

---

---

# ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 3 2016  
Часть 2

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. Бошнятов 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.э.н., проф. Савон Д.Ю. (Ростов-на-Дону); 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. Валинурова В.А. (Уфа); д.э.н., проф. Косякова И.В. (Самара); д.э.н., проф. Нечеухина Н.С. (Екатеринбург)

---

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) = 0,630.**

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 22.03.2016

Формат 60x90 1/8

Типография

ООО «Научно-издательский центр

Академия Естествознания»,

г. Саратов, ул. Мамонтовой, 5

Технический редактор

Кулакова Г.А.

Корректор

Галенкина Е.С.

Усл. печ. л. 26,88.

Тираж 1000 экз. Заказ ФИ 2016/3

© ИД «Академия Естествознания»

## СОДЕРЖАНИЕ

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

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОМПОЗИТОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ <i>Акопян А.Л., Глухих В.Н., Прилуцкий А.А.</i> .....	235
АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНОЙ ТОКА НАМАГНИЧИВАНИЯ В ДАТЧИКЕ ПОТЕРЬ НА ПЕРЕМАГНИЧИВАНИЕ <i>Вильданов Р.Г., Фомичев С.С., Недоспасов К.В., Новоженин Е.В.</i> .....	240
ЗАДАЧА ПОСТРОЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ВИДОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПО ОГРАНИЧЕННОМУ ОБЪЕМУ НЕОДНОРОДНОЙ АПРИОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ <i>Грушковский П.А., Шишкин Е.В., Пудиков В.В.</i> .....	245
К ВОПРОСУ О ТЕРМИЧЕСКОМ ПОВЕДЕНИИ РЯДА АМИНОФЕНОЛЬНЫХ ОТВЕРДИТЕЛЕЙ ЭПОКСИДНЫХ ПОЛИМЕРОВ <i>Дудина Е.С., Медведева К.А., Черезова Е.Н.</i> .....	250
ИЗУЧЕНИЕ ВИНИЛЭФИРНОЙ СМОЛЫ И ОТВЕРЖДАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ <i>Ерофеев В.Т., Деряева Е.В., Казначеев С.В., Танасейчук Б.С.</i> .....	255
ОСОБЕННОСТИ ПОЛУАНАЛИТИЧЕСКОГО СИМУЛИРОВАНИЯ РАССЕЙЯНИЯ ЭМВ ОТ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СФЕРЫ <i>Зейде К.М.</i> .....	263
О МЕТОДАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОСНОВНЫХ СТАДИЙ РАЗВИТИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ КАВИТАЦИИ <i>Капанова А.Б., Лебедев А.Е., Мельцер А.М., Неклюдов С.В., Серов Е.М.</i> .....	268
ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЯ ИЗ ИЗВЕСТНЯКА РЕЧНОГО НА ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ <i>Коротаев С.А., Калашиников В.И., Ерофеева И.В., Емельянов Д.В., Пастушков П.П., Павленко Н.В., Панфилов С.А., Фомин Ю.А.</i> .....	274
ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ БЕЗДУГОВОГО ГАШЕНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ <i>Лотоцкий В.Л., Лузинский В.Т.</i> .....	279
ОБ ИССЛЕДОВАНИИ УСТОЙЧИВОСТИ ЭРЕДИТАРНОГО ОСЦИЛЛЯТОРА ВАН-ДЕР-ПОЛЯ <i>Паровик Р.И.</i> .....	283
МЕТОД МОБИЛЬНОЙ КОММУТАЦИИ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ К ДИСКРЕТНЫМ СИСТЕМАМ, КОНФИГУРИРУЕМЫМ НА КРИСТАЛЛАХ <i>Рябцев В.Г., Шубович А.А.</i> .....	288
ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПОНИРОВАНИЯ НА СТАРЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ С ЗАЩИТНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ <i>Старцев О.В., Молоков М.В., Махоньков А.Ю., Ерофеев В.Т., Гудожников С.С.</i> .....	293
ОБЩИЕ ВОПРОСЫ И ПРОБЛЕМЫ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО МОЛНИЕЗАЩИТЕ И ЗАЗЕМЛЕНИЮ НА ОБЪЕКТАХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА <i>Сухачев И.С., Чепур П.В.</i> .....	301

ОЦЕНКА РОЛИ ВЛИЯНИЯ МЕСТНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ ОКА <i>Уразгулова М.М., Ксандров Н.В.</i> .....	305
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ В СЕВЕРНЫХ РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ <i>Царегородцев А.Л.</i> .....	310
ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ КОНЦЕВЫХ ФРЕЗ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ <i>Чазов П.А., Беспалов П.Н., Коровин Г.И.</i> .....	316

#### **Экономические науки (08.00.00)**

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В СИСТЕМЕ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКУПОК НА ЭФФЕКТИВНОЕ РАСХОДОВАНИЕ БЮДЖЕТНЫХ СРЕДСТВ И ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ГОСУДАРСТВА <i>Агапова Е.В.</i> .....	320
ДИНАМИКА ОСНОВНЫХ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ РОССИИ В КОНТЕКСТЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ САНКЦИЙ <i>Асланова Л.О., Батова Б.З., Аликаева М.В.</i> .....	325
ОСОБЕННОСТИ МОТИВАЦИИ СОТРУДНИКОВ АУТСОРСИНГОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ <i>Балдин О.В.</i> .....	330
ИНТЕГРАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ: ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТИ <i>Гавриленко Т.Ю., Зулкашева Д.Н.</i> .....	334
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ДИНАМИКА ОБЪЕМОВ ПОСТАВОК ТРОСТНИКОВОГО САХАРА В РОССИЮ <i>Галицкий С.В., Ощепкова П.А.</i> .....	339
СТРАТЕГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ КОМПЛЕКСА ПРЕДПРИЯТИЙ АВИАСТРОЕНИЯ: АСПЕКТ ИННОВАЦИОННОСТИ <i>Гафиатуллин В.А.</i> .....	344
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ВОСПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС КАК ОСНОВА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ: СОЦИАЛЬНЫЙ АСПЕКТ <i>Гешева М.В., Гешев А.В.</i> .....	349
МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ <i>Гусарова О.М., Кузьменкова В.Д.</i> .....	354
ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ КЛАСТЕРНЫХ СИСТЕМ <i>Гусейнов А.Г., Гаджиев А.З.</i> .....	360
О ПОТЕНЦИАЛАХ РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ ТАТАРСТАН И БАШКОРТОСТАН. АРХИТЕКТУРА ОЦЕНКИ ИХ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ <i>Данько Т.П., Никонова С.А.</i> .....	368
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕР ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОЛИТИКИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ <i>Ершова И.Г., Ершов А.Ю.</i> .....	375

КЛАССИЧЕСКИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЮ РИСКОВ АКТИВОВ	
<i>Иванюк В.А., Андропов К.Н., Егорова Н.Е.</i> .....	380
РАЗВИТИЕ БИЗНЕС-ОБРАЗОВАНИЯ КАК ДЕТЕРМИНАНТА ИННОВАЦИОННОГО ОБНОВЛЕНИЯ ЭКОНОМИКИ	
<i>Кауфман Н.Ю., Ширинкина Е.В.</i> .....	385
МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ УРОВНЯ БЛАГОСОСТОЯНИЯ НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНА В КОНТЕКСТЕ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА	
<i>Ковальчук Л.Б.</i> .....	390
ЗЕЛЁНАЯ ЭКОНОМИКА И ЗЕЛЁНЫЙ РОСТ: ЭВОЛЮЦИЯ НОРМАТИВНОГО ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	
<i>Липина С.А., Агапова Е.В., Липина А.В.</i> .....	395
ФУНКЦИИ ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ И ВИДЫ ДЕНЕЖНЫХ ПОТОКОВ В МЕХАНИЗМЕ УПРАВЛЕНИЯ ОБОРОТНЫМ КАПИТАЛОМ ОРГАНИЗАЦИЙ	
<i>Петрова Ю.М., Лытнева Н.А.</i> .....	400
СТРАТЕГИЯ И МЕХАНИЗМЫ СОГЛАСОВАНИЯ ИНТЕРЕСОВ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СУБЪЕКТОВ	
<i>Раджабова З.К., Камалова П.М.</i> .....	405
ПРОБЛЕМЫ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ДИСБАЛАНСА ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ	
<i>Русскова Е.Г., Корнеев Д.Г.</i> .....	409
РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА РАЦИОНАЛЬНОГО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЗАХСТАНЕ	
<i>Сихимбаев М.Р., Ханов Т.А., Сихимбаева Д.Р., Боярский В.Г.</i> .....	414
ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ АГРАРНОГО КЛАСТЕРА В КАЗАХСТАНЕ	
<i>Смагулова Ж.Б.</i> .....	419
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И СТРУКТУРНАЯ ПОЛИТИКА КАК ФАКТОРЫ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ В УСЛОВИЯХ КРИЗИСА	
<i>Суслова Ю.Ю., Демченко О.С.</i> .....	423
ИНФРАСТРУКТУРА СФЕРЫ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫХ УСЛУГ	
<i>Тельных В.В., Суслова Ю.Ю.</i> .....	428
ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ПАРКА, ОТРАЖАЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ ФАКТОРОВ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ-РЕЗИДЕНТОВ ПЛОЩАДКИ	
<i>Тиханов Е.А., Криворотов В.В., Чепур П.В.</i> .....	432
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ КЛАСТЕРОВ	
<i>Шехтман А.Ю.</i> .....	437

---

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

THE USE OF SOME NATURAL MATERIALS IN THE DEVELOPMENT OF COMPOSITES FOR THE BUILDING INDUSTRY <i>Akopyan A.L., Glukhikh V.N., Prilutskiy A.A.</i> .....	235
AUTOMATIC CONTROLLING THE MAGNITUDE OF MAGNETIZING CURRENT IN THE SENSOR OF LOSSES ON REMAGNETIZATION <i>Vildanov R.G., Fomichev S.S., Nedospasov K.V., Novozhenin E.V.</i> .....	240
THE TASK OF CONSTRUCTING IMAGES OF THE TECHNICAL CONDITION ON THE BASIS OF A LIMITED AMOUNT OF THE HETEROGENEOUS A PRIORI INFORMATION IN THE REFRIGERATION SYSTEMS <i>Grushkovskiy P.A., Shishkin E.V., Pudikov V.V.</i> .....	245
TO THE QUESTION ABOUT THERMAL BEHAVIOUR OF AMINOFENOLNY HARDENERS IN EPOXY POLYMERS <i>Dudina E.S., Medvedeva K.A., Cherezova E.N.</i> .....	250
STUDYING OF VINYLESTER PITCH AND THE IK-SPECTROSCOPY METHOD CURING SYSTEMS <i>Erofeev V.T., Deryaeva E.V., Kaznacheev S.V., Tanaseychuk B.S.</i> .....	255
FEATURES OF SEMIANALYTICAL SIMULATION OF THE EM SCATTERING BY ROTATING DIELECTRIC SPHERE <i>Zeyde K.M.</i> .....	263
METHODS OF MODELING THE DEVELOPMENTAL STAGES OF HYDRODYNAMIC CAVITATION <i>Kapranova A.B., Lebedev A.E., Meltser A.M., Neklyudov S.V., Serov E.M.</i> .....	268
INFLUENCE OF FILLER ON THE LIMESTONE FLUVIAL ON THERMAL CONDUCTIVITY OF CEMENT COMPOSITES <i>Korotaev S.A., Kalashnikov V.I., Erofeeva I.V., Emelyanov D.V., Pastushkov P.P., Pavlenko N.V., Panfilov S.A., Fomin Y.A.</i> .....	274
INNOVATIVE APPROACH OF SOLVING THE ISSUE WITH AN ARC-LESS TURN OFF, OF A MAGNETIC FIELD <i>Lototskiy V.L., Luzinskiy V.T.</i> .....	279
STUDY ON STABILITY OF HEREDITARITY OSCILLATOR VAN DER POL <i>Parovik R.I.</i> .....	283
METHOD FOR THE MOBILE SWITCHING MEANS OF DIAGNOSING DISCRETE SYSTEMS, CONFIGURABLE ON THE CRYSTALS <i>Ryabtsev V.G., Shubovich A.A.</i> .....	288
THE INFLUENCE OF NATURAL EXPOSURE CONDITIONS ON WEATHERING OF WOOD WITH PROTECTIVE COATINGS <i>Startsev O.V., Molokov M.V., Makhonkov A.Y., Erofeev V.T., Gudozhnikov S.S.</i> .....	293
GENERAL ISSUES AND CHALLENGES NORMATIVE DOCUMENTATION ON LIGHTNING PROTECTION AND GROUNDING ON OBJECTS OF FUEL AND ENERGY COMPLEX <i>Sukhachev I.S., Chepur P.V.</i> .....	301

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF LOCAL POLLUTION ON THE SURFACE WATERS IN THE LOWER REACHES OF THE OKA RIVER <i>Urazgulova M.M., Ksandrov N.V.</i> .....	305
THE TELEMEDICINE USING EFFECTIVENESS IN THE NORTHERN REGION OF THE RUSSIAN FEDERATION <i>Tsaregorodtsev A.L.</i> .....	310
FEATURES APPLICATIONS OF END MILLS FOR PROCESSING TITANIUM ALLOY AND HARD STEELS <i>Chazov P.A., Bespalov P.N., Korovin G.I.</i> .....	316
<b>Economic sciences (08.00.00)</b>	
MEASURES OF IMPACT OF CHANGE OF THE LEGISLATION IN SYSTEM OF GOVERNMENT PROCUREMENTS ON THE EFFECTIVE EXPENDITURE OF BUDGETARY FUNDS AND ECONOMIC ACTIVITY OF THE STATE <i>Agapova E.V.</i> .....	320
DYNAMICS OF THE MAIN MACROECONOMIC INDICATORS OF RUSSIA IN THE CONTEXT OF ECONOMIC SANCTIONS <i>Aslanova L.O., Batova B.Z., Alikaeva M.V.</i> .....	325
FEATURES OF MOTIVATION OF EMPLOYEES OF OUTSOURCING COMPANIES <i>Baldin O.V.</i> .....	330
INTEGRATION PROCESSES IN HIGH SCHOOL: RESEARCH TASK OF MANAGEMENT AND EFFECTIVENESS <i>Gavrilenko T.Y., Zulkasheva D.N.</i> .....	334
THE TECHNOLOGY AND DYNAMICS OF SUPPLIES OF CANE SUGAR TO RUSSIA <i>Galitskiy S.V., Oschepkova P.A.</i> .....	339
STRATEGIC DEVELOPMENT OF COMPLEX OF ENTERPRISES OF AIRCRAFT INDUSTRY: INNOVATION ASPECT <i>Gafiatullin V.A.</i> .....	344
REGIONAL REPRODUCTION PROCESS AS COMPETITIVENESS BASIS: SOCIAL ASPECT <i>Gesheva M.V., Geshev A.V.</i> .....	349
MODELING AND ANALYSIS OF THE TRENDS OF DEVELOPMENT OF REGIONAL ECONOMY <i>Gusarova O.M., Kuzmenkova V.D.</i> .....	354
PROBLEMS OF FORMATION OF REGIONAL CLUSTER SYSTEMS <i>Guseynov A.G., Gadzhiev A.Z.</i> .....	360
ABOUT THE DEVELOPMENT POTENTIALS OF THE REGIONS OF TATARSTAN AND BASHKORTOSTAN. ARCHITECTURE ASSESSMENT OF THEIR COMPETITIVENESS <i>Danko T.P., Nikonova S.A.</i> .....	368
THE EFFECTIVENESS EVALUATION OF THE STATE REGULATION MEASURES OF IMPORT SUBSTITUTION POLICY <i>Ershova I.G., Ershov A.Y.</i> .....	375
CLASSICAL AND MODERN APPROACHES TO THE ASSESSMENT AND PREDICTION ASSETS <i>Ivanyuk V.A., Andropov K.N., Egorova N.E.</i> .....	380

THE DEVELOPMENT BUSINESS EDUCATION AS A DETERMINANT INNOVATIVE RENEWAL OF THE ECONOMY <i>Kaufman N.Y., Shirinkina E.V.</i> .....	385
THE MECHANISMS OF SOCIO-ECONOMIC PROCESSES' INFLUENCING ON THE POPULATION'S LEVEL OF WELFARE <i>Kovalchuk L.B.</i> .....	390
GREEN ECONOMY AND GREEN GROWTH: EVOLUTION OF STANDARD LEGAL REGULATION IN THE FIELD OF ENVIRONMENTAL PROTECTION <i>Lipina S.A., Agapova E.V., Lipina A.V.</i> .....	395
FUNCTIONS AND TYPES OF CASH FLOWS IN THE MECHANISM OF CASH WORKING CAPITAL MANAGEMENT ORGANIZATIONS <i>Petrova Y.M., Lytneva N.A.</i> .....	400
STRATEGIES AND MECHANISMS FOR THE COORDINATION OF INTERESTS OF ECONOMIC SUBJECTS <i>Radzhabova Z.K., Kamalova P.M.</i> .....	405
FUEL -ENERGY IMBALANCE IN THE VOLGOGRAD REGION <i>Russkova E.G., Korneev D.G.</i> .....	409
DEVELOPMENT OF ECONOMIC MECHANISM OF RATIONAL SUBSOIL USE IN KAZAKHSTAN <i>Sikhimbaev M.R., Khanov T.A., Sikhimbaeva D.R., Boyarskiy V.G.</i> .....	414
PRECONDITIONS OF DEVELOPMENT OF THE AGRARIAN CLUSTER IN KAZAKHSTAN <i>Smagulova Z.B.</i> .....	419
ECONOMIC STRUCTURE AND STRUCTURAL POLICY AS THE FACTORS OF MACROECONOMIC DYNAMICS IN CRISIS CONDITIONS <i>Suslova Y.Y., Demchenko O.S.</i> .....	423
INFRASTRUCTURE OF TOURISM AND RECREATION SERVICES <i>Telnykh V.V., Suslova Y.Y.</i> .....	428
FORMING OF INDUSTRIAL PARK PERFORMANCE INDICATORS SYSTEM REFLECTING THE IMPACT OF RESIDENT COMPANIES COMPETITIVENESS FACTORS <i>Tikhanov E.A., Krivorotov V.V., Chepur P.V.</i> .....	432
COMPARATIVE ANALYSIS OF MECHANISMS OF REGULATION OF DEVELOPMENT ECONOMIC CLUSTER <i>Shekhtman A.Y.</i> .....	437

УДК 691.1

## К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОМПОЗИТОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

<sup>1</sup>Акопян А.Л., <sup>1</sup>Глухих В.Н., <sup>2</sup>Прилуцкий А.А.

<sup>1</sup>ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», Санкт-Петербург, e-mail: g84003@bk.ru;

<sup>2</sup>ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», Санкт-Петербург, e-mail: 9100202@mail.ru

Отмечается, что на основании опыта изучения и использования природных конструкций растительного и животного происхождения человек разрабатывает и создает материалы с наперед заданными свойствами – композиционные материалы. При использовании таких материалов в строительстве предпочтения должны отдаваться продольному расположению армирующих волокон в деталях и конструкциях – по аналогии со структурой древесины, но при этом обладающих гораздо большей прочностью и жесткостью. В природе в процессе эволюции создана масса примеров совершенных биологических конструкций, обладающих высокой прочностью. Наиболее прочные волокна костных тканей человека и животных, различных материалов растительного происхождения совпадают по направлению с главными напряжениями и деформациями, что соответствует принципу траекториального строения, который должен быть использован при разработке композиционных материалов. Важным бионическим принципом является также регулирование параметров напряженно-деформированного состояния конструктивных систем, что обеспечивает возможность получения конструктивной материи на основе гармоничной связи внешних сил с внутренними.

**Ключевые слова:** природные материалы, древесина, стекловолокна, конструкции, прочность, композит, строительство

## THE USE OF SOME NATURAL MATERIALS IN THE DEVELOPMENT OF COMPOSITES FOR THE BUILDING INDUSTRY

<sup>1</sup>Akopyan A.L., <sup>1</sup>Glukhikh V.N., <sup>2</sup>Prilutskiy A.A.

<sup>1</sup>Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint-Petersburg, e-mail: g84003@bk.ru;

<sup>2</sup>Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Saint-Petersburg, e-mail: 9100202@mail.ru

Noting that new composite materials with required properties are developed and created based on the experience of studying and using natural structures, derived from plants or animals. When using such materials in construction, the fibers must be longitudinal similar to the structure of wood, but composites are much more strength and stiffness. In nature, many examples of perfect biological structures with high strength were created during the evolution. The strongest fibers of human and animal bones and various materials of vegetal origin coincide with the direction of the principal stresses and deformation. An important bionic principle is the regulation of the stress-strain state parameters of structural systems which provide the possibility of a constructive matter on the basis of a harmonious connection of external forces to internal.

