой характер, например эксперт, прагматик, скептик и т.д. В рамках игровой подструктуры организационной культуры новички выбирают себе наставников, а мэтры организации – преемников. На уровне артефактов – создается музей организации, архив, хранилище, склад.

В контексте корпоративной культуры мифы и легенды являются отражением совместного опыта, совместно пережитых событий. Как правило, воспоминания о таких событиях запечатлены в корпоративной газете, фотоколлаже, корпоративных анекдотах. Основная цель – формирование чувства «мы», сопричастности к совместно пережитому опыту. Актуально только то, что сопережито вместе – это сближает и объединяет. Роли также отражают специфику эмоциональных отношений. На первый план выходит личностный аспект, который позволяет выявить ключевую характеристику типажа, например «шут», «шестерка», «серая мышь», «козел отпущения» и т.д. Обязательный атрибут – система социальных игр (служебные романы, интриги, протезе, моббинг и т.д.).

Шестым элементом структуры является *подструктура внешней идентификации*, представленная фирменным стилем, брендингом, цветовой гаммой, дресс-кодом, логотипом, слоганом и остальной атрибутикой, формирующей имидж организации.

В рамках организационной культуры элементы идентификации используются для формирования образа организации как работодателя, повествуют новичкам об истинном смысле и значении существующих символов.

В рамках корпоративной культуры элементы идентификации используются для формирования образа организации как поставщика товаров и услуг; по рекламной продукции, раздаточному материалу в сознании потребителей и партнеров формируется уникальный образ организации, отличный от образа конкурентов. Для формирования чувства «мы» символика организации широко используется в корпоративных сувенирах и деловых атрибутах (ручки, блокноты, футболки, кепки, кружки и т.д., выполненные в цветовой гамме с логотипами организации).

Таким образом, при одинаковой, на первой взгляд, структуре организационной и корпоративной культуры выявляются значительные различия в рассмотрении каждого из структурных элементов. Для полноценного решения диагностических задач необходимо учитывать, что подбор различных методов и методик организаци-



онной диагностики должен осуществляться к каждому структурному элементу в разрезе организационной и корпоративной культур. Диагностика организационной культуры позволит найти возможность для повышения эффективности организации трудового процесса, введения оптимальных моделей организационного поведения, регламентации и капитализации накопленного опыта. Диагностика корпоративной культуры даст шанс для усиления конкурентоспособности организации путем сплочения сотрудников и мобилизации человеческого ресурса, повышения лояльности и приверженности персонала.

Понимание специфики акцентов диагностики, рациональный выбор методов и методик исследования позволит комплексно и наиболее эффективно решить диагностическую задачу. А это значит – поможет организации и её сотрудникам выйти на новый виток развития.

#### Список литературы

1. Богдан Н.Н., Масилова М.Г., Парфенова И.Ю. Организационная культура вуза: теория, исследование, практика. Монография. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2014. – 228 с.
2. Крымчанинова М.В. Мифы управляют миром... и бизнесом? [Текст] / М.В. Крымчанинова // Управление персоналом. – 2005. – № 11 (117). – С. 59–66.
3. Спивак В.А. Корпоративная культура [Текст] / В.А. Спивак. – СПб.: Питер, 2001. – 352 с.

4. Шейн Э. Организационная культура и лидерство [Текст] / Э. Шейн; под ред. Т.Ю. Ковалевой. – СПб.: Питер, 2007. – 336 с.

5. Якимова З.В. Организационная и корпоративная культура: точки пресечения и специфические особенности [Текст] / З.В. Якимова, В.И. Николаева // Проблемы и перспективы развития экономики и управления. – Новосибирск: Априори, 2011. – С. 223–227.

6. Burke W.W., Lake D.G., Paine J.W. Organization Change: A Comprehensive Reader. San-Francisco: Jossey-Bass, 2008.

7. Van de Ven A., Ferry D. Measuring and Assessing Organizations. N.Y.: John Wiley, 1980.

8. Weisbord M.R. Organizational Diagnosis: A Workbook of Theory and Practice. Reading, MA: Addison-Wesley, 1978.

#### References

1. Bogdan N.N., Masilova M.G., Parfenova I.Ju. Organizacionnaja kultura vuza: teorija, is-sledovanie, praktika. Monografija. Vladivostok: Izd-vo VGUJeS, 2014. 228 p.

2. Krymchaninova M.V. Mify upravljajut mirom... i biznesom? [Tekst] / M.V. Krymchaninova // Upravlenie personalom. 2005. no. 11 (117). p. 59–66.

3. Spivak V.A. Korporativnaja kultura [Tekst] / V.A. Spivak. SPb.: Piter, 2001. 352 p.

4. Shejn Je. Organizacionnaja kultura i liderstvo [Tekst] / Je. Shejn; pod red. T.Ju. Kovalevoj. SPb.: Piter, 2007. 336 p.

5. Jakimova Z.V. Organizacionnaja i korporativnaja kultura: točki presechenija i specificheskie osobennosti [Tekst] / Z.V. Jakimova, V.I. Nikolaeva // Problemy i perspektivy razvitija jekonomiki i upravlenija. Novosibirsk: Apriori, 2011. pp. 223–227.

6. Burke W.W., Lake D.G., Paine J.W. Organization Change: A Comprehensive Reader. San-Francisco: Jossey-Bass, 2008.

7. Van de Ven A., Ferry D. Measuring and Assessing Organizations. N.Y.: John Wiley, 1980.

8. Weisbord M.R. Organizational Diagnosis: A Workbook of Theory and Practice. Reading, MA: Ad-dison-Wesley, 1978.