**Keywords:** natural materials, wood, fiberglass, construction, strength, composite, building

С момента своего появления как разумного существа человек использовал имеющиеся доступные естественные природные материалы для устройства жилища, его обогрева, для изготовления простейших орудий труда, предметов мебели, добычи природной пищи на охоте и рыбалке, позднее – для строительства зданий и сооружений, мостов, военных и торговых судов, фортификационных сооружений, сохранившихся до наших дней. Наиболее широко использовалось в качестве строительного материала дерево.

Несколько сотен лет назад венецианские строители использовали российскую лиственницу для сооружения фундаментов

стоящих и поныне дворцов, картинных галерей, музеев, соборов, жилых домов.

Свойства разбухания древесины при увлажнении издавна использовались человеком для изготовления герметичных винных бочек, судов, ёмкостей для воды, в качестве клиньев для разлома камней в каменоломнях.

Из истории известны случаи использования дерева для изготовления пушек сибирскими партизанами в годы гражданской войны. Прочности дерева хватало на производство 1–2 выстрелов, но и этого оказывалось достаточно, учитывая нехватку такого вооружения.

Одним из известных примеров современной истории нашей страны можно назвать строительство велотрека в Крылатском перед Олимпийскими Играми 1980-го года в Москве. Высокая стоимость зарубежного материала способствовала поиску отечественной древесины с требуемыми свойствами. Выбор был сделан в пользу лиственницы сибирской, из которой были получены радиальные пиломатериалы, уложенные в покрытие трека. Такие пиломатериалы были использованы для изготовления пола в каминном зале Санкт-Петербургской лесотехнической академии. После 15 лет эксплуатации пол находится в прекрасном состоянии.

### Особенности природных материалов

Природа в процессе эволюции создала совершенные биологические конструкции, обладающие высокой прочностью (панцирь черепахи, кости скелетов животных и человека, прочные костные оболочки черепов, легкие и прочные конструкции костных скелетов птиц, мощные челюстные кости хищников и т.д.).

Человек в своей деятельности создаёт подобные искусственным путём и добивается максимальной прочности при минимальном весе конструкции.

В природе такие материалы формируются естественным путём. Наиболее прочные волокна костных тканей животных и человека, древесины и других материалов растительного происхождения совпадают по направлению с главными напряжениями и деформациями.

Изучая строение природных конструкций, человек создаёт материалы с наперёд заданными свойствами, необходимые для создания современных конструкций и сооружений. Примерами высокопрочных конструкций из дерева служат фанера, древесно-слоистые пластики, клееные балки из шпона, фермы, гнутоклееные конструкции. Наибольшее развитие получило создание композиционных материалов с использованием металлов, полимеров, стекловолокон, волокон углерода, бора и т.д. Композиционный материал, например, на основе алюминия, армированного волокнами бора диаметром 3–6 мкм, обладает прочностью конструктивных сталей при объёмном весе алюминия и применяется в авиа- и ракетостроении.

При проектировании изделий несущие нагрузку армирующие волокна должны быть сориентированы таким образом, чтобы их высокая прочность была оптимально использована с учетом гео-

метрической формы изделия, выбранной при проектировании.

Армированные пластмассы состоят из смолы и волокнистого каркаса. Существует достаточно широкий выбор смол и волокнистых материалов, что позволяет получать композиционные материалы с довольно широким диапазоном свойств. Такие материалы отличаются от традиционных высокой удельной прочностью, антикоррозионной стойкостью.

Композиционные материалы наряду с целым набором положительных свойств имеют и серьезный недостаток – для их изготовления потребуются значительные капитальные затраты.

Повышение прочности и жёсткости конструкций при минимальном расходе материала можно наблюдать на примере костей скелета птиц, у которых костные ткани разнесены от центров сечений на периферию, т.е. для повышения их прочности и жёсткости природа сделала эти кости полыми, добившись при этом минимума расхода строительного материала.

Широкое применение в технике получают изделия, изготовленные из стеклопластиков, в том числе и намоточных, которые своим строением, цилиндрической анизотропией похожи на древесину с ее годичными слоями.

Наиболее широко распространённый в строительстве материал, которым является древесина, является предварительно напряжённой, созданной природой конструкцией, находящейся в соответствующем напряжённо-деформированном состоянии. Этому состоянию соответствуют размеры и формы сечений ствола дерева, оно проявляет себя в технологии производства изделий из древесины и в процессе эксплуатации готовых изделий.

На сегодня нет исследований, в которых изучалось бы влияние напряжённо-деформированного состояния, сформировавшегося в процессе роста дерева, на прочность и жёсткость изделий и заготовок из древесины, их качество. Неизвестным остаётся напряжённо-деформированное состояние каждой доски, выпиливаемой из бревна.

Одной из главных целей изучения свойств древесины как природного армированного материала является определение путей ее рационального использования с учетом анизотропии, которую необходимо оптимизировать в механических тканях опорных элементов живых организмов в процессе эволюционного развития.

Стеклопластики на основе эпоксидных олигомеров сочетают в себе высокую прочность с относительно небольшой плотностью, хорошую стойкость к динамическим нагрузкам и резким перепадам температур, высокую химическую стойкость. Тонкие высокопрочные стеклянные волокна обеспечивают прочность и жёсткость стеклопластика, а синтетическое связующее придаёт материалу монолитность, способствует более эффективному использованию прочностных свойств стеклянных волокон, защищает волокна от внешних воздействий, а также само воспринимает часть усилий, развивающихся в материале при работе под нагрузкой. Для более широкого использования изделий из эпоксидного стеклопластика в гражданском строительстве необходимо улучшение его теплофизических свойств. Авторы исследования [5] разработали связующее для конструкционного стеклопластика, эксплуатационная устойчивость которого сохраняется до температуры 200 °С.

Получение стекловолоконистых композиционных материалов обеспечивает высокую прочность и малый объемный вес изделия благодаря использованию высокопрочных стекловолокон и органического либо неорганического связующего. Недостаток эластичности стекловолокон требует поиска и применения для армирования композитов других волоконистых материалов. В практике могут быть использованы нити из углерода, бора, асбеста, базальта, керамики и некоторых известных металлов и их сплавов. Однако только армирование стекловолокнами обеспечивает высокую прочность и низкую стоимость изделия.

Совокупность этих качеств стекловолоконистых композитов делает их незаменимыми в строительстве. Самая высокая прочность у стеклянных волокон среди волоконистых материалов на разрыв составляет по данным [2] 1370–1500 МПа.

Одним из положительных качеств стеклопластиков является их низкая чувствительность к надрезам и другим концентраторам напряжений. По сравнению со стеклопластиковыми стальными сплавы при напряжениях близких к предельному (пределу текучести при растяжении) имеют более высокую чувствительность.

Известен технологический способ получения армированного композиционного материала путем намотки нитью, проволокой, лентой, тканью с пропиткой либо смачиванием смолистым веществом. Композиционные материалы, полученные намоткой, могут быть использованы

в конструкциях гражданского и военного назначения. Из композиционных материалов могут изготавливаться корпуса турбин, обтекатели гребного винта, столбы для тентов, тепловые экраны, трубы и емкости для жидкостей, железнодорожные цистерны, цистерны-хранилища для кислот, щелочей, солей, нефти и др., баллоны высокого давления, корпуса аккумуляторов, корпуса лодок, автомобилей, понтоны, кожухи вентиляторов, рессоры для легковых и грузовых автомобилей, трубопроводы для химических жидкостей, опоры подвесных дорог и др. Не менее широким является перечень изделий военного назначения. Корпуса самолетов гражданской авиации на 80 % изготовлены из композиционных материалов.

В строительных материалах растительного происхождения необходимо учитывать начальные напряжения, сформировавшиеся в процессе роста. Это позволяет рационально использовать материал, сократить его неоправданные потери в технологии обработки, повысить его качество и прочность.

Для этого нужно шире использовать некоторые бионические принципы и закономерности. Например, принцип траекторного строения [5], когда наиболее прочные волокна материала расположены в нём в соответствии с геометрией поля перемещений по траекториям главных деформаций. Или принцип резильянса в конструктивных элементах, согласно которому строение материала должно обеспечивать им свойства накапливать максимальное количество энергии упругой деформации без разрушения. В костях человека и животных, в деревьях наиболее прочные волокна ориентированы вдоль направления главных напряжений.

Древесина, например, в направлении вдоль волокон проявляет свойства хрупкого материала, у которого прочность при растяжении и сжатии различна, следует ожидать, что напряжённо-деформированное состояние (НДС) в процессе роста позволяет, например, при ветровой нагрузке и раскачивании дерева уменьшить напряжение в его более слабой (сжатой) зоне и увеличить их в более прочной (растянутой). За счёт этого, в частности, повышается жизнестойкость деревьев.

Научные исследования В.Г. Темного [5] позволили установить «бионический принцип регулирования параметров НДС конструктивных систем», который определяет закономерность создания конструктивной материи на основе гармоничной связи внешних сил с внутренними,

обеспечивая тем самым возможность получения конструкции с высокой работоспособностью и живучестью.

Пассивное регулирование параметров напряженно-деформированного состояния происходит за счёт использования физических свойств материала, за счёт изменения геометрии объекта при нагружении и разгрузке.

Активное регулирование параметров НДС происходит за счёт обратной связи, позволяющей перестроить геометрические схемы в соответствии с видом нагрузок, изменить плотность материала, модули упругости. В итоге обеспечивается оптимальный режим работы конструкции во времени. Для растущего дерева свойственны и активное и пассивное регулирование НДС, как и для всех объектов в живой природе. Композиционные материалы в числе других, в том числе и древесина в виде заготовок и готовых изделий, поддаются лишь пассивному регулированию. Получение математической модели напряженно-деформированного состояния, сформированного в процессе роста, например, дерева как растительного полимера и уже не изменяющегося во времени, позволит управлять параметрами НДС в заготовках и изделиях из композиционных материалов, предназначенных для строительства зданий и сооружений.

В механике деформируемого твердого тела известен метод фотоупругости, применяемый в исследованиях напряжений и деформаций в прозрачных и непрозрачных моделях реальных объектов из оптически активных материалов в проходящем либо отраженном луче поляризованного света. Метод позволяет получить интерференционную картину, на которой точки на изохромах – линиях одинакового цвета – характеризуются одинаковой величиной напряжения. Большой интерес в соответствии с названием данного исследования представляют другие линии, так называемые изоклины, характеризующие направление наибольшего главного напряжения. Таким образом, армирующие волокна в реальном объекте должны совпадать с изоклинами в модели этого объекта из оптически активных материалов, к которым относятся желатин, эпоксидная смола, некоторые полимеры. Высокой оптической активностью обладают модели из полиуретана. В зависимости от нагрузок, воспринимаемых элементами конструкций, с помощью моделирования и использования методов фотоупругости, применения лазерной техники, метода голографии можно наиболее рационально

расположить армирующие волокна. В таком природном материале растительного происхождения, как древесина, направление наиболее прочных волокон фактически совпадает с направлением изоклин при моделировании.

Использование таких особенностей природных материалов при разработке композитов позволит получать новые материалы с наибольшей удельной прочностью.

При использовании композиционных материалов в строительстве предпочтение нужно отдавать материалам с продольным расположением армирующих волокон в деталях и конструкциях, работающих в условиях деформации изгиба – по аналогии со структурой древесины, но при этом обладающих гораздо большей прочностью и жесткостью.

### Выводы

Использование волокнистой структуры в материалах в условиях максимальных конструктивных характеристик является велением времени. Армированные стеклопластики, например, имеют высокую прочность при малом весе вследствие использования высокой прочности стекловолокон, связанных органическим либо неорганическим связующим. Эти материалы обладают устойчивостью к химическим активным средам, хорошей атмосферостойкостью, отсутствием электропроводности, хорошей технологичностью и одновременно с этим высоким отношением прочности к весу. Однако для их изготовления потребуются и большие капитальные затраты.

Волокна стеклопластика [4] можно ориентировать в изделиях в направлении наибольших напряжений, чем будет достигнута наибольшая прочность, как это происходит в природных материалах растительного происхождения.

Современные стальные сплавы чувствительны к надрезам при напряжениях близких к пределу текучести при растяжении. Стеклопластики являются очень ценным материалом в решении и этой проблемы.

Методами намотки стеклонитей и стеклоткани, например, могут быть изготовлены легкие высокопрочные декоративные строительные панели, столбы для осветительных фонарей, опорные колонны, перила, лестницы, трубы и цистерны для воды, обрешетка кровли зданий, корпуса вентиляторов и т.д.

Конструкционные пиломатериалы, получаемые из природного композиционного материала – древесины, находят все

более широкое применение в промышленном и гражданском строительстве. Практика показывает, что значительный объем таких пиломатериалов используется в строительстве для изготовления несущих конструкций [3]. Применяются пиломатериалы разных сечений с необходимой прочностью, которая в значительной мере зависит от расположения волокон древесины по отношению к действующей нагрузке.

#### Список литературы

1. Ашкенazi Е.К., Ганов Э.В. Анизотропия конструкционных материалов: справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1980. – 247с.
2. Матвеева Л.Ю., Ястребинская А.В. Эксплуатационные характеристики эпоксидного связующего для конструкционного стеклопластика // Актуальные проблемы архитектуры и строительства: материалы V Международной конференции. 25–28 июня 2013 г. / под общ. ред. Е.Б. Смирнова; СПбГАСУ. – в 2 ч. Ч. 1. – СПб., 2013. – С. 348–351.
3. Мелехов В.И. Бызов В.Е. Применение конструкционных пиломатериалов с обеспеченной прочностью в строительстве // Актуальные проблемы архитектуры и строительства. Материалы V Международной конференции.

25–28 июня 2013 г. / под общ. ред. Е.Б. Смирнова; СПбГАСУ. – в 2 ч., Ч. 1. – СПб., 2013. – С. 351–355.

4. Росато Д.В., Грове К.С. Намотка стеклонитью. – М.: Машиностроение. – С. 1969–310.

5. Темнов В.Г. Конструктивные системы в природе и строительной технике. – СПб.: Компьютербург. 2001. – 61 с.

#### References

1. Ashkenazi E.K., Ganov E.H.V. Anizotropiya konstrukcionnyh materialov: Spravochnik. 2-e izd., pererab. i dop. L.: Mashinostroenie. Leningr.otd-nie, 1980. 247 p.
2. Matveeva L.YU., Yastrebinskaya A.V. EHkspluatacionnye harakteristiki ehpoksidnogo svyazuyushchego dlya konstrukcionnogo stekloplastika // Aktual'nye problemy arhitektury i stroitel'stva: materialy V Mezhdunarodnoj konferencii. 25–28 iyunya 2013 g. / pod obshch. Red. E.B. Smirnova; SPbGASU. v 2 ch. CH. 1. – SPb., 2013. pp. 348–351.
3. Melekhov V.I. Byzov V.E. Primenenie konstrukcionnyh pilomaterialov s obespechennoj prochnostyu v stroitel'stve // Aktualnye problemy arhitektury i stroitel'stva. Materialy V Mezhdunarodnoj konferencii. 25–28 iyunya 2013g. / pod obshch. red. E.B. Smirnova; SPbGASU. v 2 ch., CH. 1. SPb., 2013. pp. 351–355.
4. Rosato D.V., Grove K.S. Namotka steklonityu. M.: Mashinostroenie. pp. 1969–310.
5. Temnov V.G. Konstruktivnye sistemy v prirode i stroitel'noj tekhnike. SPb.: Komp'yutербург. 2001. 61 p.

УДК 681.51

## АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНОЙ ТОКА НАМАГНИЧИВАНИЯ В ДАТЧИКЕ ПОТЕРЬ НА ПЕРЕМАГНИЧИВАНИЕ

**Вильданов Р.Г., Фомичев С.С., Недоспасов К.В., Новоженин Е.В.**

*Филиал ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,  
Салават, e-mail: vildanov.rauf@yandex.ru, meleyzdrakon@yandex.ru*

Настоящая статья посвящена исследованию неразрушающего метода исследования уровня накопленных усталостных повреждений, применяемых при диагностике циклических деформаций. Для этого были разработаны датчик и интроскоп, принцип действия которого основан на измерении потерь на перемагничивание в материале. Этот метод позволяет проводить испытания с условиями намного более близкими к производственным, чем метод разрушающего контроля. В статье рассматриваются различные способы стабилизации тока намагничивания датчика потерь на перемагничивание. Приведены функциональные схемы источника тока с операционным усилителем, плавающей нагрузкой и полевым транзистором, а также описан принцип их работы. Показаны формулы для расчета токов возбуждения и напряжения. Произведены их измерения на датчике потерь перемагничивания без использования стабилизации тока возбуждения и со стабилизацией тока возбуждения.

**Ключевые слова:** неразрушающие методы контроля повреждений, ток намагничивания, перемагничивание, операционный усилитель, полевой транзистор

## AUTOMATIC CONTROLLING THE MAGNITUDE OF MAGNETIZING CURRENT IN THE SENSOR OF LOSSES ON REMAGNETIZATION

**Vildanov R.G., Fomichev S.S., Nedospasov K.V., Novozhenin E.V.**

*Branch Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ufa State Petroleum  
Technological University, Salavat, e-mail: vildanov.rauf@yandex.ru, meleyzdrakon@yandex.ru*

This article is devoted to the study of non-destructive method of investigation of the level of fatigue damage accumulation used in the diagnosis of cyclic strain. For this sensor have been developed and introscope principle of operation is based on measuring the magnetic reversal losses in the material. This method allows you to test with the conditions of much closer to production than the method of destructive testing. This article discusses various ways to stabilize the magnetizing current sensor loss reversal. The functional circuit current source with the operational amplifier, and variable load field effect transistor, and as described in the principle of their operation. Showing the formula for calculating the excitation currents and voltages. Made to measure them on the sensor loss of magnetization reversal without stabilizing the excitation current and the stabilization of the excitation current.

**Keywords:** non-destructive methods of damage control, the magnetizing current, magnetic reversal, an operational amplifier, a field effect transistor

В настоящее время оценка уровня накопленных усталостных повреждений при циклических деформациях проводится разрушающим методом по результатам усталостных испытаний образцов, вырезанных из реальных конструкций или модельных образцов. Однако вырезка образцов из реальных объектов приводит к нарушению целостности конструкции, а определение уровня накопленных усталостных повреждений на модельных образцах приводит к искажению результатов из-за неизбежных различий многочисленных факторов. Поэтому большое внимание уделяется определению уровня накопленных усталостных повреждений неразрушающими методами.

Разработан интроскоп и датчик для оценки поврежденного и напряженно деформированного состояния конструкций, основанный на измерении потерь на перемагничивание в металле [1–3]. Принцип

действия интроскопа основан на том факте, что если ферромагнитный материал подвергается периодическому перемагничиванию, то в нем возникают потери энергии на гистерезис и вихревые токи [1].

Датчик потерь перемагничивания создает в контролируемом изделии переменное магнитное поле и представляет собой приставной электромагнит с двумя полюсами и двумя обмотками: возбуждения и измерительной. К обмотке возбуждения подводится переменное напряжение от генератора опорных частот, а напряжение измерительной обмотки обрабатывается амплитудным или фазовым методом [2, 3].

Для удобства ток возбуждения датчика автоматически поддерживается на заданном уровне, это позволяет считать сигнал в измерительной обмотке пропорциональным потерям на перемагничивание, которые зависят не только от наличия дефекта, но и от

других факторов, влияющих на магнитные свойства материала [4].

В статье рассматриваются различные способы стабилизации тока намагничивания датчика потерь на перемагничивание. Независимо от конструктивного исполнения любой источник тока состоит из одних и тех же функциональных узлов (рис. 1). Это первичный источник питания, регулирующий элемент, датчик тока и нагрузка. В большинстве конструкций используется также цепь обратной связи, соединяющая датчик тока с регулирующим элементом. Ток в нагрузке устанавливается изменением параметров цепи обратной связи или датчика тока [5].

Если ток в цепи обратной связи достаточно мал, что обычно выполняется на практике, то через последовательно соединенные источник питания, датчик тока, регулирующий элемент и нагрузку протекает одинаковый ток. При этом условии практически любой вариант схемы получается перестановкой последовательно соединенных узлов и выбором точки заземления. Если же ток в цепи обратной связи соизмерим с током в основной цепи, необходимо учитывать появление погрешностей при установке нужного тока в нагрузке. Однако существуют схемные решения, в которых ток обратной связи протекает как через датчик тока, так и через нагрузку, что компенсирует возникновение ошибки.

В качестве регулирующего элемента в практических схемах обычно применяют одиночные или чаще составные транзисторы, в качестве датчика тока – резистор или диод. При выборе точки заземления также исходят из практических соображений.

Рассмотрим схемы, получаемые из общей функциональной схемы, показанной на рис. 1.

Наиболее широко используемой схемой источника тока с применением операционного усилителя (ОУ) является классическая схема, приведенная на рис. 2 [5]. В этой схеме регулирующий элемент – транзистор VT1 – управляется ОУ DA1, который стремится уравнивать напряжения на своих выходах – инвертирующем и неинвертирующем. При этом сила тока в нагрузке  $R_H$  определяется выражением

$$I_H = \frac{U_{ВХ}}{R_1}. \quad (1)$$

Для нормальной работы схемы напряжение на нагрузке  $U_H$  не должно превышать значения, определяемого выражением

$$U_H = I_H \cdot R_H < U_{П} - U_{КЭНАС} - I \cdot R_1; \\ I \approx I_H, \quad (2)$$

где  $U_H$  – напряжение источника питания;  $U_{КЭНАС}$  – напряжение насыщения транзистора VT1;  $R_1$  – сопротивление датчика тока R1.

В этой схеме ток в нагрузке  $I_H$  отличается от тока  $I$  в датчике тока R1 на величину ошибки, определяемую силами токов в цепи обратной связи, а именно: тока базы  $I_B$  транзистора VT1 и входного тока  $I_{ВХ}$  ОУ DA1:

$$\Delta I = I_B - I_{ВХ}. \quad (3)$$

Очевидно, что величина ошибки установления требуемого тока в нагрузке тем меньше, чем меньше входной ток ОУ DA1 и чем больше коэффициент усиления транзистора VT1. По этой причине на практике в качестве регулирующего элемента обычно применяются составные транзисторы.



Рис. 1. Функциональная схема источника тока

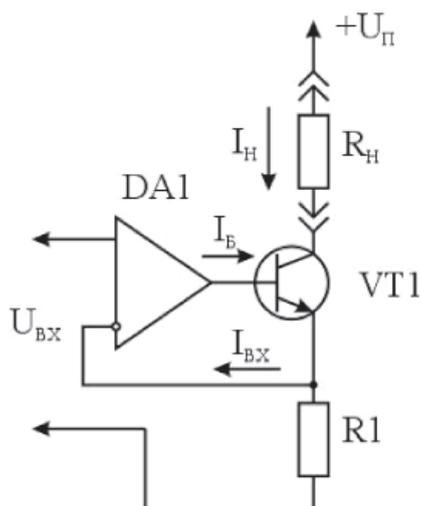


Рис. 2. Схема с использованием ОУ

Еще одним вариантом источника тока является схема с плавающей нагрузкой, приведенная на рис. 3. Так как нагрузка  $R_H$  включена последовательно с датчиком тока  $R_1$ , то на ошибку устанавливаемого тока не влияет ток базы транзистора  $VT_1$  и она определяется лишь очень малым входным током ОУ  $DA_1$ :

$$\Delta I = I_{вх} \quad (4)$$

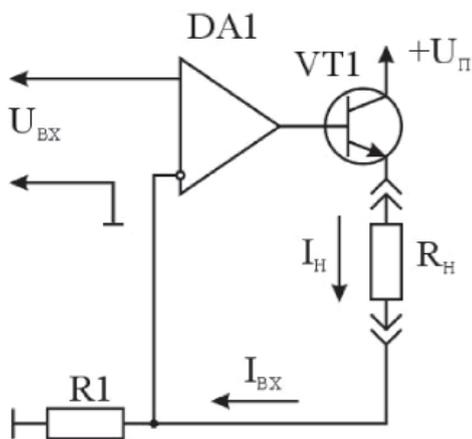


Рис. 3. Схема с плавающей нагрузкой

В качестве регулирующего элемента можно применить полевой транзистор. Это позволит уменьшить ошибку, связанную с входным током регулирующего элемента. Такая схема приведена на рис. 4. Ошибка установления значения тока нагрузки определяется входным током ОУ – выражением (3). Существенный недостаток данной схемы связан с тем, что крутизна полевого транзистора примерно на порядок ниже крутизны биполярного транзистора. Это

вынуждает значительно увеличивать управляющее напряжение на затворе регулирующего элемента  $VT_1$ , которое, как было показано выше, ограничено выходным напряжением ОУ  $DA_1$ . Кроме того, применение полевого транзистора существенно уменьшает коэффициент передачи в цепи обратной связи и ухудшает в целом температурную стабильность источника тока, что приводит к увеличению ошибки устанавливаемой силы тока нагрузки.

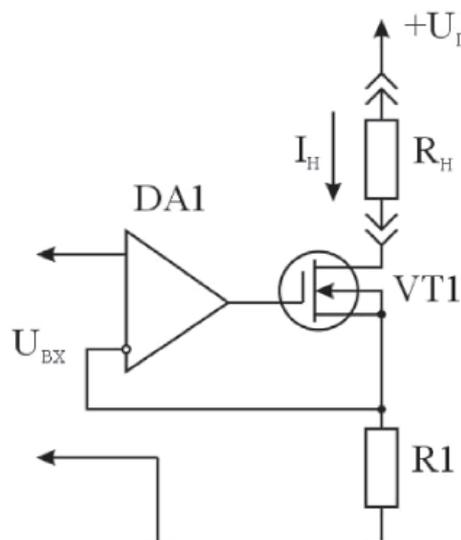


Рис. 4. Схема с полевым транзистором

Сравнив описанные выше схемы с применением ОУ и имея в виду применение ОУ с малыми входными токами, приходим к выводу, что наиболее точно силу тока в нагрузке можно получить в схеме на рис. 3. Во всех источниках тока, кроме схемы на рис. 2, имеются жесткие ограничения, накладываемые на величину напряжения на нагрузке, связанные с максимальным выходным напряжением ОУ. В схеме на рис. 2 можно получить любое требуемое напряжение на нагрузке путем соответствующего выбора напряжения питания нагрузки  $U_{п}$ . При этом нужно учитывать лишь одно ограничение – максимально допустимое коллекторное напряжение транзистора  $VT_1$ .

Во всех схемах источников тока с ОУ для обеспечения нормальной работы ОУ и для повышения точности установки выходного тока необходимо в качестве регулирующего элемента использовать супер-бета или составные транзисторы.

В ряде случаев требуется сформировать в нагрузке ток, переменный как по величине, так и по направлению. Для таких применений хорошо работает схема, приведенная на рис. 5. Эта схема, как и все предыдущие,

может быть получена из общей функциональной схемы (рис. 1) при условии, что два одинаковых источника тока – один для тока положительной полярности, а другой для отрицательной – работают на общий датчик тока (резистор  $R_6$ ) и общую нагрузку с комплексным сопротивлением  $Z_H$  и имеют общую цепь обратной связи. В этой схеме выходной ток  $I_H$  в точности повторяет форму входного напряжения  $U_{ВХ}$  и определяется выражением

$$I_H = \frac{(U_{ВХ} + U_H) - U_H}{R_6} = \frac{U_{ВХ}}{R_6}. \quad (5)$$

При указанных на схеме номиналах источник тока преобразует входное напряжение от  $-10$  до  $+10$  В в ток от  $-10$  до  $+10$  мА. Для достижения высокой точности преобразования нужно использовать резисторы R1-R6 с допуском не более 1%. Недостатком приведенной схемы являются жесткие ограничения на величину выходного напряже-

ния, связанные с максимальным выходным напряжением ОУ и определяемые неравенствами

$$U_{ВХ} + U_H < U_{ВЫХОУ} \approx U_{ПΟΥ};$$

$$U_{ВХ} + U_H < I_H \cdot R_6 + I_H \cdot R_H < U_{П-} - U_{КЭНАС} \approx U_{П-}. \quad (6)$$

При  $U_{ПΟΥ} = U_{П-}$  остается одно неравенство

$$U_{ВХ} + U_H < U_{П-}. \quad (7)$$

В этой схеме можно использовать практически любые ОУ с соответствующими цепями коррекции. Следует только учитывать, что более высокая точность преобразования напряжения в ток получается при использовании ОУ с малыми входными токами и малыми напряжениями смещения. В качестве регулирующих транзисторов VT1 и VT2 можно взять любые маломощные транзисторы с максимальным коллекторным напряжением более 30 В и током коллектора 20...150 мА.

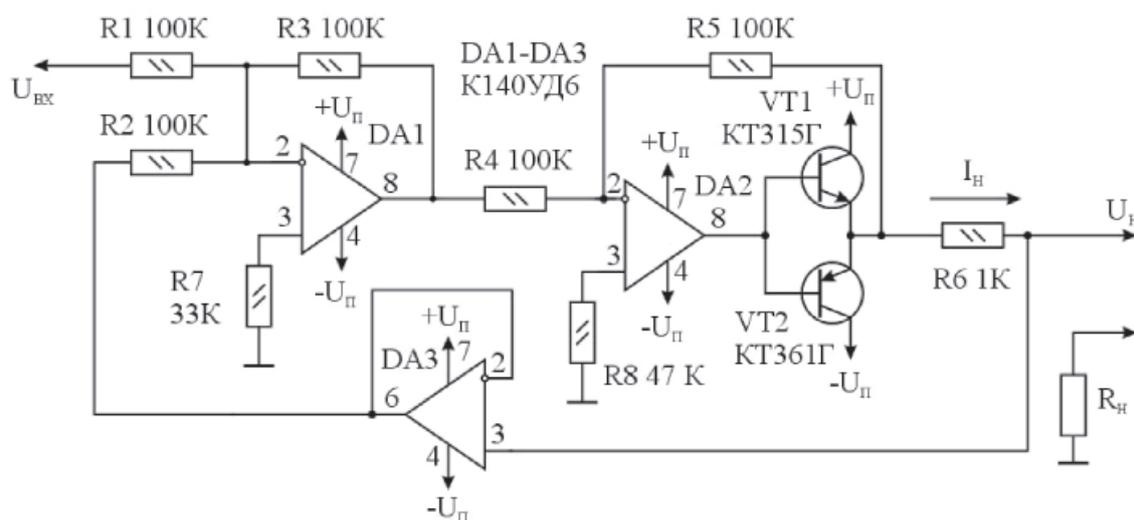


Рис. 5. Схема стабилизатора тока с переменным током в нагрузке

Результаты измерения тока возбуждения

Применяемая схема	Ток возбуждения $I_B$ , мА			
	Напряжение генератора частоты $U_{Г}$ , В	В воздухе	На участке пластины без напряжений	На напряженном участке пластины
Без стабилизации	1	2,6	1,82	1,89
Со стабилизацией	1	1,10	1,09	1,09

В таблице приведены результаты измерения тока возбуждения датчика потерь перемангничивания без использования стабилизации тока возбуждения и со стабилизацией тока возбуждения. Как видно из таблицы, если стабилизатор не используется, то ток возбуждения изменяется, что обусловлено изменением магнитного сопротивления контролируемого изделия. При применении стабилизатора ток возбуждения практически не меняется. Примененный стабилизатор тока показал коэффициент стабилизации  $K_{ст} = 67$ .

Стабилизатор по рис. 5 показал наилучшие результаты, поэтому наиболее приемлемой является схема стабилизатора тока с переменным током в нагрузке.

#### Список литературы

1. Вильданов Р.Г. Магнитный интроскоп МД 11ПМ // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2004. – № 2. – С. 50–52.
2. Вильданов Р.Г. Разработка датчиков потерь на перемангничивание для контроля напряженно-деформированного состояния металлических конструкций // Контроль. Диагностика. – 2008. – № 10. – С. 48–50.
3. Вильданов Р.Г. Датчик для оценки напряженно-деформированного состояния металлоконструкций // Прибо-

ры и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2010. – № 10. – С. 44–48.

4. Садыков Р.Р., Вильданов Р.Г., Степанов Е.А., Лукьянцев М.А. Разработка автоматической системы определения параметров диагностической информации // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3: электрон. науч. интернет-журн. 27.06.14. – URL: [www.science-education.ru/117-13689](http://www.science-education.ru/117-13689).

5. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. Т. 1. – М.: Мир, 1986. – 598 с.

#### References

1. Vildanov R.G. Magnitnyj introskop MD 11PM // Pribory i sistemy. Upravlenie, kontrol, diagnostika. 2004. no. 2. pp. 50–52.
2. Vildanov R.G. Razrabotka datchikov poter na peremagnichivanie dlja kontrolja naprjazhenno-deformirovannogo sostojanija metallicheskih konstrukcij // Kontrol. Diagnostika. 2008. no. 10. pp. 48–50.
3. Vildanov R.G. Datchik dlja ocenki naprjazhenno-deformirovannogo sostojanija metallokonstrukcij // Pribory i sistemy. Upravlenie, diagnostika. 2010. no. 10. pp. 44–48.
4. Sadykov R.R., Vildanov R.G., Stepanov E.A., Lukjancev M.A. Razrabotka avtomaticheskoy sistemy opredelenija parametrov diagnosticheskoy informacii // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2014. no. 3: jelektron. nauch. internet-zhurn. 27.06.14. URL: [www.science-education.ru/117-13689](http://www.science-education.ru/117-13689).
5. Horovic P., Hill U. Iskusstvo shemotehniki. T. 1. M.: Mir, 1986. 598 p.

УДК 621.565.9

## ЗАДАЧА ПОСТРОЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ВИДОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПО ОГРАНИЧЕННОМУ ОБЪЁМУ НЕОДНОРОДНОЙ АПРИОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ

Грушковский П.А., Шишкин Е.В., Пудиков В.В.

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

В статье исследуется вопрос построения изображений видов технического состояния системы холодоснабжения по ограниченному объёму неоднородной априорной информации в системах холодоснабжения. При построении изображений видов технического состояния зачастую отсутствует информация о пределах изменения контролируемых признаков, соответствующих каждому отказу. Это связано с тем, что при изучении процессов функционирования системы холодоснабжения нет возможности получить большой объём статистических данных по отказам в процессе эксплуатации или поставить натурный эксперимент с имитацией отказов. В исследовании на основе процедуры итеративного градиентного поиска применялся метод стохастической аппроксимации, а именно алгоритм Роббинса – Монро. Применение данного алгоритма позволяет построить изображения всех видов технических состояний системы холодоснабжения при неизвестных пределах измерения контролируемых признаков, соответствующих каждому отказу. Таким образом, каждое изображение технического состояния может быть различимо на всем множестве изображений всех видов технических состояний. В обзоре представлены результаты эксперимента для наглядной демонстрации применения алгоритма.

**Ключевые слова:** техническое состояние, контролируемый признак, система холодоснабжения, множество изображений, метод стохастической аппроксимации

## THE TASK OF CONSTRUCTING IMAGES OF THE TECHNICAL CONDITION ON THE BASIS OF A LIMITED AMOUNT OF THE HETEROGENEOUS A PRIORI INFORMATION IN THE REFRIGERATION SYSTEMS

Grushkovskiy P.A., Shishkin E.V., Pudikov V.V.

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

The article reviews the issue of the images creation of the technical condition types on a limited amount of the heterogeneous a priori information in the refrigeration systems. When you build images of the technical condition types the information about the range of the controlled features changes corresponding to each failure is often missing. This is due to the fact that the process of the study of the functioning processes of a refrigeration system there is no possibility to get a large amount of statistical data on failures while exploiting the system or to put a field experiment with simulated failures. In the research on the basis of the iterative procedure of the gradient search the stochastic approximation method was applied, namely, the algorithm of Robbins-Monroe. Using this algorithm you can build images of all technical conditions types of a refrigeration system within the unknown limits of the controlled features corresponding to each failure. Thus, each of the technical condition images may be distinguishable on the whole set of the images of all technical conditions types. The review presents results of the experiment to demonstrate using the algorithm.

**Keywords:** the technical condition, the controlled feature, the refrigeration system, the set of the images, the stochastic approximation method

Исследование сложных технических систем, к которым относятся системы холодоснабжения (СХС), практически всегда приходится проводить в условиях отсутствия полной априорной информации об изучаемых системах. Данное обстоятельство обуславливается сложностью их построения и функционирования, неопределённостью влияющих на их работу факторов.

Разработка математического обеспечения контроля и диагностирования СХС сопровождается необходимостью решения этих задач, одной из которых является построение изображений видов технических состояний (ТС)  $E_i \in E$ ,  $i = 1, m$ . Под изображением понимается математическое

представление вида ТС в виде  $n$ -мерного вектора. Координаты  $e_{ij}$  данного вектора представляют собой типовое (усредненное значение)  $j$ -го контролируемого признака (КП) в  $i$ -м виде ТС.

Проблема решения заключается в том, что нельзя однозначно задать гиперплоскости в многомерном евклидовом пространстве, отделяющие один класс ТС от другого. Это связано с тем, что неизвестны пределы изменения КП

$$[y_{ij}^a, y_{ij}^b], \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}, \quad (1)$$

соответствующие каждому отказу. Для определения этих пределов необходим значительный объём статистических данных



при котором достигается минимум функционала (8):

$$L(E_i^*) = \min_{E_i \in \mathbb{R}^n} \left\{ E \left[ \hat{H}(h_i - h(E_i, Y)) \right] \right\}.$$

Однако следует иметь в виду, что функционал (8) в явном виде не может быть задан, по причине того, что неизвестна плотность распределения случайной функции  $\hat{H}(\cdot)$ , поэтому неизвестно и её математическое ожидание. Единственная возможность определения искомого вектора  $E_i^*$  состоит в том, чтобы воспользоваться отдельными реализациями, полученными при «показе» векторов  $Y$  из обучающей выборки. В задачах обучения используется разложение аппроксимирующей функции по множеству базисных функций  $g_j(Y)$ ,  $j = \overline{1, n}$  согласно выражению

$$h(E_i, Y) = E_i^T G(Y) = \sum_{j=1}^n e_{ij} g_j(Y), \quad (9)$$

где  $G(Y) = (g_1(Y), g_2(Y), \dots, g_n(Y))$ .

В качестве  $g_j(Y)$  целесообразно принимать ортогональные или ортонормированные функции. Использование таких функций в теории распознавания образов можно объяснить тем, что их легко воспроизводить и они удовлетворяют условиям теоремы Вейерштрасса о приближении [1], которая утверждает, что любую функцию, непрерывную в замкнутом интервале, можно равномерно аппроксимировать на этом интервале с любой заданной точностью алгебраическим полиномом.

С учётом (9) выражение для функционала (8) принимает вид

$$L(E_i) = E \left[ \hat{H}(h_i - h(E_i^T G(Y))) \right]. \quad (10)$$

Так как функционал (10) в явной форме неизвестен, для поиска минимума  $L(E_i)$  используются измеренные градиенты реализаций [5]. Необходимое условие экстремума (10) можно записать в виде уравнения

$$\text{grad} L(E_i) = E \left[ \text{grad} \hat{H}(h_i - h(E_i^T G(Y))) \right] = 0, \quad (11)$$

$$\text{где } \text{grad} L(E_i) = \left( \frac{\partial L(E_i)}{\partial e_{i1}}, \frac{\partial L(E_i)}{\partial e_{i2}}, \dots, \frac{\partial L(E_i)}{\partial e_{in}} \right);$$

$$\text{grad} \hat{H}(\cdot) = \left( \frac{\partial \hat{H}(E_i)}{\partial e_{i1}}, \frac{\partial \hat{H}(E_i)}{\partial e_{i2}}, \dots, \frac{\partial \hat{H}(E_i)}{\partial e_{in}} \right).$$

Если функционал  $L(E_i)$  выпуклый и имеет единственный экстремум, то условие (11) – необходимое и достаточное для существования данного экстремума. В этом слу-

чае корень уравнения (11) даёт оптимальное значение вектора  $E_i = E_i^*$ .

В работах [5, 6] показано, что если использовать квадратичную меру отклонения аппроксимирующей функции от аппроксимируемой

$$\hat{H}(E_i, Y) = (h_i - (E_i^T G(Y)))^2,$$

а в качестве вектор-функции  $G_j(Y)$  выбрать полную систему ортонормированных функций  $g_j(Y)$ , то минимизация функционала (11) обеспечивается посредством применения в процессе обучения алгоритма Роббинса – Монро. Данный алгоритм применительно к рассматриваемой задаче может быть представлен в виде рекуррентного соотношения [2]:

$$E_i(k) = E_i(k-1) - a_k [E_i(k-1) - G(Y(k))], \quad (12)$$

где  $a_k$  – элемент последовательности положительных чисел, удовлетворяющий следующим условиям:

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

Примером такой последовательности является гармонический ряд

$$\left\{ \frac{1}{k} \right\} = \left\{ 1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \dots \right\}, \quad (13)$$

который в дальнейшем и будет использоваться в качестве  $a_k$ .

С учётом (13) рекуррентное соотношение (12) принимает вид

$$E_i(k) = E_i(k-1) - \frac{1}{k} [E_i(k-1) - G(Y(k))]. \quad (14)$$

Поскольку пределы изменения КП, соответствующие различным отказам, неизвестны, при реализации процедуры обучения следует фиксировать не сами значения  $Y_{<n>} = \{y_j \mid j = \overline{1, n}\}$ , а факт выхода их за пределы установленных допусков  $\Delta_j$ . В этом случае вместо признаков  $y_j$  можно использовать бинарные значения КП, определяемые из выражения:

$$s_j = \begin{cases} 1, & \text{если } y_j \in \Delta_j, \\ -1, & \text{если } y_j \notin \Delta_j. \end{cases} \quad (15)$$

В качестве базисных функций  $g_j(Y)$ , которые используются в рекуррентном соотношении (14), реализующем процедуру обучения, могут быть приняты функции [2]

$$g_j(Y) = s_j \delta_{r_j}, \quad r, j = \overline{1, n}, \quad (16)$$

где  $\delta_{rj}$  – символ Кронекера.

Известно [3], что система таких функций является ортонормированной.

Из (16) следует, что базисные функции определяются как

$$g_j(Y) = s_j, \text{ если } r = j, \\ g_j(Y) = 0, \text{ если } r \neq j.$$

Тогда функция  $G(Y)$  представляет собой вектор значений КП в бинарной форме

$$G(Y) = (s_1, s_2, \dots, s_n)^T = S. \quad (17)$$

Произвольное наблюдаемое состояние  $Y$ , принадлежащее  $i$ -му классу, преобразуется аналогично:

$$G(Y^i) = (s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{in})^T = S^i. \quad (18)$$

Поэтому обучающую выборку, используемую при распознавании отказов, целесообразно представлять в виде

$$\left\{ S_k^1 \mid k = \overline{1, N_1} \right\} \subset Y_1, \\ \left\{ S_k^i \mid k = \overline{1, N_i} \right\} \subset Y_i, \\ \dots \dots \dots \\ \left\{ S_k^m \mid k = \overline{1, N_m} \right\} \subset Y_m. \quad (19)$$

Аппроксимирующая функция (9) записывается в форме

$$h(E_i, Y) = \sum_{j=1}^n e_{ij} s_{ij}. \quad (20)$$

Рекуррентное соотношение (14) принимает вид

$$E_i(k) = E_i(k-1) - \frac{1}{k} [E_i(k-1) - S^i(k)]. \quad (21)$$

Изображения  $E_i$ , полученные в соответствии с выражением (21), представляются как векторы нормализованных признаков

$$E_i = (e_{i1}, e_{i2}, \dots, e_{ij}, \dots, e_{in})^T, e_{ij} \in [-1, 1]. \quad (22)$$

Удобство представления  $e_{ij}$  в нормализованном виде заключается в том, что каждый из них имеет ясный физический смысл. Положительное значение  $e_{ij}$  указывает на то, что в обучающей выборке преобладают такие отказы, при которых значения  $j$ -го КП не выходят из допуска  $D_j$ , и наоборот в случае отрицательного значения.

Например, если  $e_{ij} = -0,5$ , то это означает, что  $j$ -й КП выходит за допустимый интервал (1) в  $i$ -м виде технического состояния объекта с вероятностью 0,75.

В ходе исследования для СХС с промежуточным холодоносителем с парокomppressorной холодильной машиной АИП-900 производились измерения двадцати одного КП. В обзоре представлены данные по четырем КП.

$$Y_{\langle 4 \rangle} = (y_1, y_2, y_3, y_4)^T,$$

где  $y_1$  – давление хладагента в испарителе;  $y_2$  – перегрев хладагента в испарителе;  $y_3$  – давление хладагента в конденсаторе;  $y_4$  – переохлаждение хладагента в конденсаторе.

Сформирована обучающая выборка вида (19). В качестве  $i$ -го вида ТС рассмотрим отказ насоса системы отвода тепла конденсации (в данном исследовании рассматриваются только постепенные отказы, при которых агрегат продолжает работать с недопустимыми параметрами, которые выходят за пределы работоспособного состояния):

$$S^i(0) = \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix}; \quad S^i(1) = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix}; \quad S^i(2) = \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix};$$

$$S^i(3) = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix}; \quad S^i(4) = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix}; \quad S^i(5) = \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix};$$

$$S^i(6) = \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix}; \quad S^i(7) = \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix}; \quad S^i(8) = \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix};$$

$$S^i(9) = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix}; \quad S^i(10) = \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix}.$$

Требуется построить изображение  $E_i$ .

Построение изображения  $E_i$  осуществляется на основе рекуррентного соотношения (21) и обучающей выборки.

Принимаем  $E_i(0) = S^i(0)$ .

$$E_i(1) = E_i(0) - \frac{1}{1} [E_i(0) - S^i(1)] = \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix} - \left[ \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix} \right] = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix}.$$

Вероятностная интерпретация значений нормализованных признаков

Контролируемый признак	Значение нормализованного признака $e_{ij}$	Вероятность выхода $i$ -го КП за допустимый интервал, т.е. $y_j \in \Delta_j$ , где $\Delta_i = [y_{ij}^n, y_{ij}^b]$ , $i = \overline{1, m}$ , $j = \overline{1, n}$	Вероятность нахождения $i$ -го КП в интервале, т.е. $y_j \in \Delta_j$ , где $\Delta_i = [y_{ij}^n, y_{ij}^b]$ , $i = \overline{1, m}$ , $j = \overline{1, n}$
$y_1$	-0,6	0,8	0,2
$y_2$	-0,6	0,8	0,2
$y_3$	-1	1	0
$y_4$	-0,8	0,9	0,1

Аналогично, используя (21), находим  $E_i(2), E_i(3), \dots, E_i(10)$ .

$$E_i(2) = \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix}; \quad E_i(3) = \begin{pmatrix} -0,33 \\ -0,33 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix};$$

$$E_i(10) = \begin{pmatrix} -0,6 \\ -0,6 \\ -1 \\ -0,8 \end{pmatrix}.$$

Следовательно,  $E_i(10) = \begin{pmatrix} -0,6 \\ -0,6 \\ -1 \\ -0,8 \end{pmatrix}$  будет

являться изображением вида ТС.

Вероятностная интерпретация значений нормализованных признаков показана в таблице.

**Выводы**

Метод стохастической аппроксимации, использованный в исследовании, позволяет построить изображения всех видов ТС СХС при неизвестных пределах измерения КП (1), соответствующих каждому отказу. В представленном примере очевидна простота применения данного метода на практи-

ке. Он дает представление о том, как при отказе  $i$ -го ФЭ изменяется поведение каждого КП. Таким образом, каждое изображение ТС можно будет различить среди сформированного множества изображений всех видов ТС.

**Список литературы**

1. Зорич В.А. Математический анализ. Ч.2. – М.: Наука, 1984. – 640 с.
2. Сеньченков В.И. Модели, методы и алгоритмы анализа технического состояния. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. – 377с.
3. Суетин П.К. Классические ортогональные полиномы. – М.: Наука, 1979. – 416 с.
4. Фомин Я.А. Статистическая теория распознавания образов / Я.А. Фомин, Г.Р. Тарловский. – М.: Радио и связь, 1986. – 264 с.
5. Цыпкин Я.З. Адаптация и обучение в автоматических системах. – М.: Наука, 1968. – 251с.
6. Ту Дж. Принципы распознавания образов / Дж. Ту, Р. Гонсалес. – М.: Мир, 1978. – 411 с.

**References**

1. Zorich V.A. Matematicheskiy analiz. Ch.2. M.: Nauka, 1984. 640 p.
2. Senchenkov V.I. Modeli, metody i algoritmy analiza tekhnicheskogo sostoyaniya. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. 377 p.
3. Suetin, P.K. Klassicheskie ortogonalnye polinomy. M.: Nauka, 1979. 416 p.
4. Fomin Ya.A. Statisticheskaya teoriya raspoznavaniya obrazov / Ya.A. Fomin, G.R. Tarlovskiy. M.: Radio i svyaz, 1986. 264 p.
5. Sypkin Ya.Z. Adaptaciya i obuchenie v avtomaticheskikh sistemakh. M.: Nauka, 1968. 251 p.
6. Tu Dzh. Principy raspoznavaniya obrazov / Dzh. Tu, R. Gonsales. M.: Mir, 1978. 411 p.

УДК 66.091.2

## К ВОПРОСУ О ТЕРМИЧЕСКОМ ПОВЕДЕНИИ РЯДА АМИНОФЕНОЛЬНЫХ ОТВЕРДИТЕЛЕЙ ЭПОКСИДНЫХ ПОЛИМЕРОВ

Дудина Е.С., Медведева К.А., Черезова Е.Н.

ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,  
Казань, e-mail: glory1991@mail.ru

С использованием метода термогравиметрии изучено термическое поведение промышленных образцов отвердителя АФ-2 и лабораторных образцов новых аминифенольных отвердителей, полученных по реакции аминометилирования фенола. Установлено, что исследуемые промышленные образцы отвердителя АФ-2 разных производителей до температуры 70 °С теряют порядка 3 % от массы навески, до температуры 100 °С образец АФ-2 производства ЗАО «Стерлитамакский нефтехимический завод» теряет 5 % массы, тогда как образец производства ОАО «Котласский химический завод» теряет 5,9 % массы. Лабораторные образцы разработанных аминифенольных отвердителей до температуры 70 °С теряют 1,7–4,8 % массы в зависимости от условий их получения за исключением образцов, полученных при мольном соотношении реагентов фенол:параформ:этилендиамин = 1:2:2 при температуре 65 °С. Факт содержания в составе аминифенольных отвердителей легколетучих компонентов использован для получения эпоксипенополимера без дополнительного введения в композиции порофора. Выявлено, что объем композиции при отверждении увеличивается в 5–10 раз с образованием полимера, имеющего кажущуюся плотность 0,118–0,040 г/см<sup>3</sup>.

**Ключевые слова:** аминифенольные отвердители, термический анализ, эпоксиднодиановый олигомер

## TO THE QUESTION ABOUT THERMAL BEHAVIOUR OF AMINOPHENOLNY HARDENERS IN EPOXY POLYMERS

Dudina E.S., Medvedeva K.A., Cherezova E.N.

Kazan National Research Technological University, Kazan, e-mail: glory1991@mail.ru

Using thermogravimetric analysis was studied the thermal behavior of the industrial samples of hardener AF-2 and laboratory samples of new aminophenol hardeners obtained by aminomethylation reaction. It was found that the investigated industrial samples of hardener AF-2 different manufacturers up to a temperature of 70 °C lose about 3 % from weight sample, up to a temperature of 100 °C the sample AF-2 manufactured by JSC «Sterlitamak Petrochemical Plant» loses 5 % of weight, whereas the sample manufactured by JSC «Kotlas Chemical Plant» loses 5,9 % of weight. Laboratory samples of aminophenol hardeners up to a temperature of 70 °C lose 1,7–4,8 % of weight depending on the conditions of their preparation except the samples, received at a molar ratio of reagents phenol:paraform:ethylenediamine = 1:2:2 at a temperature 65 °C. The presence of volatile components in aminophenol hardeners allows obtaining epoxy polymer foam without additional introduction of blowing agent into the composition. It is revealed, that composition volume at curing increases 5 times with polymer formation, having an apparent density of 0,118–0,040 g/cm<sup>3</sup>.

**Keywords:** aminophenol hardeners, thermal analysis, epoxy diene oligomer

Особенностью эпоксидных полимеров является высокая зависимость их эксплуатационных свойств от структуры отвердителя [5]. Для отверждения эпоксидных олигомеров (ЭО) без подвода тепла широко используют соединения класса органических аминов [4, 5]. Это обусловлено тем, что органические амины легко реагируют с эпоксидными группами. Более того, при реакции ЭО с аминами наблюдается экзотермический эффект [5]. В условиях, исключающих отвод тепла, температура реакционной массы может достигать высоких значений [2], что приводит к переходу высоколетучих компонентов в газообразное состояние и, как следствие, возникновению пор и трещин в полимерных покрытиях. С другой стороны, выделение газа в ходе отверждения эпоксидных смол может быть использовано при синтезе пенополимеров.

Поэтому важным является определение фазового состояния отвердителей при повышении температуры.

В числе аминных отвердителей значительную нишу занимают аминифенольные (АФ) соединения. Целью работы является изучение термического поведения промышленных и опытных образцов АФ.

### Материалы и методы исследования

**Объекты исследования:** образцы промышленного отвердителя АФ-2 (I) производства ЗАО «Стерлитамакский нефтехимический завод» (ТУ 2494-052-00205423-2004); АФ-2 (II) ОАО «Котласский химический завод» (ТУ 2494-511-00203521-94); опытные образцы АФ (III-IX), полученные в лабораторных условиях по двухстадийной методике синтеза, описанной в работах [3, 4], с варьированием соотношения реагентов и порядка их введения. Характеристики промышленных АФ-2 (I, II) и опытных образцов АФ (III-IX) представлены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики образцов промышленных (I, II) и опытных образцов (III–IX) аминофенолов

Аминофенол	Условия синтеза отвердителя	Характеристики	
		Внешний вид	Доля титруемого азота, %
Промышленные отвердители			
АФ-2 (I)	ТУ 2494-511-00203521-94	Вязкая жидкость тёмно-жёлтого оттенка, динамическая вязкость при 50 °С, не более 1,5 Па·с	12–16
АФ-2 (II)	ТУ 2494-052-00205423-2004	Густая тягучая субстанция тёмно-жёлтого оттенка; динамическая вязкость при 50 °С, не более 1,5 Па·с	12–16
Лабораторные образцы АФ (синтезированы по двухстадийной методике [3, 4])			
Серия 1: на первой стадии вводили фенол (Ф) и параформ (П), на второй стадии вводили этилендиамин (ЭДА)			
АФ (III)	$T = 65\text{ °C}$ ; соотношение (моль) Ф:П:ЭДА = 1:2:1.8	Жидкость светло-желтого цвета (30*) динамическая вязкость при 50 °С, не более 1860 МПа·с	16,5
АФ (IV)	$T = 45\text{ °C}$ ; соотношение (моль) Ф:П:ЭДА = 1:2:2	Жидкость светло-желтого цвета (30*) динамическая вязкость при 50 °С, не более 265 МПа·с	15,9
АФ (V)	$T = 65\text{ °C}$ ; соотношение (моль) Ф:П:ЭДА = 1:2:2	Жидкость светло-желтого цвета (30*) динамическая вязкость при 50 °С, не более 1023 МПа·с	17,9
Серия 2: на первой стадии вводили фенол (Ф) и этилендиамин (ЭДА), на второй стадии вводили параформ (П)			
АФ (VI)	$T = 45\text{ °C}$ ; соотношение (моль) Ф:ЭДА:П = 1:1.8:2	Жидкость светло-желтого цвета (30*) динамическая вязкость при 50 °С, не более 198 МПа·с	15,3
АФ (VII)	$T = 65\text{ °C}$ ; соотношение (моль) Ф:ЭДА:П = 1:1.8:2	Жидкость светло-желтого цвета (30*) динамическая вязкость при 50 °С, не более 579 МПа·с	15,5
АФ (VIII)	$T = 65\text{ °C}$ ; соотношение (моль) Ф:ЭДА:П = 1:2:2	Жидкость светло-желтого цвета (30*) динамическая вязкость при 50 °С, не более 322 МПа·с	16,5
АФ (IX)	$T = 45\text{ °C}$ ; соотношение (моль) Ф:ЭДА:П = 1:2:2	Жидкость светло-желтого цвета (30*) динамическая вязкость при 50 °С, не более 200 МПа·с	15,7

Примечание. \* Цветность, баллы в соответствии с йодной шкалой.

В качестве эпоксидной смолы применена эпоксидно-диановая смола марки ЭД-20 (ГОСТ 10587-84):  $M_n \approx 470$  г/моль, массовая доля эпоксидного кислорода 20,2%, динамическая вязкость при  $(25 \pm 0,1)\text{ °C}$  12–25 Па·с.

В качестве пенорегулятора использован кремнийорганический продукт марки Пента-483 (ТУ 2483-026-40245042-2004): однородная жидкость от бесцветного до желтого цвета, без химических примесей, полностью растворимая в воде, кинематическая вязкость при 25 °С 700–1500 мм<sup>2</sup>/с, рН водного раствора 6,0–7.

Термическое поведение АФ определялось методом дифференциальной сканирующей калориметрии. Тип прибора: Совмещенная система ТГА/ДСК (STA 6000) – ИК-Фурье (Frontier) с использованием трансферной линии TL-900: ТГА/ДСК – нагрев от 46 до 900 °С, скорость нагрева 10 °С/мин в атмосфере азота (ОСЧ 99,999) при скорости продувки 20 см<sup>3</sup>/мин; ИК-Фурье режим мониторинга с ручным со-

хранением спектра в необходимый момент времени. Диапазон сканирования: 4000–600 см<sup>-1</sup>. Количество накоплений: 4. Оптические окна: КВr. Трансферная линия – температура во всех частях трансферной линии 270 °С. Скорость откачивания 65 мл/мин.

**Результаты исследования и их обсуждение**

Медленная потеря массы промышленными образцами АФ-2 (I, II) (рис. 1) начинается при температуре выше 47 °С, так же как и лабораторными образцами АФ (III–IX) (рис. 2, 3). Отметим, что полученные ТГ-кривые свидетельствуют о значительных различиях в составе АФ-2 разных производителей. При этом на ТГ-кривых наблюдается несколько участков, отличающихся скоростью потери массы образцами.

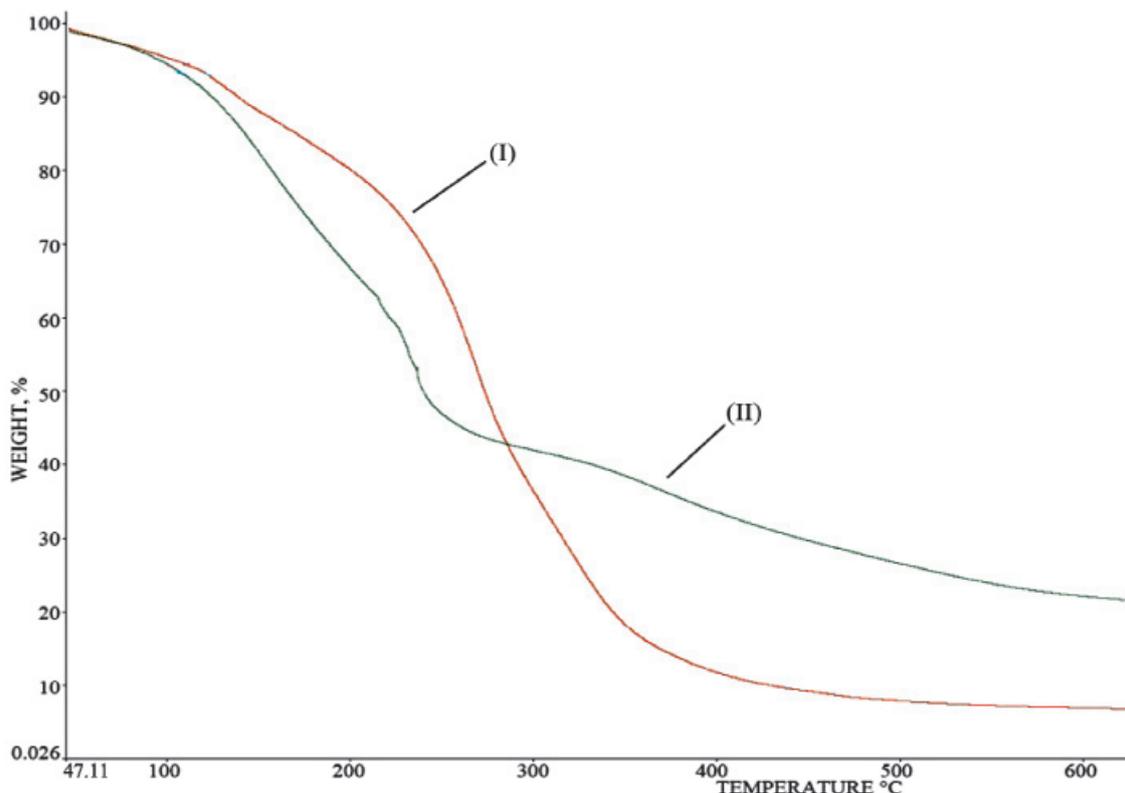


Рис. 1. ТГ кривые промышленных отвердителей АФ-2 (I, II) разных производителей

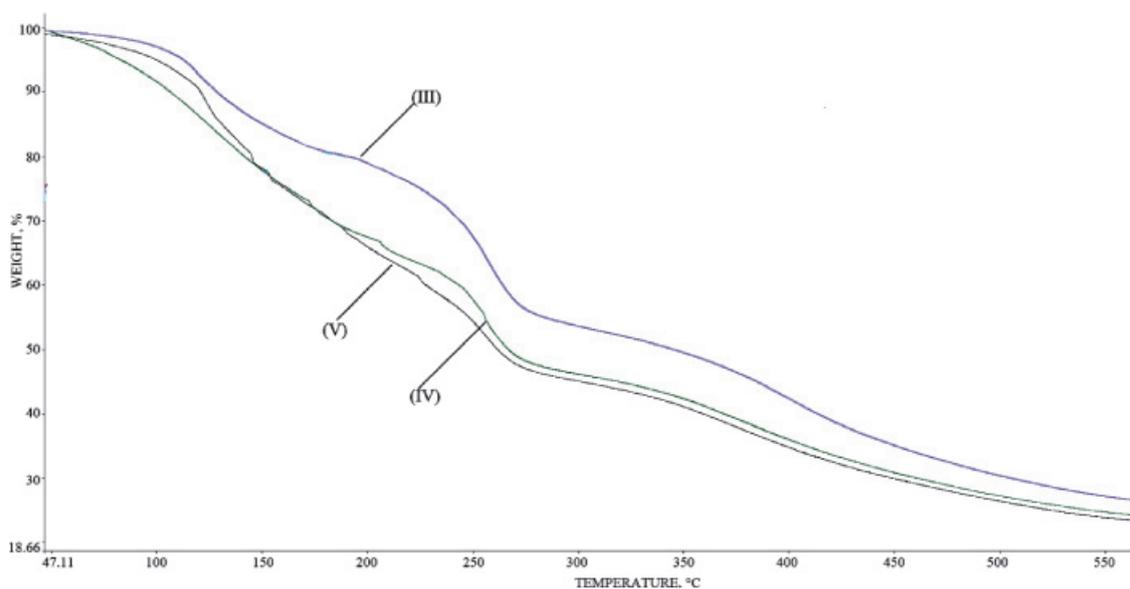


Рис. 2. ТГ кривые опытных образцов АФ(III-V) серии I

В зависимости от условий получения лабораторных образцов АФ (III-IX) их поведение отличается по скорости потери массы (рис. 2, 3).

Для детального анализа полученные ТГ-кривые исследуемых образцов АФ были разбиты на участки с шагом 30°C. Данные о потере массы сведены в табл. 2.

Полученные характеристики свидетельствуют о том, что исследуемые промышленные образцы АФ-2 (I, II) до температуры 70°C теряют порядка 3% от массы навески, до 100°C образец АФ-2 (I) теряет 5% массы, тогда как образец АФ-2 (II) другого производителя теряет 5,9% массы.

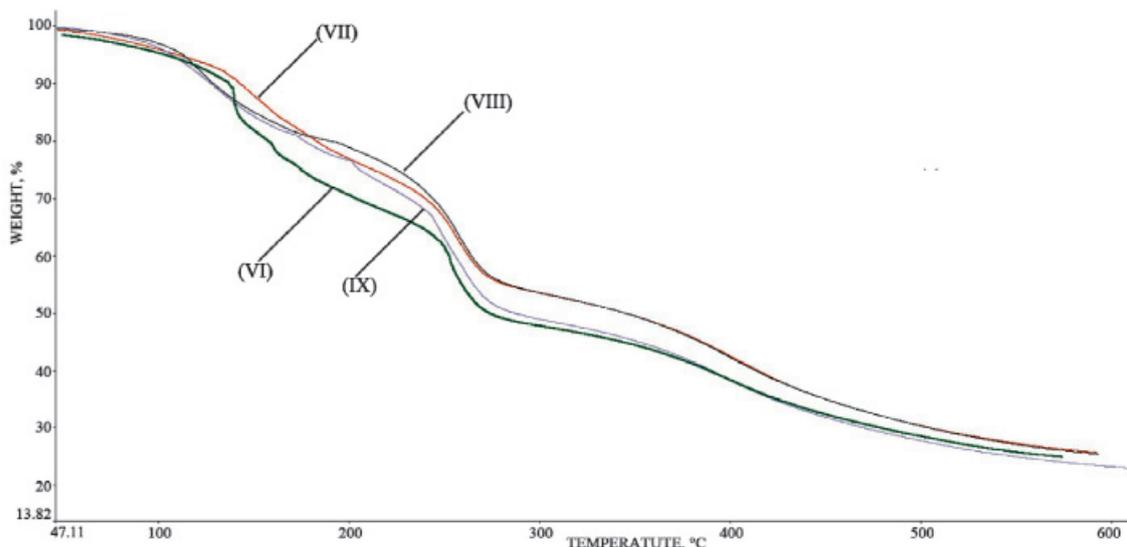


Рис. 3. ТГ кривые опытных образцов АФ (VI–IX) серии 2

Таблица 2

Влияние способа получения АФ на потерю массы при нагревании

Образец АФ	Начало потери массы	Температура, °С								
		70	100	130	160	190	220	250	280	310
Процент потери массы образцом										
I	47	3,0	5,9	11,8	20,8	29,9	38,8	51,9	55,6	57,8
II	47	3,1	5,0	8,9	13,9	18,6	24,8	35,5	54,5	67,2
III	47	1,7	3,0	10,4	16,3	19,6	23,5	31,8	36,2	46,0
IV	47	4,8	10,6	19,5	27,6	35,0	39,2	47,3	57,6	59,8
V	47	2,3	5,1	14,4	24,0	30,4	36,6	44,1	51,7	53,7
VI	47	1,9	4,2	7,4	15,0	21,3	25,9	33,2	43,7	46,2
VII	47	2,8	4,9	8,6	20,3	27,4	31,6	37,5	49,3	51,3
VIII	47	3,2	9,3	19,7	27,6	30,4	31,3	35,3	48,4	50,9
IX	47	2,7	3,7	7,2	14,8	20,8	25,4	33,0	43,2	45,7

Лабораторные образцы АФ (III–IX) до температуры 70 °С, в зависимости от условий их получения, теряют 1,7–4,8% массы; до 100 °С потеря массы составила менее 5%, за исключением образцов АФ (IV) и (VIII), полученных при соотношении реагентов Ф:П:ЭДА = 1:2:2 при 65 °С, как в серии 1, так и в серии 2.

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что во избежание образования газовых образований при формировании эпоксидного покрытия при использовании АФ-2 и опытных АФ при отверждении следует обеспечить температуру не более 47 °С.

Выше было высказано положение, что факт содержания легколетучих соединений в отвердителе может быть использован при синтезе вспененных эпоксиполимеров, отверждение которых проходит в компактном объеме. Как правило, количество вводимого порофора при получении эпоксипенополимеров составляет 4–7% [1, 6].

Исходя из представленных данных о термическом поведении АФ (I–IX), можно полагать, что их использование позволит не вводить в композицию дополнительно прообразователь, что упростит технологию приготовления и будет способствовать ресурсосбережению.

Сделанные посылки были проверены на базовых композициях со смолой марки ЭД-20, отверждаемых промышленным отвердителем АФ-2 (II), либо лабораторным образцом АФ (IX) в присутствии пенорегулятора марки «Пента-483» и без пенорегулятора. ЭД-20 смешивали с отвердителем в течение 90 секунд со скоростью вращения мешалки 600 об/мин. Результаты влияния АФ-2 (II) и АФ (IX) на объем эпоксипенополимера представлены в табл. 3. Эксперимент показал, что объем композиции при отверждении увеличивается в 5–10 раз с образованием полимера, имеющего кажущуюся плотность 0,118–0,040 г/см<sup>3</sup>.

Таблица 3

Влияние отвердителя на изменение объема и кажущуюся плотность эпоксипенополимера

Состав композиции, мас. ч	Параметр	Значение
ЭД-20:АФ-2 (II) = 100:30	Скорость вращения мешалки, об/мин	600
	$\Delta V$ , %	683
	Кажущаяся плотность, г/см <sup>3</sup>	0,066
ЭД-20:АФ-2 (II):Пента-483 = 100:30:5	Скорость вращения мешалки, об/мин	600
	$\Delta V$ , %	1150
	Кажущаяся плотность, г/см <sup>3</sup>	0,040
ЭД-20:АФ (IX) = 100:30	Скорость вращения мешалки, об/мин	600
	$\Delta V$ , %	330
	Кажущаяся плотность, г/см <sup>3</sup>	0,118
ЭД-20:АФ (IX):Пента-483 = 100:30:5	Скорость вращения мешалки, об/мин	600
	$\Delta V$ , %	527
	Кажущаяся плотность, г/см <sup>3</sup>	0,076

Примечание. \*Пента-483 – пенорегулятор (ТУ 2483-026-40245042-2004).

### Выводы

Таким образом, полученные данные свидетельствуют, что аминофенольные отвердители содержат легколетучие компоненты, которые в условиях отверждения эпоксидных олигомеров в компактном объеме могут переходить в газообразное состояние, что, в свою очередь, может быть использовано при синтезе эпоксипенополимеров.

### Список литературы

1. Берлин А.А. Пенополимеры на основе реакционно-способных олигомеров / А.А. Берлин, Ф.А. Шутов. – М.: Химия, 1978. – 296 с.
2. Бобылев В.А. Отвердители эпоксидных смол // Композитный мир. – 2006 (07). – № 4. – С. 20–24.
3. Медведева К.А. Новые отверждающие системы для эпоксидно-диановых олигомеров / К.А. Медведева, Е.Н. Черезова // Клеи. Герметики. Технологии. – 2014. – № 10. – С. 21–23.
4. Медведева К.А. Синтез новых алкиламинофенольных отверждающих агентов для эпоксидных олигомеров / К.А. Медведева, Е.Н. Черезова // Вестник Казан. технол. ун-та. – 2011. – Т. 14. – № 14. – С. 201–204.

5. Мошинский Л.Я. Эпоксидные смолы и отвердители (структура, свойства, химия и топология отверждения). – Тель-Авив: Аркадия пресс ЛТД, 1995. – 370 с.

6. Чернин И.З. Эпоксидные полимеры и композиции / И.З. Чернин, Ф.М. Смехов, Ю.В. Жердев. – М.: Химия, 1982. – 231 с.

### References

1. Berlin A.A., Shutov F.A. *Penopolimery na osnove reakcionnosposobnyh oligomerov* [Polymeric foam on the basis of reactive oligomer]. Moscow, Chemistry, 1978, 296 p.
2. Bobilev V.A. *Kompozitnyj mir* [Composite world], no. 4, 2006 (07), pp. 20–24.
3. Medvedeva K.A., Cherezova E.N. *Klei. Germetiki. Tehnologii* [Adhesive. Sealant. Technologies], 2014, no. 14, pp. 21–23.
4. Medvedeva K.A., Cherezova E.N. *Vestnik Kazan. tehnol. un-ta*. 2011. Vol. 14, no. 14, pp. 201–204.
5. Moshinskij L.Ja. *Jepoksidnye smolyi otverditeli (struktura, svojstva, himija i topologija otverzhenija)* [The epoxy resins and hardeners (structure, properties, chemistry and topology curing)]. TelAviv, Arkadijapress Ltd Publ., 1995. 370 p.
6. Chernin I.Z., Smehov F.M., Zherdev Ju.V. *Jepoksidnye polimery i kompozicii* [Epoxy polymers and compositions]. Moscow, Chemistry, 1982, 231 p.

УДК 678.01:681.785.5

## ИЗУЧЕНИЕ ВИНИЛЭФИРНОЙ СМОЛЫ И ОТВЕРЖДАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

**Ерофеев В.Т., Деряева Е.В., Казначеев С.В., Танасейчук Б.С.**

*ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева»,  
Саранск, e-mail: kaznacheevsv@rambler.ru*

В статье показано, что из большого многообразия полимерных связующих предпочтительными являются производимые в последние годы в России винилэфирные смолы, представляющие собой раствор винилового эфира в мономере. Для отверждения винилэфирных смол рекомендуется иницирующая система, состоящая из диметиланилина, пероксида циклогексана и октоата кобальта. В данной работе методом ИК-спектроскопии изучена структура винилэфирной смолы и отверждающих компонентов. Из ИК-спектров органических соединений выделены три основные области: 1500–500 см<sup>-1</sup> – область валентных колебаний простых связей, 2500–1500 см<sup>-1</sup> – область валентных колебаний кратных связей и 4000–2500 см<sup>-1</sup> – область валентных колебаний простых связей. Даны характеристики этих областей и указано, какие соединения в структуре они позволяют определить. Показано, что разработанные винилэфирные композиты имеют высокие физико-механические показатели.

**Ключевые слова:** полимербетон, винилэфирная смола, структура, метод ИК-спектроскопии, основные области, отверждающая система

## STUDYING OF VINYLESTER PITCH AND THE IK-SPECTROSCOPY METHOD CURING SYSTEMS

**Erofeev V.T., Deryaeva E.V., Kaznacheev S.V., Tanaseychuk B.S.**

*Mordovia State University a.n. N.P. Ogarev, Saransk, e-mail: kaznacheevsv@rambler.ru*

In article it is shown that from big variety polymeric binding preferable are represented, the vinylester pitches made in recent years in Russia showing themselves solution of vinyl air in monomer. For an curing the vinylester of pitches is recommended the initiating system consisting of a dimetilaminin, peroxide of cyclohexanone and an oktoat of cobalt. In this work as method of IK-spectroscopy the structure of vinylester pitch and the curing components is studied. From IR spectrums of organic compounds three main areas are allocated: 1500–500 cm<sup>-1</sup> – area of valent fluctuations of simple communications, 2500–1500 cm<sup>-1</sup> – area of valent fluctuations of multiple communications and 4000–2500 cm<sup>-1</sup> – area of valent fluctuations of simple communications. Characteristics of these areas are given and is specified what connections in structure they allow to define. It is shown that the developed I blamed – radio composites have high physicommechanical rates.

**Keywords:** polymer concrete, vinilefirny pitch, structure, an IK-spectroscopy method, the main areas, the curing system

Создание новых строительных материалов и изделий, обеспечивающих улучшение их эксплуатационных показателей, повышение эффективности, снижение материалоемкости, стоимости и трудоемкости изготовления является основной задачей в области строительного материаловедения.

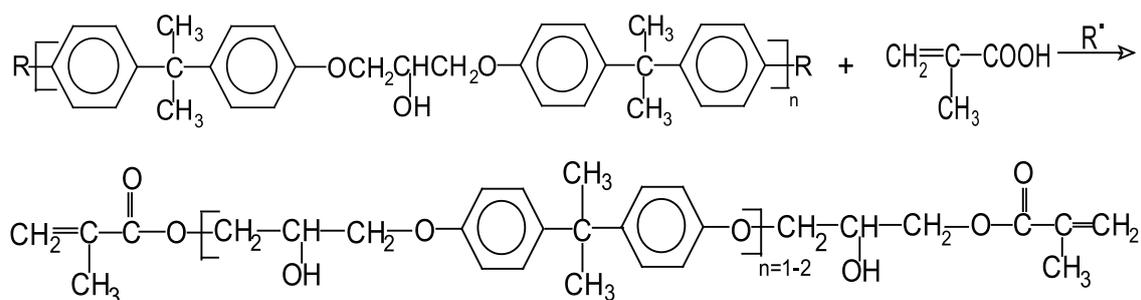
Основным компонентом композиционных материалов является вяжущее вещество, которое под воздействием отвердителей или воды переходит из жидкого или тестообразного состояния в твердое. Для изготовления композиционных строительных материалов используется большая группа неорганических и органических связующих, выбираемых с учетом условий эксплуатации и требований к изделиям. Наибольшее применение находят материалы на основе цементных, гипсовых, известковых, битумных и полимерных связующих [1–4, 6, 8, 9, 11, 16, 20–22, 26]. В некоторых областях строительства перспективны композиты на основе жидкого стекла, магнизиальных и серных связующих [12, 13, 17, 18, 25, 19, 23, 24].

Интенсификация строительства сопровождается непрерывными поисками более совершенных композиционных строительных материалов. Примером таких поисков могут служить работы последних лет по улучшению свойств бетонов с помощью полимеров: полимерцементных бетонов, бетонополимеров, полимербетонов. Последние изготавливают на полимерных связующих в смеси с химически стойкими наполнителями и заполнителями без участия минеральных компонентов. По виду связующего различают фенолформальдегидные, фурановые, полиэфирные, эпоксидные, карбамидные, полиуретановые, ацетонформальдегидные, полиметилметакрилатный, полиэтиленовый и другие полимербетоны, а также многочисленные разновидности композитов на модифицированных и совмещенных смолах [4, 5, 27]. Отечественная и мировая практика показывает, что чаще в строительстве используются полимербетоны на эпоксидных, полиэфирных и карбамидных смолах [4, 5, 11, 27].

Из большого многообразия синтетических вяжущих предпочтительными представляются предлагаемые в последнее время отечественной промышленностью винилэфирные смолы, представляющие собой раствор винилового эфира в мономере. Для их получения в качестве мономеров могут выступать стирол, метилметакрилат, винилтолуол, диаллилфталат, триаллилцианурат. Существуют два основных вида винилэфирных смол: на основе диглицидилового эфира бисфенола А и на основе новолачного эпоксифенола.

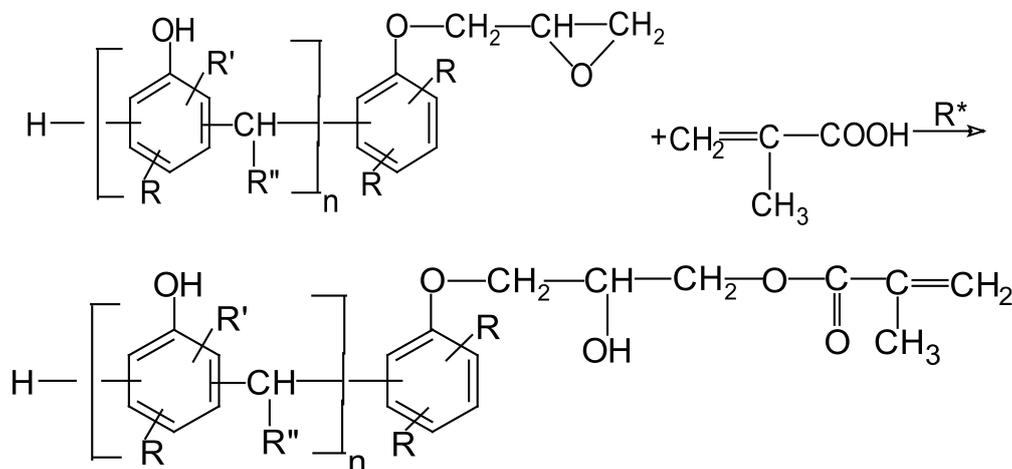
Наличие в винилэфирной смоле соединения под названием диглицидиловый эфир бисфенола А может говорить о наличии у исследуемой смолы сходных характеристик с эпоксидной смолой.

В первом случае смолу получают реакцией эпоксидной смолы на основе диглицидилового эфира бисфенола А с метакриловой кислотой:



Затем она растворяется в стироле для получения смолы с содержанием твердого вещества не менее 50%.

Во втором случае смола является продуктом реакции новолачного эпоксифенола и метакриловой кислоты, растворенных в стироле до получения смолы с содержанием твердого вещества 30–36%:



Молекулярная структура винилэфирных смол позволяет им вступать в реакцию более полно по сравнению с полиэфирами. Это связано с тем, что поперечная сшивка винилэфиров является «концевой», т.е. происходит на концах молекулярной цепи, тогда как у ненасыщенных полиэфирных смол она происходит в середине цепи. Повторяющиеся двойные углеродные связи в эпоксицированной винилэфирной смоле являются реакционными участками, вступающими в свободнорадикальную реакцию. Сшивающиеся связи в полимеризованном винилэфире находятся в конце молекулярной цепи, следовательно, цепь имеет возможность удлинения под действием напряжения, поглощая механический или тепловой удар. Эпоксидная основа стандартной винилэфирной смолы обеспечивает хорошую температурную стабильность и высокую химическую стойкость.

В настоящее время для отверждения винилэфирных смол предложена иницирующая система, состоящая из диметиланилина (ДМА), пероксид циклогексанона (ПЦОН-2) и октоата кобальта (ОК-1).

Диметиланилин – (N,N-диметиламинобензол) – (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>NC<sub>6</sub>H<sub>5</sub> – желтая жидкость с дегтярным запахом, температура плавления

2,5 °С, температура кипения 194,15 °С, плохо растворим в воде (1,4% при 12 °С). Растворяется в спиртах, бензоле, хлороформе, ацетоне. Получается обработкой анилина метанолом под давлением. Применяется в производстве основных красителей, проявитель для цветной фотографии. Вызывает превращение гемоглобина в метгемоглобин, образование язв на коже (ПДК 0,2 мг/м<sup>3</sup>).

Пероксид циклогексанона марки ПЦОН-2 – продукт взаимодействия циклогексанона с пероксидом водорода. В результате получается смесь, содержащая перекиси и гидроперекиси циклогексанона в трихлорэтилфосфате. По внешнему виду отвердитель ПЦОН-2 представляет собой бесцветную прозрачную жидкость со слабым специфическим запахом. Плотность 1,11–1,13 г/см<sup>3</sup>, показатель преломления 1,4718–1,4758. Массовая доля активного кислорода не ниже 4,6%, массовая доля воды не более 4,2%,  $P_n = 3,1–6,7$ . Температура плавления 70,78 °С и 82–83 °С соответственно. Растворяется в органических растворителях, не растворяется в воде. Сильно раздражает кожу и слизистые оболочки.

Ускоритель отверждения октоат кобальта марки ОК-1 представляет собой жидкость фиолетового или розового цвета. Ускоритель ОК-1 хорошо растворяется в ненасыщенных полиэфирных смолах. Массовая доля кобальта 1,2–1,5%; плотность, г/см<sup>3</sup> – 0,92–0,95; вязкость кинематическая – 0,96–1,3.

Винилэфирные композиты имеют высокие физико-механические показатели [11–14].

Полимерные композиционные материалы содержат два или более компонентов, и результирующий спектр является приближительной суммой спектров составляющих гомополимеров. За некоторым исключением, невозможно с помощью одной ИК-спектроскопии обнаружить разницу между сополимерами и смесью гомополимеров.

Количественный анализ методом ИК-спектроскопии выполняется прямым или косвенным сравнением оптической плотности неизвестного вещества при данной длине волны (часто в максимуме интенсивной полосе поглощения) с оптической плотностью того же вещества известной стандартной концентрации. Для расчетов наиболее полезным примером является оптическая плотность в максимуме, так как она легко измеряется и связана с концентрацией [28].

Были получены ИК-спектры неотвержденной винилэфирной смолы марки РП-14С, октоата кобальта (ОК-1), пероксида циклогексанона (ПЦОН-2), 10% раствора диметиланилина в стироле (рис. 1–4).

Из ИК-спектров органических соединений можно выделить три основные области:

1. 1500–500 см<sup>-1</sup> – область валентных колебаний простых связей X–Y: C–C, C–N, C–O и деформационных колебаний простых связей X–H: C–H, O–H, N–H.

2. 2500–1500 см<sup>-1</sup> – область валентных колебаний кратных связей X=Y, X≡Y: C=C, C=O, C=N, C≡C, C≡N.

3. 4000–2500 см<sup>-1</sup> – область валентных колебаний простых связей X–H: O–H, N–H, C–H, S–H.

Первая область также называется «областью отпечатков пальцев», т.к. положение и интенсивность полос поглощения в этом диапазоне сугубо индивидуальны для каждого конкретного органического соединения. Только по полному совпадению частот и интенсивностей линий в этой области ИК-спектра можно говорить об идентичности сравниваемых объектов. При интерпретации ИК-спектров наиболее информативными являются области 2500–1500 и 4000–2500 см<sup>-1</sup>. Анализ первой из них позволяет определить в структуре соединения неопредельные фрагменты: C=C, C≡C, C=O, C=N, C≡N, ароматические и гетероароматические ядра. Полосы поглощения в области 4000–2500 см<sup>-1</sup> позволяют однозначно идентифицировать такие функциональные группы, как O–H, N–H, S–H, а также различные типы связей углерод–водород C<sub>sp<sup>3</sup></sub>–H, C<sub>sp<sup>2</sup></sub>–H, C<sub>sp</sub>–H, (O=)C–H (альдегид). Поэтому рассмотрение ИК-спектров начинали именно с этих двух областей. При обнаружении в них характеристичных полос валентных колебаний определенных типов связей рекомендуется дополнительно рассматривать полосы соответствующих деформационных колебаний в области 1500–500 см<sup>-1</sup>, например, в случае связей O–H, N–H, C–H.

В области наиболее высоких частот находятся полосы, отвечающие колебаниям групп, содержащих легкий атом водорода, т.е. групп C–H, N–H, O–H. Увеличение массы атомов при сохранении порядка связи смещают полосы поглощения в длинноволновую область (в сторону меньших частот). Увеличение кратности связи (при сохранении массы) вызывает повышение частот. Колебания, определяемые изменением углов, встречаются в области значительно меньших частот, чем колебания, связанные с растяжением соответствующих связей.

Из спектра неотвержденной винилэфирной смолы, приведенного на рис. 1, можно выделить следующие характеристические области.

Полоса поглощения 1462,22 см<sup>-1</sup> отвечает антисимметричному деформационному колебанию метильной группы (CH<sub>3</sub>) в молекуле. Верные и крутильные колебания метильной группы отражены

частотой  $1300,18 \text{ см}^{-1}$ . Полоса поглощения  $2966,88 \text{ см}^{-1}$  говорит о наличии симметричных валентных колебаний метильной группы в структуре молекулы.

Присутствие кратной связи в молекуле органического соединения приводит к появлению полос поглощения, характеризующих эту связь, и изменяет положение полос поглощения групп, непосредственно связанных с нею. Валентные колебания связи  $\text{C}=\text{C}$  характеризуются полосой поглощения в области  $1680\text{--}1640 \text{ см}^{-1}$ . Это колебание не является строго валентным, поскольку наряду с растяжением связи  $\text{C}=\text{C}$  происходит изменение валентных углов  $\text{H}-\text{C}=\text{C}$  (до 50%). В ИК-спектре полоса валентного колебания  $\text{C}=\text{C}$  слаба, особенно в тех случаях, когда этиленовая связь находится в середине молекулы. Этим и можно объяснить достаточно слабую полосу поглощения  $1639,69 \text{ см}^{-1}$ , она свойственна для соединения  $\text{RCH}=\text{CH}_2$ . Поглощение области  $1041,69$  и  $829,49 \text{ см}^{-1}$  с хорошей степенью достоверности характеризует концевую винильную группу ( $\text{R}-\text{CH}=\text{CH}_2$ ).

$1600 \text{ см}^{-1}$ . Это хорошо видно в спектре винилэфирной смолы, где полоса поглощения  $1508,52 \text{ см}^{-1}$  интенсивнее, чем  $1608,83 \text{ см}^{-1}$ , что говорит о наличии в соединении ароматического кольца.

Колебания карбонильной группы представлены полосой поглощения  $1716,85 \text{ см}^{-1}$ . Полоса поглощения  $1250,02 \text{ см}^{-1}$  говорит о деформационных колебаниях связи  $\text{C}-\text{O}$  в соединении группы  $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ , характерной для простых эфиров (так называемая «эфирная полоса»).

На следующем этапе исследований были получены ИК-спектры всех компонентов отверждающей системы (рис. 2–4).

На рис. 2 представлен ИК-спектр октоата кобальта.

Характерные полосы углеводородов, связанные с характеристическими частотами  $\text{C}-\text{H}$  (металльные, метиленовые и метановые группы), находятся в трех областях:  $3000\text{--}2800 \text{ см}^{-1}$ ,  $1400\text{--}1300 \text{ см}^{-1}$  и около  $700 \text{ см}^{-1}$ . Валентные колебания связи  $\text{C}-\text{H}$  проявляются в виде сложной полосы поглощения, в которой пики при  $2962$  и  $2872 \text{ см}^{-1}$  принадлежат колебаниям метильной

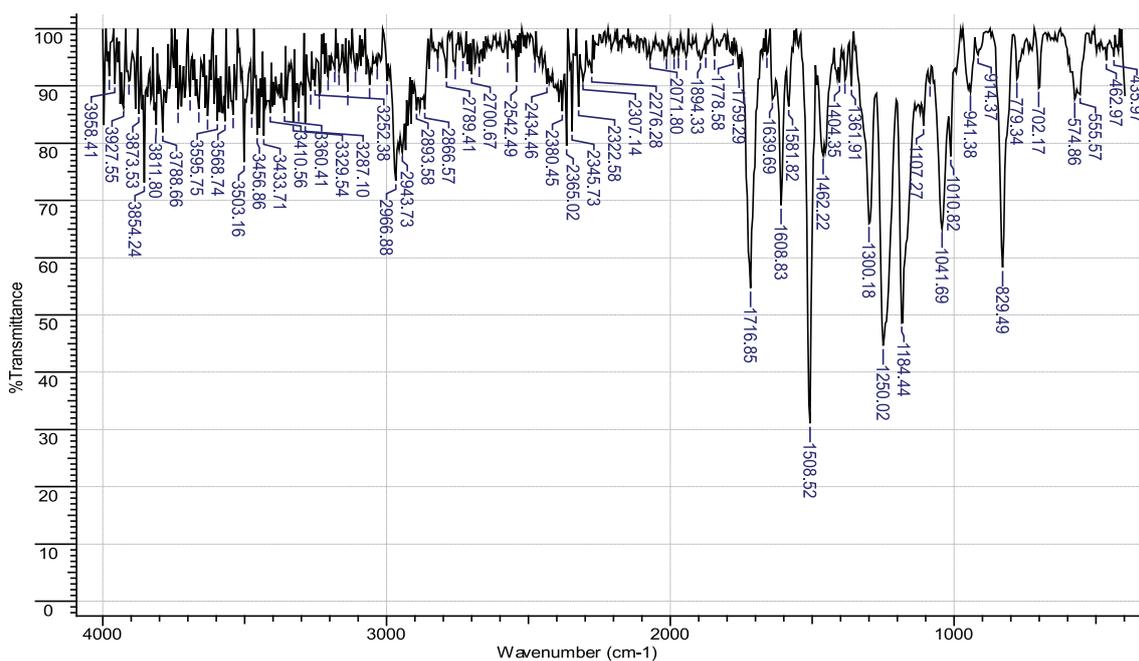


Рис. 1. ИК-спектр неотвержденной винилэфирной смолы РР-14С

Полосы поглощения в области  $1600\text{--}1500 \text{ см}^{-1}$  в спектрах ароматических соединений могут проявиться в виде трех полос: при  $1600$ ,  $1580$ ,  $1500$ ,  $1450 \text{ см}^{-1}$  интенсивность этих полос меняется в очень широких пределах. Как правило, полоса в области  $1500 \text{ см}^{-1}$  интенсивнее полосы при

группы – в рассматриваемом соединении это частота  $2870,43 \text{ см}^{-1}$ . Как правило, интенсивность поглощения метиленовых групп значительно возрастает с увеличением их числа, в то время как интенсивность полос металльных групп изменяется мало. Для метиленовых групп  $\text{CH}_2$  характерны четыре типа

деформационных колебаний: ножничные (bending), верные (wagging), крутильные (twisting) и маятниковые – (rocking). Маятниковые колебания метиленовой группы  $\text{CH}_2$  в октоате кобальта характеризуются наличием частоты  $775,48 \text{ см}^{-1}$ .

Интенсивность поглощения метиленовых групп значительно возрастает с увеличением их числа, в то время как интенсив-

ность полос металлических групп изменяется мало (небольшое изменение интенсивности происходит за счет перекрытия полос групп  $\text{CH}_2$  и  $\text{CH}_3$ ). Интенсивность полос поглощения групп  $\text{CH}_2$  и  $\text{CH}_3$  находится в линейной зависимости от их числа, что может быть использовано для определения количества металлических и метиленовых групп в индивидуальных углеводородах или их смесях.

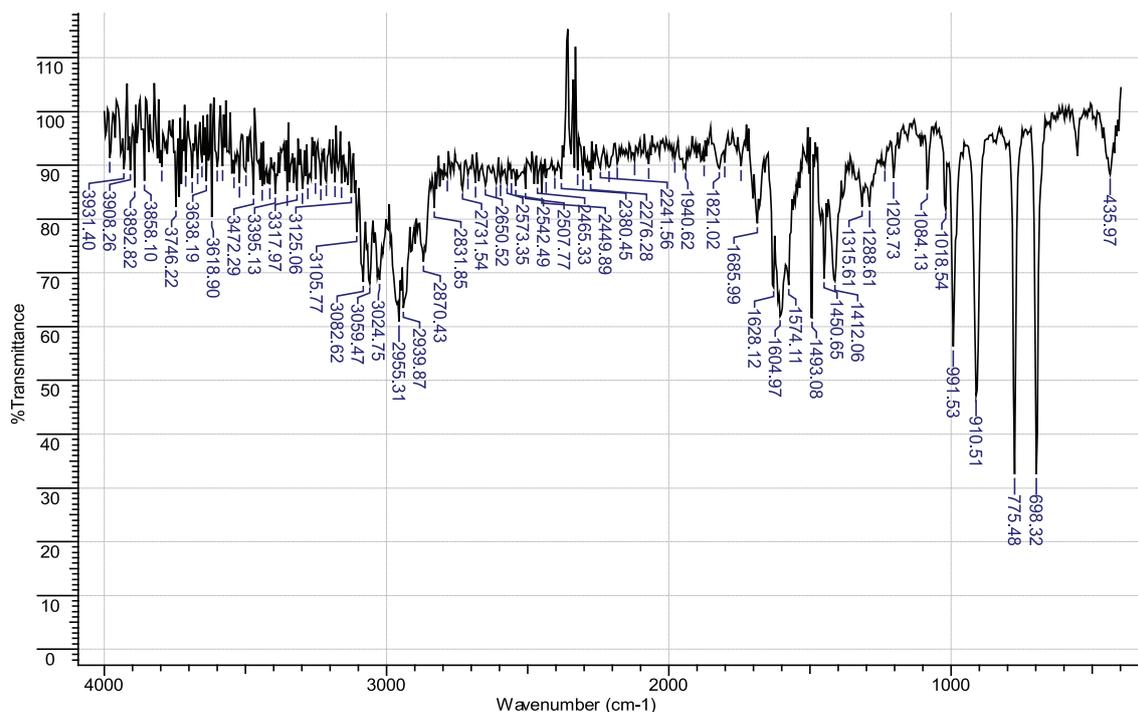


Рис. 2. ИК-спектр октоата кобальта ОК-1

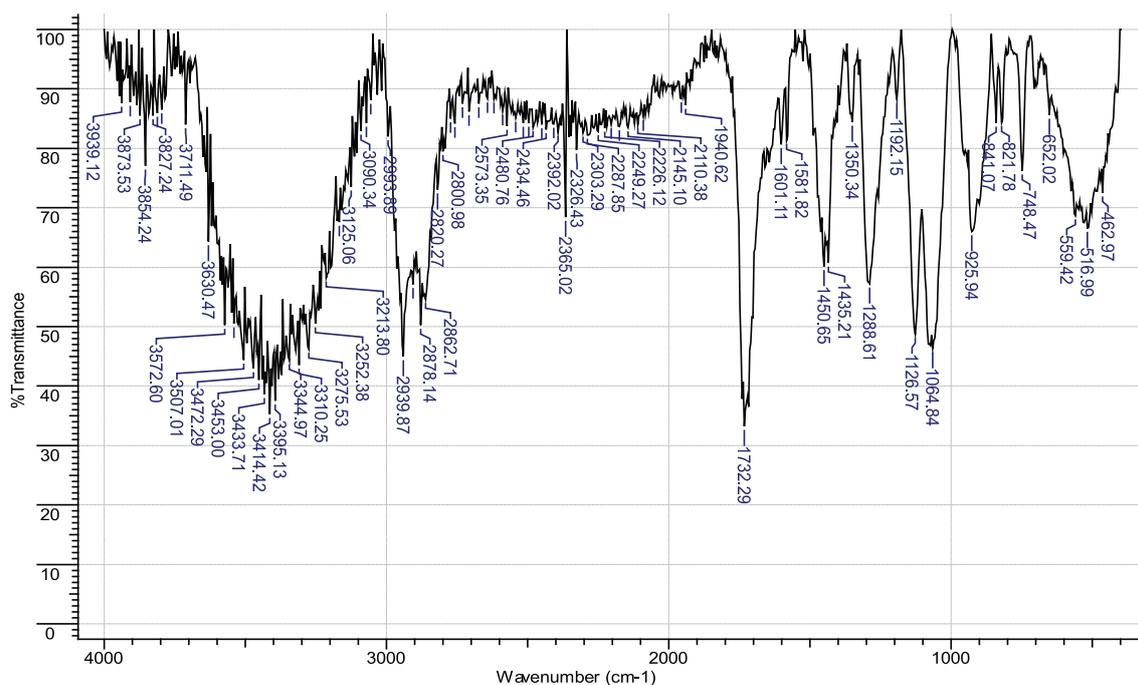


Рис. 3. ИК-спектр пероксида циклогексанона ПЦОН-2

Частоты 3082,62 и 2955,31  $\text{cm}^{-1}$ , наблюдаемые в спектре характерны для группы  $=\text{CH}_2$  и асимметричных валентных колебаний группы  $\text{CH}_3$  соответственно. Колебания ароматического кольца представлены в спектре частотами 1604,97 и 1493,08  $\text{cm}^{-1}$ , что говорит о наличии в ускорителе ОК-1 стирольных групп. Полосы поглощения в области 775,48 и 698,32  $\text{cm}^{-1}$  свидетельствуют о деформативных колебаниях связи  $\text{C}-\text{H}$  в группах  $\text{CH}_3$ , причем интенсивность данных полос поглощения говорит о достаточно большом числе рассматриваемых групп в молекуле углеводорода. Пик спектра с частотой 435,97  $\text{cm}^{-1}$  характеризует наличие кобальта в соединении.

ИК-спектр пероксида циклогексанона приведен на рис. 3.

Введение гидроксильной группы в молекулу органического соединения приводит к изменению спектра и к появлению новых полос поглощения, связанных с колебаниями связей  $\text{O}-\text{H}$  и  $\text{C}-\text{O}$ . Наиболее характерные полосы поглощения появляются в областях 3600–3000  $\text{cm}^{-1}$  (валентные колебания  $\text{O}-\text{H}$  группы) и 1400–1000  $\text{cm}^{-1}$  (колебания, связанные с присутствием группы  $\text{C}-\text{O}-\text{H}$ ). В области 3630,47–3213,80  $\text{cm}^{-1}$  проявляются валентные колебания  $\text{O}-\text{H}$ , которые являются характеристическими, поскольку в них принимает участие легкий атом водорода. Участие гидроксильной группы в образовании межмолекулярных водородных связей проявляется в смещении полосы поглощения в сторону меньших частот и значительном увеличении ее интенсивности, что и наблюдается на рис. 3.

Область 1400–1000  $\text{cm}^{-1}$  является областью скелетных колебаний молекулы.

Наличие полярной связи  $\text{C}-\text{O}$  вызывает появление интенсивной полосы поглощения в интервале 1200–1000  $\text{cm}^{-1}$  (в нашем случае это частоты 1126,57 и 1064,84  $\text{cm}^{-1}$ ), вызванной участием этой группы в скелетных колебаниях. В нашем случае данная связь присутствует в соединении  $\text{C}-\text{OH}$  циклических третичных спиртов. Кроме того, в области 1400–1250  $\text{cm}^{-1}$  (1288,61  $\text{cm}^{-1}$  в спектре) появляются интенсивные полосы поглощения, связанные с плоскими деформационными колебаниями группы  $\text{OH}$ . Наличие в соединении связи  $\text{C}=\text{O}$  отражено частотой 1732,29  $\text{cm}^{-1}$ .

ИК-спектр 10%-ного раствора диметиланилина в стироле приведен на рис. 4.

Полосы поглощения в области 1650–1500  $\text{cm}^{-1}$  (в нашем случае 1601,11  $\text{cm}^{-1}$ ) определяются деформационными колебаниями аминогруппы. Полоса деформационных колебаний  $\text{NH}$ -группы вторичных аминов, расположенная в области 1600–1500  $\text{cm}^{-1}$ , обычно слабая и определяется трудно. В ароматических аминах она маскируется скелетными колебаниями кольца. Аминогруппа влияет на валентные и деформационные колебания углеводородного радикала. Деформационные колебания метиленовой группы, соединенной с электроноакцепторным азотом  $=^+\text{N}-$ , находятся в области 1440–1400  $\text{cm}^{-1}$ , т.е. существенно снижены. Полоса поглощения 1493,08  $\text{cm}^{-1}$  скорее всего, указывает на наличие группировки  $\text{>C=N<}$ . Полоса поглощения с частотой 2924,44  $\text{cm}^{-1}$  характеризует асимметричные валентные колебания группы  $\text{CH}_3$ .

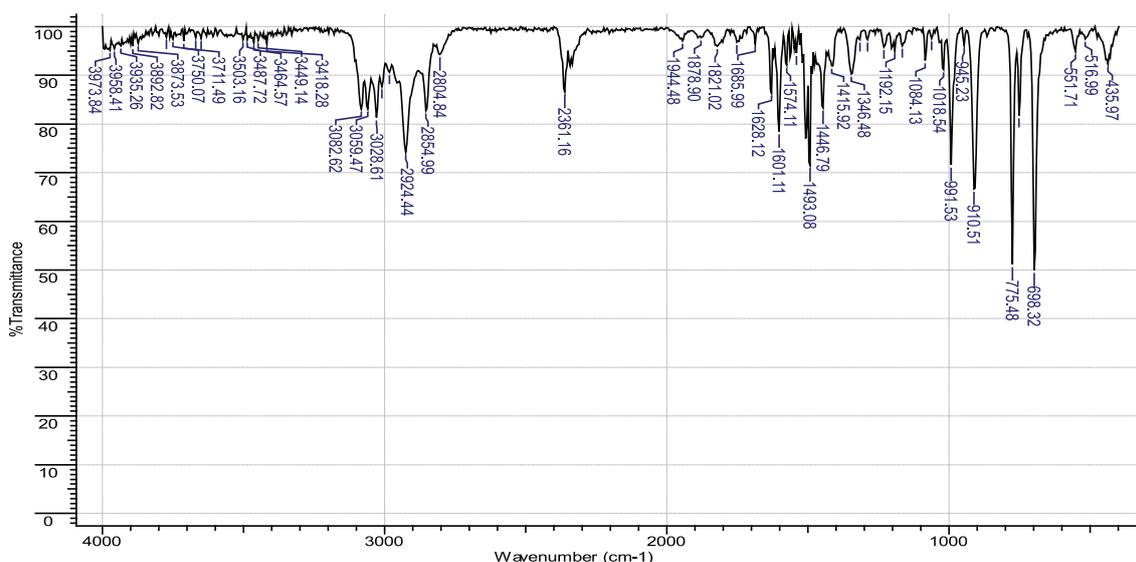


Рис. 4. ИК-спектр 10%-ного раствора диметиланилина в стироле

### Выводы

1. Из большого многообразия полимерных связующих предпочтительными являются производимые в последние годы в России винилэфирные смолы, представляющие собой раствор винилового эфира в мономере.

2. Для отверждения винилэфирных смол рекомендуется иницирующая система, состоящая из диметиланилина, пероксида циклогексанона и октоата кобальта.

3. В данной работе методом ИК-спектроскопии изучена структура винилэфирной смолы и отверждающих компонентов.

4. Количественный анализ методом ИК-спектроскопии выполняется сравнением оптической плотности веществ в максимуме.

5. Из ИК-спектров органических соединений выделены три основные области:

- 1500–500 см<sup>-1</sup> – область валентных колебаний простых связей X–Y: C–C, C–N, C–O и деформационных колебаний простых связей X–H: C–H, O–H, N–H – положение и интенсивность полос поглощения в этом диапазоне сугубо индивидуальны для каждого конкретного органического соединения.

- 2500–1500 см<sup>-1</sup> – область валентных колебаний кратных связей X=Y, X≡Y: C=C, C=O, C=N, C≡C, C≡N – позволяет определить в структуре соединения непредельные фрагменты: C=C, C≡C, C=O, C=N, C≡N, ароматические и гетероароматические ядра.

- 4000–2500 см<sup>-1</sup> – область валентных колебаний простых связей X–H: O–H, N–H, C–H, S–H – позволяют однозначно идентифицировать такие функциональные группы, как O–H, N–H, S–H, а также различные типы связей углерод – водород C<sub>sp<sup>3</sup></sub>–H, C<sub>sp<sup>2</sup></sub>–H, C<sub>sp</sub>–H, (O=)C–H (альдегид).

### Список литературы

1. Бажанова М.Е., Ерофеев В.Т., Бобрышев А.Н. Исследование стойкости полимерных и металлополимерных трубопроводных материалов в условиях воздействия почвенных микроорганизмов // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2011. – № 5–2 (38). – С. 415–421.

2. Бажанова М.Е., Ерофеев В.Т. Стойкость трубопроводных материалов в условиях воздействия почвенных микроорганизмов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2012. – № 1. – С. 31–33.

3. Баженов Ю.М., Федосов С.В., Ерофеев В.Т. и др. Цементные композиты на основе магнитно- и электрохимически активированной воды затворения. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2011. – 128 с.

4. Бобрышев А.Н., Ерофеев В.Т., Козомазов В.Н. Полимерные композиционные материалы. – М.: АСВ, 2013. – 474 с.

5. Бобрышев А.Н., Ерофеев В.Т., Козомазов В.И. Физика и синергетика дисперсно-неупорядоченных конденсированных композиционных систем. – СПб.: Наука, 2012. – 476 с.

6. Богатова С.Н., Богатов А.Д., Ерофеев В.Т., Казначеев С.В., Захарова Е.А. Исследование биологической стойкости эпоксидных покрытий // Лакокрасочные материалы и их применение. 2011. – № 3. – С. 42–45.

7. Волгина Е.В., Казначеев С.В., Ерофеев В.Т., Кретова В.М. Деформативность винилэфирных композитов // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2012. – № 6 (45). – С. 082–090.

8. Ерофеев В.Т., Смирнов В.Ф., Кондакова И.Э., Казначеев С.В., Богатов А.Д. Биостойкость эпоксидных полимербетонов, модифицированных каменноугольной смолой // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2013. – № 7–2. – С. 310–325.

9. Ерофеев В.Т., Баженов Ю.М., Калгин Ю.И. и др. Дорожные битумоминеральные материалы на основе модифицированных битумов (технология, свойства, долговечность). – Саранск, 2009. – 276 с.

10. Ерофеев В.Т., Волгина Е.В., Казначеев С.В., Кретова В.М. Исследование прочности винилэфирных композитов // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2013. – № 4. – С. 081–088.

11. Ерофеев В.Т. Каркасные строительные композиты: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева. – М., 1993.

12. Ерофеев В.Т., Коротаев С.А. Каркасные технологии обжигового материала с наполнителем на стеклообразном связующем // Строительные материалы. – 2014. – № 3 (711). – С. 88–91.

13. Ерофеев В.Т., Черкасов В.Д., Лаптев Г.А. и др. Моделирование свойств металлобетонов // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–17. – С. 3699–3708.

14. Ерофеев В.Т., Волгина Е.В., Казначеев С.В., Богатов А.Д., Ерыкалина И.В. Оптимизация содержания компонентов винилэфирных композитов // Региональная архитектура и строительство. – 2012. – № 1. – С. 22–31.

15. Ерофеев В.Т., Волгина Е.В., Ерыкалина И.В., Казначеев С.В. Оптимизация содержания отверждающих компонентов в винилэфирных композитах // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2011. – № 5–2 (38). – С. 427–433.

16. Ерофеев В.Т., Меркулов И.И., Меркулов А.И., Ерофеев П.С. Оптимизация составов бетонов с применением численного моделирования. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2006. – 100 с.

17. Ерофеев В.Т., Завалишин Е.В., Богатов А.Д., Астахов А.М., Коротаев С.А., Никитин Л.В. Силикатные и полимерсиликатные композиты каркасной структуры роликотного формирования. – М.: АСВ, 2009. – 160 с.

18. Ерофеев В.Т., Баженов Ю.М., Богатов А.Д. и др. Строительные материалы на основе отходов стекла. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2005. – 120 с.

19. Ерофеев В.Т., Черкасов В.Д., Лаптев Г.А., Ерофеев П.С., Меркулов А.И. Экспериментально-теоретическое обоснование создания металлобетонов с оптимальной структурой и повышенной долговечностью // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2015. – № 1. – С. 70–76.

20. Ерофеев В.Т., Соколова Ю.А., Богатов А.Д. и др. Эпоксидные полимербетоны, модифицируемые нефтяными битумами, каменноугольной и карбамидной смолами и аминопроизводственными соединениями. – М.: АСВ, 2012. – 244 с.

21. Железобетонные изделия и конструкции: научно-технический справочник / под ред. Ю.В. Пухаренко, Ю.М. Баженова, В.Т. Ерофеева. – СПб.: НПО «Профессионал», 2013. – 1048 с.

22. Калашников В.И., Ерофеев В.Т., Мороз М.Н. и др. Наногидросиликатные технологии в производстве бетонов // Строительные материалы. – 2014. – № 5. – С. 88–91.

23. Королев Е.В., Прошин А.П., Ерофеев В.Т. и др. Строительные материалы на основе серы. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2003. – 372 с.

24. Лаптев Г.А., Губанов Д.А., Ерофеев В.Т. Оптимизация составов мателлобетонов на алюминиевом связующем // Известия КГАСУ. – 2012. – № 4. – С. 307–311.

25. Лаптев Г.А., Потапов Ю.Б., Ерофеев В.Т. Разработка технологии изготовления металлобетонов // Строительство и реконструкция. – 2015. – № 1 (57). – С. 123–129.

26. Леснов В.В., Борискин А.С., Ерофеев В.Т., Коняшин А.А. Дисперсно-армированные композиты для дорожных покрытий и транспортных сооружений // Транспортное строительство. – 2007. – № 5. – С. 24.

27. Мышкин А.В., Ерофеев В.Т. Оптимизация составов полиэфиракрилатных композитов // Региональная архитектура и строительство. – 2013. – № 3 (17). – С. 56–61.

28. Рабек Я. Экспериментальные методы в химии полимеров: пер. с англ. в 2 Ч. – ч. 1. – М.: Мир, 1983. – 384 с.

### References

1. Bazhanova M. E., Erofeev V.T., Bobryshev A.N. Issledovanie stojkosti polimernyh i metallopolimernyh truboprovodnyh materialov v usloviyah vozdeystvija pochvennyh mikroorganizmov // Izvestija Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. 2011. no. 5–2 (38). pp. 415–421.

2. Bazhanova M.E., Erofeev V.T. Stojkost truboprovodnyh materialov v usloviyah vozdeystvija pochvennyh mikroorganizmov // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2012. no. 1. pp. 31–33.

3. Bazhenov Ju. M., Fedosov S.V., Erofeev V.T. i dr. Cementnye kompozity na osnove magnitno- i jelektrohimičeski aktivirovannoj vody zatvorenija. Saransk: Izd-vo Mordov. un-ta, 2011. 128 p.

4. Bobryshev A.N., Erofeev V.T., Kozomazov V.N. Polimernye kompozicionnye materialy. M.: ASV, 2013. 474 p.

5. Bobryshev A.N., Erofeev V.T., Kozomazov V.I. Fizika i sinergetika dispersno-neuporjadochennyh kondensirovannyh kompozicionnyh sistem. SPb.: Nauka, 2012. 476 p.

6. Bogatova S.N., Bogatov A.D., Erofeev V.T., Kaznacheev S.V., Zaharova E.A. Issledovanie biologičeskoj stojkosti jepoksidnyh pokrytij // Lakokrasochnye materialy i ih primenenie. 2011. no. 3. pp. 42–45.

7. Volgina E.V., Kaznacheev S.V., Erofeev V.T., Kretova V.M. Deformativnost viniljefimnyh kompozitov // Izvestija Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. 2012. no. 6 (45). pp. 082–090.

8. Erofeev V.T., Smirnov V.F., Kondakova I.Je., Kaznacheev S.V., Bogatov A.D. Biostojkost jepoksidnyh polimerbetonov, modifirovannyh kamenougolnoj smoloy // Izvestija Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tehničeskie nauki. 2013. no. 7–2. pp. 310–325.

9. Erofeev V.T., Bazhenov Ju.M., Kalgin Ju.I. i dr. Dorozhnye bitumomineralnye materialy na osnove modifirovannyh bitumov (tehnologija, svojstva, dolgovečnost). Saransk, 2009. 276 p.

10. Erofeev V.T., Volgina E.V., Kaznacheev S.V., Kretova V.M. Issledovanie pročnosti viniljefimnyh kompozitov // Izvestija Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Tehnika i tehnologii. 2013. no. 4. pp. 081–088.

11. Erofeev V.T. Karkasnye stroitelnye kompozity : Avtoreferat dissertacii na soiskanie učennoj stepeni doktora teh-

nicheskix nauk / Nacionalnyj issledovatel'skij Mordovskij gosudarstvennyj universitet im. N.P. Ogareva. Moskva, 1993.

12. Erofeev V.T., Korotaev S.A. Karkasnye tehnologii obzhigovogo materiala s zapolnitelem na stekloobraznom svjazujushhem // Stroitelnye materialy, no. 3 (711), 2014. pp. 88–91.

13. Erofeev V.T., Cherkasov V.D., Laptev G.A. i dr. Modelirovanie svojstv metallobetonov // Fundamentalnye issledovanija. 2015. no. 2–17. pp. 3699–3708.

14. Erofeev V.T., Volgina E.V., Kaznacheev S.V., Bogatov A.D., Erykalina I.V. Optimizacija sodержanija komponentov viniljefimnyh kompozitov // Regionalnaja arhitektura i stroitelstvo. 2012. no. 1. pp. 22–31.

15. Erofeev V.T., Volgina E.V., Erykalina I.V., Kaznacheev S.V. Optimizacija sodержanija otverzdajushhih komponentov v viniljefimnyh kompozitah // Izvestija Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. 2011. no. 5–2 (38). pp. 427–433.

16. Erofeev V.T., Merkulov I.I., Merkulov A.I., Erofeev P.S. Optimizacija sostavov betonov s primeneniem chislenogo modelirovanija. Saransk: Izd-vo Mordov. un-ta, 2006. 100 p.

17. Erofeev V.T., Zavalishin E.V., Bogatov A.D., Astashov A.M., Korotaev S.A., Nikitin L.V. Silikatnye i polimersilikatnye kompozity karkasnoj struktury rolkovogo formovanija. M.: ASV, 2009. 160 s.

18. Erofeev V.T., Bazhenov Ju. M., Bogatov A.D. [i dr.]. Stroitelnye materialy na osnove othodov stekla. Saransk : Izd-vo Mordov. un-ta, 2005. 120 p.

19. Erofeev V.T., Cherkasov V.D., Laptev G.A., Erofeev P.S., Merkulov A. I. Jeksperimentalno-teoreticheskoe obosnovanie sozdaniya metallobetonov s optimalnoj strukturoj i povyšennoj dolgovečnostju // Akademicheskij vestnik Ural'NIiproekt RAASN. 2015. no. 1. pp. 70–76.

20. Erofeev V.T., Sokolova Ju.A., Bogatov A.D. i dr. Jekspoksidnye polimerbetony, modifirovannye neftjanymi bitumami, kamenougolnoj i karbamidnoj smolami i aminoproizvodstvennymi soedinenijami. M.: ASV, 2012. 244 p.

21. Zhelezobetonnye izdelija i konstrukcii: Nauchno-tehničeskij spravochnik / pod red. Ju.V. Puharenko, Ju.M. Bazhenova, V.T. Erofeeva. S.-Peterburg: NPO «Professional», 2013. 1048 p.

22. Kalashnikov V.I., Erofeev V.T., Moroz M.N. i dr. Nanogidrosilikatnye tehnologii v proizvodstve betonov // Stroitelnye materialy. no. 5. 2014. pp. 88–91.

23. Korolev E.V., Proshin A.P., Erofeev V.T. [i dr.]. Stroitelnye materialy na osnove sery. Saransk: Izd-vo Mordov. un-ta, 2003. 372 s.

24. Laptev G.A., Gubanov D.A., Erofeev V.T. Optimizacija sostavov matellobetonov na aljuminievom svjazujushhem // Izvestija KGASU, 2012. no. 4. pp. 307–311.

25. Laptev G.A., Potapov Ju.B., Erofeev V.T. Razrabotka tehnologii izgotovlenija metallobetonov // Stroitelstvo i rekonstrukcija. 2015. no. 1 (57). pp. 123–129.

26. Lesnov V.V., Boriskin A.S., Erofeev V.T., Konjashin A.A. Dispersno-armirovannye kompozity dlja dorozhnyh pokrytij i transportnyh sooruzhenij // Transportnoe stroitelstvo. 2007. no. 5. pp. 24.

27. Myshkin A.V., Erofeev V.T. Optimizacija sostavov polijefirakrilatnyh kompozitov // Regionalnaja arhitektura i stroitelstvo. no. 3 (17), 2013. pp. 56–61.

28. Rabek Ja. Jeksperimentalnye metody v himii polimerov: per. s angl. v 2 Ch. ch. 1. M.: Mir, 1983. 384 p.

УДК 537.87

## ОСОБЕННОСТИ ПОЛУАНАЛИТИЧЕСКОГО СИМУЛИРОВАНИЯ РАССЕЯНИЯ ЭМВ ОТ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СФЕРЫ

Зейде К.М.

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: k.m.zeyde@urfu.ru

Целью данной статьи является оценка возможностей адаптации аналитического решения дифракционной задачи для постановки вычислительного эксперимента. Решаются вопросы, связанные с трудностями прямого вычисления параметров системы, обладающей строгим решением. Описываются методы аппроксимаций функций вторичного поля, в случаях невозможности или нецелесообразности аналитического подхода. Приводятся сравнения различных численных методов при реализации полуаналитического симулирования рассеяния электромагнитных волн от вращающейся диэлектрической сферы. Решение самой электродинамической задачи в тексте не приводится, ограничиваясь лишь теми функциями, входящими в расчетные формулы, аналитическое вычисление которых является затруднительным. Производится оценка точности предлагаемых алгоритмов. Описываются созданные в рамках проектирования аналитические вычислительные алгоритмы и методы, которые могут быть применены и для других физических задач.

**Ключевые слова:** сферические функции, сферические гармоники, рассеяние, полуаналитическое симулирование

## FEATURES OF SEMIANALYTICAL SIMULATION OF THE EM SCATTERING BY ROTATING DIELECTRIC SPHERE

Zeyde K.M.

Ural Federal University, Ekaterinburg, e-mail: k.m.zeyde@urfu.ru

The main aim of this work is to establish the possibilities of computer adaptation of analytical solution of diffraction problem for next numerical experiment setup. Solved issues, that connected with direct calculations problems for system parameters, that have a strict solution. Describes the approximations algorithms of secondary fields functions, in the cases of hindered analytical approach. Presented the comparisons of different numerical methods for realizing a semianalytical simulator of electromagnetic scattering by rotating dielectric sphere. The solution of diffraction problem do not presented, limited only derivative parameters that have no analytical adaptation mechanism. The estimation accuracy presented. Presented algorithms can be extended to other physical problems.

**Keywords:** spherical functions, spherical harmonics, scattering, semianalytical simulation

Строгое решение задачи рассеяния электромагнитной волны на вращающейся диэлектрической сфере, было получено в работе [6]. Окончательные выражения для внутренних и внешних полей были получены с использованием сферических гармоник. Решение для неподвижной сферы полностью совпадает с теорией Ми [5], поля, вызванные вращением рассеивателя, находятся решением уравнений Максвелла для реконструированной среды распространения и граничных условий, учитывающих поверхностный ток [6, 7, 8]. Однако подобный подход не является единственным. Данную задачу можно решить, используя тензорные функции Грина [3], опять же применяя постоянную распространения в реконструированной среде. Оба этих подхода в результате дают аналитическое решение поставленной задачи, однако применение подобного аппарата для широкого спектра систем, начальное состояние которых может изменяться в значительном диапазоне, оказывается затруднительным. В работе [2] описываются параметры вычислительного эксперимента двухмерной

дифракционной задачи рассеяния на слабопроводящем цилиндре.

**Цель данного исследования** – проследить и оценить погрешности, вносимые в аналитические расчеты при симулировании физической системы. Важным в этом контексте, является максимально широкий диапазон допустимых начальных условий, таких как частота падающей волны ( $f$ ), диэлектрическая и магнитная проницаемость сферы ( $\epsilon$ ,  $\mu$ ), положение источника в пространстве, угловая скорость вращения рассеивателя ( $\Omega$ ) и т.д. Там, где это возможно и необходимо, был реализован собственный алгоритм аналитического расчета, который является приоритетным перед численными методами.

### Постановка задачи

Подобно тому как разложение экспоненты для плоской ЭМВ,  $e^{-ikx}$ , где  $k$  – волновое число  $x$  – координата прямоугольной системы, по цилиндрическим функциям, является ключевым для решения двухмерной задачи дифракции на цилиндре,

похожая процедура (1) по сферическим функциям является отправной точкой для решения трехмерной задачи рассеяния на сфере [6]:

$$e^{-i\varphi_i} = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^n (-i)^n \frac{\xi(2n+1)(n-m)!}{(n+m)!} j_n(kR) P_n^m(\cos\theta_i) P_n^m(\cos\theta) \cos(m\varphi), \quad (1)$$

где  $\xi = 1$ , при  $m = 0$  и  $\xi = 2$  для всех прочих значений. Сферические функции, входящие в разложение:  $j_n(kR)$  – сферические функции Бесселя и  $P_n^m(x)$  – присоединенные функции Лежандра.  $(R, \theta, \varphi)$  – координаты сферической системы, а индекс « $i$ » применяется к величинам, относящимся к источнику ЭМВ. Угол фазы в сферических координатах определяется соотношением:

$$\varphi_i = kR(\cos(\theta)\cos(\theta_i) + \sin(\theta)\sin(\theta_i)). \quad (2)$$

Задача решается с тем допущением, что зенитный угол положения источника  $\varphi_i = 0$ . Анализ происходит в частотной области, поэтому временная зависимость, выражаемая экспонентой  $e^{i\omega t}$ , исключается из рассмотрения. Так же проводимость сферы принимается нулевой, что несколько упрощает расчет (1), в противном случае аргумент сферической функции Бесселя становится комплексным (для полей внутри сферы).

При решении задачи с помощью тензорных функций Грина в расчетные выражения для рассеянного поля также будут входить сферические функции [3]. Помимо перечисленных выше, в коэффициентах разложения возникают функции Риккати – Бесселя. Некоторым упрощением данного подхода является достаточность нахождения функции Лежандра только первой степени. В работе [4] описан этот подход, который применяется для решения дифракционной задачи на неподвижной сфере с покрытием.

### Сферические функции Бесселя

Основная сложность при вычислениях сферических функций Бесселя заключается в быстром нарастании ошибки вы-

числения, при приближении аргумента к особым точкам функции. В этом случае использование асимптотических приближений обязательно. Важным фактором является установление точных границ аргумента, при которых вместо прямого нахождения значения функции используются асимптотические зависимости. Эти границы устанавливаются с тем решающим фактором, чтобы точность асимптотических зависимостей начала превышать точность непосредственного нахождения. Из [1] получаем определение сферических функций Бесселя первого и второго рода:

$$j_n(x) = \sqrt{\frac{\pi}{2x}} \cdot J_{n+1/2}(x);$$

$$y_n(x) = \sqrt{\frac{\pi}{2x}} \cdot Y_{n+1/2}(x). \quad (3)$$

Судя по выражениям, представленным там же, функции Бесселя первого и второго рода полуцелого порядка ( $n$  – целое число) имеют разложения в ряд и могут быть вычислены аналитически:

$$J_{\pm(n+1/2)}(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi x}} \left\{ \sin \left[ x \mp \frac{1}{4}(2n+1\mp 1)\pi \right] \sum_{k=0}^{\min(n/2)} \frac{(-1)^k (n+2k)!}{(2k)!(n-2k)! 2x^{2k}} + \right.$$

$$\left. + \cos \left[ x \mp \frac{1}{4}(2n+1\mp 1)\pi \right] \sum_{k=0}^{\min((n-1)/2)} \frac{(-1)^k (n+2k+1)!}{(2k+1)!(n-2k-1)! 2x^{2k+1}} \right\};$$

$$Y_{n+1/2}(x) = (-1)^{n+1} J_{-(n+1/2)}(x). \quad (4)$$

Операция  $\min(\cdot)$  – округление дробного числа в меньшую сторону. Функции Риккати – Бесселя даются соотношением

$$v_n(x) = \pm x j_n(x). \quad (5)$$

Знак функции соответствует первому и второму роду функции.

Исходя из (1)  $n > 0$ , так же важно определить, в каких пределах может изменяться аргумент в рамках решаемой проблемы. Аргументом этой функции в (1) является произведение волнового числа и радиальной координаты системы отсчета. Очевидно, если приближаться к центру сферы, то  $R \rightarrow 0$ , а значит, и весь аргумент будет стремиться к нулю. В противоположном случае, при расчете, поля в дальней зоне, а также для нахождения ЭПР сферы,  $R \rightarrow \infty$ . Асимптотического поведения функции при увеличении аргумента нет, и представление (4) дает точный результат. Однако при очень больших аргументах максимальный порядок функции оказывается так же ограниченным для точного анализа. Так для  $x \sim 10^4$ , максимальный достоверно рассчитываемый порядок  $n = 54$ , что является более чем достаточным пределом суммирования в (1). Фактически результаты требуемой точности достигаются гораздо раньше.

При малых аргументах неточности аналитического расчета по выражению (4) могут быть значительными. Как известно, функции Бесселя обладают асимптотическими поведением при  $x \rightarrow 0$ . Для сферической функции Бесселя второго рода асимптотические приближения не используются, однако при очень малых значениях аргумента порядок может быть так же ограничен. Так при  $x \sim 10^{-4}$ ,  $n \leq 50$ . Для определения границ начала использования асимптотического приближения сферической функции Бесселя первого рода полуаналитическому симулятору необходимо задать значения требуемой степени точности расчета  $Cl$ , что также является показателем последней значащей цифры после запятой. Единственным критерием при выборе этого значения является неравенство:  $\Omega/c > Cl$ , при  $\Omega \neq 0$ . В противном случае поля первого порядка будут меньше по амплитуде, чем вносимая в расчеты погрешность. После этого границы применимости приближений находятся решением уравнения (6) при заданном аргументе, относительно порядка функции:

$$S(n, x) = \min \left( \left| \frac{j_n(x) - j_n^3(x)}{Cl} \right| \right) = 1, \quad (6)$$

где  $j_n^3(x)$  – эталонная функция Бесселя, полученная вне рамок реализуемого симу-

лятора. Уравнение (6) решается отдельно и для определенного набора значений  $Cl$ . При обнаружении симулятором наступления границ срабатывания  $S(n, x)$  функция Бесселя вычисляется по ее асимптотическому приближению:

$$J_{n+1/2}(x \rightarrow 0) = \frac{1}{\Gamma(n+3/2)} \cdot \left( \frac{x}{2} \right)^{n+1/2}, \quad (7)$$

где  $\Gamma(\cdot)$  – гамма-функция Эйлера.

На рис. 1 представлены полученные значения функции  $S(n, x)$  для двух значений  $Cl$ . Горизонтальной чертой показан единичный уровень, при котором для заданного аргумента симулятор начинает использовать выражение (7), начиная с соответствующего порядка. Как видно из рисунков, при нулевом пороге, равном  $10^{-12}$ , выражение (7) начинает использоваться симулятором для всех  $x < 10^{-1}$ , уже для функций Бесселя первого порядка, в то время как при  $Cl = 10^{-6}$  для функций Бесселя первого порядка выражение (7) начинает применяться с  $x = 10^{-4}$ . Исходя из этого факта можно сделать ряд выводов: первый – в окрестностях центра сферы расчет полей содержит ощутимую погрешность, и второй – задача не может быть решена для низких частот ( $k \rightarrow 0$ ). Первая проблема становится еще более ощутимой, если рассеиватель обладает проводимостью. Подобная задача рассматривается в [7]. В случае если сфера принимается идеально проводящей, а значит, электромагнитные поля внутри нее отсутствуют, подобная проблема перестает быть актуальной. Вторая проблема разрешается тем, что при низких частотах сфера малого радиуса может являться геометрической точкой, на которой отсутствуют дифракционные процессы. В общем случае такие ограничения являются обычными для подобной задачи.

### Присоединенные функции Лежандра

В рамках этого исследования ставилась цель создать алгоритм аналитического расчета этих функций для требуемых значений, без использования численных методов. Необходимость такого алгоритма связана с тем, что существующие математические библиотеки дают определенное расхождение в результатах, полученных аналитическим путем. Так реализованный алгоритм сравнивался с алгоритмами вычисления присоединенных функций Лежандра, используемыми в широко известных ПО.

По определению функции [1] имеем

$$P_n^m(x) = (1-x^2)^{m/2} \cdot \frac{\partial^m P_n(x)}{\partial x^m} = (1-x^2)^{m/2} \cdot \frac{\partial^{n+m}(x^2-1)^n}{\partial x^{n+m}} = \sin(\theta)^m \cdot \frac{\partial^m P_n(\cos(\theta))}{\partial \cos(\theta)^m}. \quad (8)$$

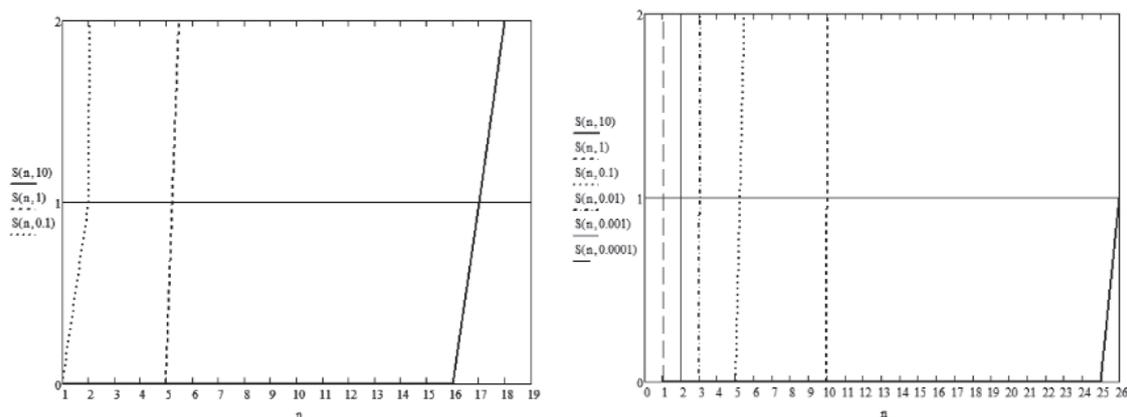


Рис. 1. Функция  $S(n, x)$  при  $Cl = 10^{-12}$  (слева) и при  $Cl = 10^{-6}$  (справа)

В некоторых случаях функция  $P_n^m(x)$  имеет дополнительный множитель  $(-1)^m$ , который называется фазой Кондона – Шортли. При решении данной задачи в его использовании нет необходимости.

Как видно из (8), аналитическое нахождение  $P_n^m(x)$  подразумевает нахождение определенного количества производных от некоторой функции. При случайных наборах  $(R, \theta, \varphi)$  точное разложение (1), главным условием которого является равенство модуля экспоненты единице, может достигаться при значениях  $n = 20$  (или даже больше), что означает, в свою очередь, необходимость аналитического нахождения либо двадцатой производной от функции Лежандра, либо сороковой производной от степенной функции. Реализованный в симуляторе алгоритм основан на последовательном взятии производной, дифференцируя известное рекуррентное соотношение для

первой производной [1] необходимое количество раз. При  $m = 0$ ,  $P_n^m(x) = P_n(x)$ , поэтому этот случай исключен из рассмотрения в алгоритме и задается явным образом.

Для обоснования алгоритма проводилось сравнение величин, полученных в сторонних ПО математических калькуляций, с аналитически полученными значениями. В силу того, что результаты двух вычислительных программ несколько различались, можно сделать вывод, что в них используются различные численные алгоритмы. Сравнения производились для произвольного угла  $\theta$  при  $n = 20$ , а  $m$  изменялась от 0 до 10. В таблице приведены значения разностей соответствующих функций, полученных различными методами. Индекс «МС» – значения, полученные первой стороной средой, «ML» – второй и «SIM» – в симуляторе, используя аналитический алгоритм.

Сравнение значений присоединенных функций Лежандра, полученных различными алгоритмами

$m$	$P_{20}^m(0,978)_{MC} - P_{20}^m(0,978)_{ML}$	$P_{20}^m(0,978)_{MC} - P_{20}^m(0,978)_{SIM}$
0	-5,995204333e-15	-1,9984014443e-15
1	2,2515322939e-13	9,9920072216e-14
2	5,6701310314e-12	1,9753088054e-12
3	3,1832314562e-12	3,592504072e-11
4	-6,0645106714e-8	-6,1845639721e-8
5	-2,0605511963e-8	3,061722964e-8
6	-4,8749148846e-5	-2,2136606276e-5
7	-2,3023039103e-4	-6,2820613384e-3
8	-9,965249896e-2	0,6451834142
9	-6,440164566	-65,2563529015
10	1,0952138901	2,7824062142e3

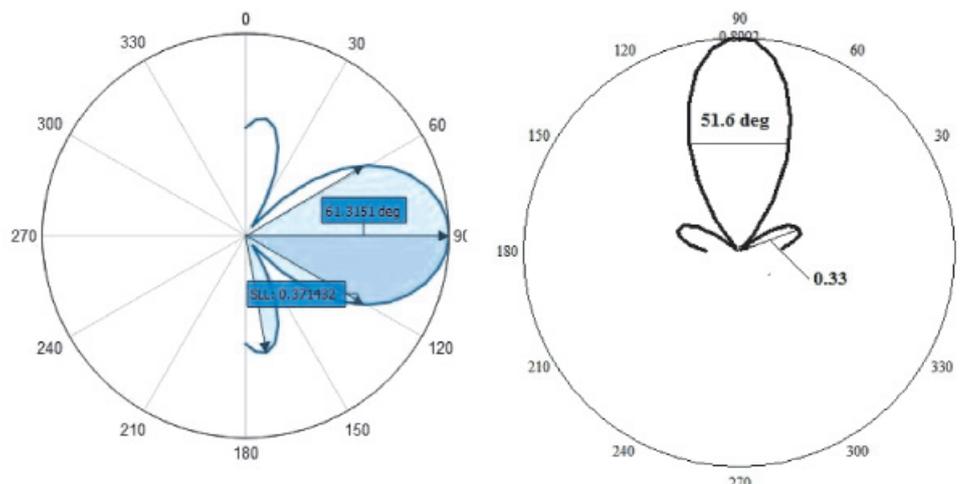


Рис. 2. Диаграммы рассеяния неподвижной сферы ( $a = 2$  м,  $f = 100$  МГц,  $\epsilon_r = 16$ ,  $\mu_r = 1$ ,  $\theta_i = \pi/2$ ). Слева диаграмма, полученная в САПР, справа – с помощью полуаналитического симулятора

Максимальная относительная ошибка для значений, указанных в таблице, в сравнении с первым ПО и предложенным алгоритмом, достигается для  $m = 10$  и равняется  $1,3 \cdot 10^{-4}\%$ . Очевидно – эта величина не является критической, однако при дальнейшем увеличении порядка дифференцирования в (8) она будет резко возрастать. Фактически при достижении предела суммирования в представленном случае относительная ошибка может стать значительной.

### Выводы

Результаты работы симулятора сравнивались с данными, полученными с помощью известного САПР, использующего метод моментов. Важным допущением в этом случае является то, что анализировалась неподвижная сфера. Это обусловлено тем, что имеющийся программный продукт (как, впрочем, и его аналоги) не реализует функцию расчета рассеянного поля от вращающихся объектов. Более того, не существует адекватной возможности реконструировать среду распространения ЭМВ средствами этого ПО, чтобы она соответствовала среде распространения вращающейся сферы.

На рис. 2 показаны диаграммы рассеяния неподвижной диэлектрической сферы, приведены численные параметры этих зависимостей, по которым можно оценить их сходства и различия (ширина главного лепестка по уровню половины мощности и уровень боковых лепестков).

Результат, представленный на рис. 3, был получен при  $n = 3$  в (1) и  $Cl = 10^{-10}$ , что по времени расчета примерно совпадает с анализом сферы с числом разбиения на конечные элементы  $\sim 900$ .

В качестве главного вывода проделанной работы может выступать реализация симулятора, применяющего численные ме-

тоды для расчета параметров вторичного поля, рассеянного от вращающихся тел, не имеющих строгого решения.

### Список литературы

1. Абрамовиц М., Стиган И. Справочник по специальным функциям. – М.: Наука, 1979.
2. Зейде К.М. Анализ параметров вычислительного эксперимента по рассеянию ЭМВ от вращающегося цилиндра // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–16. – С. 3503–3507.
3. Панченко Б.А. Рассеяние и поглощение электромагнитных волн неоднородными сферическими телами: монография. – М.: Радиотехника, 2012. – 292 с.
4. Панченко Б.А., Мусин А.М. Влияние теплозащитного покрытия выпуклых тел на радиолокационные характеристики // Известия высших учебных заведений России. Радиоэлектроника. – 2014. – № 6. – С. 3–5.
5. Born M., Wolf E. Principles of optics. – Pergamon Press, fourth edition, London, 1968.
6. De Zutter D. Scattering by a rotating dielectric sphere // IEEE transactions on antennas and propagation. – 1980. – Vol. AP-28. – № 5 September.
7. De Zutter D. Scattering by a rotating conducting sphere // IEEE transactions on antennas and propagation. – 1984. – Vol. AP-32. – № 1 January.
8. Van Bladel J. Electromagnetic fields in the presence of rotating bodies // Proc. IEEE – Vol. 64. – 1976.

### References

1. Abramovic M., Stigan I. Spravochnik po specialnym funkcijam. M.: Nauka, 1979.
2. Zejde K.M. Analiz parametrov vychislitel'nogo jeksperimenta po rassejaniju JeMV ot vrashhajushhegosja cilindra // Fundamentalnye issledovanija. 2015. no. 2–16. pp. 3503–3507.
3. Panchenko B.A. Rassejanie i pogloshhenie jelektromagnitnyh voln neodnorodnymi sfericheskimi telami: monografija. M.: Radiotehnika, 2012. 292 p.
4. Panchenko B.A., Musin A.M. Vlijanie teplozashhitnogo pokrytija vypuklyh tel na radiolokacionnye harakteristiki // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij Rossii. Radiojelektronika. 2014. no. 6. pp. 3–5.
5. Born M., Wolf E. Principles of optics. Pergamon Press, fourth edition, London, 1968.
6. De Zutter D. Scattering by a rotating dielectric sphere // IEEE transactions on antennas and propagation. 1980. Vol. AP-28. no. 5 September.
7. De Zutter D. Scattering by a rotating conducting sphere // IEEE transactions on antennas and propagation. 1984. Vol. AP-32. no. 1 January.
8. Van Bladel J. Electromagnetic fields in the presence of rotating bodies // Proc. IEEE Vol. 64. 1976.

УДК 62-531.3

## О МЕТОДАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОСНОВНЫХ СТАДИЙ РАЗВИТИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ КАВИТАЦИИ

<sup>1</sup>Капанова А.Б., <sup>1</sup>Лебедев А.Е., <sup>2</sup>Мельцер А.М., <sup>2</sup>Неклюдов С.В., <sup>2</sup>Серов Е.М.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Ярославский государственный технический университет»,

Ярославль, e-mail: kapranova\_anna@mail.ru;

<sup>2</sup>ЗАО НПО «Регулятор», Ярославль

В обзорной статье анализируются известные способы моделирования начальной и развитой стадий естественной гидродинамической кавитации. Кратко перечислены отличительные особенности данного вида кавитации. При анализе современных подходов к описанию ее начальной стадии выявлено применение двух подходов – стохастического (в случае формирования кавитационных полостей в соответствии с гомогенным и гетерогенным механизмами зародышеобразования) и детерминированного (при исследовании движения жидкости около дисперсной сферической частицы переменного радиуса). Однако дифференциальные распределения зародышей кавитации по их радиусам, используемые в известных моделях, постулируются на основе опытных данных. При этом в рамках комбинирования указанных подходов активно развивается моделирование несущей фазы гетерогенной среды в переменных Эйлера, а дисперсной – в переменных Лагранжа. При исследовании развитой стадии используется детерминированный подход с применением метода теории струй.

**Ключевые слова:** гидродинамическая кавитация, начальная и развитая стадии, стохастический и детерминированный подходы

## METHODS OF MODELING THE DEVELOPMENTAL STAGES OF HYDRODYNAMIC CAVITATION

<sup>1</sup>Kapranova A.B., <sup>1</sup>Lebedev A.E., <sup>2</sup>Meltser A.M., <sup>2</sup>Neklyudov S.V., <sup>2</sup>Serov E.M.

<sup>1</sup>Yaroslavl State Technical University, Yaroslavl, e-mail: kapranova\_anna@mail.ru;

<sup>2</sup>ZAO NPO «Regulyator», Yaroslavl

In a review article examines the known methods of modeling and initial development stages of the natural hydrodynamic cavitation. Briefly listed distinctive features of this type of cavitation. In the analysis of modern approaches to the description of the initial stage of its application identified two approaches – stochastic (in the case of the formation of cavitation bubbles under the homogeneous and heterogeneous nucleation mechanisms) and deterministic (the study of fluid motion around the dispersed spherical particle of variable radius). However, the differential distribution of cavitation nuclei in their radii used in certain models postulated on the basis of experimental data. In the framework of the combination of these approaches is actively developing modeling carrier phase heterogeneous environment variables of Euler and dispersed – in Lagrange variables. In the study of advanced stage used a deterministic approach using the method of the theory of jets.

**Keywords:** hydrodynamic cavitation, initial and advanced stage, stochastic and deterministic approaches

При проектировании гидравлических регулирующих органов для трубопроводной системы, в которых действие на затвор осуществляется за счет энергии рабочей среды с целью сброса повышенного или поддержания заданного уровня давления, предотвращения обратных протечек, остается актуальной проблема борьбы с нежелательными последствиями эффекта кавитации в потоках жидкости [17]. В частности, к таковым относятся повреждения внутренних поверхностей проточных каналов данных устройств в виде эрозийных кратеров, а также возникающий шум и вибрации в элементах трубопроводной арматуры [8, 18]. Перечисленные факторы влияют на прочностные характеристики данного арматурного оборудования и препятствуют реализации нормальных условий его эксплуатации в рамках нормативных стандартов, в том числе санитарных. Расчет про-

точной части регулирующих органов связан с оценкой набора критических параметров кавитации, которые, в частности, вводятся в соответствии с числом кавитации  $k = 2Eu$  согласно критерию Эйлера и определяются гидродинамическими и виброакустическими методами [3, 5, 6]. Проявление первичных кавитационных эффектов в пузырьчатой форме вызвано резким падением давления жидкости до значений ниже, чем давление ее насыщенного пара (например, при  $t = 20,8^\circ\text{C}$  для водяного –  $p_{\text{н}} = 2,5 \cdot 10^3 \text{ Па}$  [17]), вследствие течения рабочей среды через проточную часть регулирующего органа при дроселировании или изменении направления потока жидкости. Таким образом, описание механизма поведения кавитационных пузырей в процессах их эволюции представляет особый интерес в вопросах проектирования гидравлических регулирующих устройств.

**Цель работы** – анализ современных методов моделирования основных стадий развития эффекта гидродинамической кавитации.

**Краткое понятие о гидродинамической кавитации**

Естественная гидродинамическая кавитация [3, 19] – эффект разрыва потока жидкости, который в отличие от акустической кавитации (под воздействием звуковых волн) [21, 31] наблюдается при понижении давления до критических значений в локальной области высокоскоростных течений жидкостной среды. Физическая природа рассматриваемого явления связана также с переходными термодинамическими процессами (от метастабильного к устойчивому состоянию системы) вследствие того, что одновременно с резким понижением давления жидкости происходит ее перегрев. Моделирование течений жидкостных сред в условиях естественной гидродинамической кавитации, возникающей при резком падении давления в процессе обтекания тел различной формы, например в трубопроводных системах при нарушении их герметичности, в насадках, в проточных частях регулирующих органов (в том числе при работе клапана – его закрытии или открытии с расширением потока) и т.д., связано с решением множества задач. К ним можно отнести описание механизмов: образования кавитационной полости, ее расширения, сжатия, схлопывания и др., которые соответствуют начальной и развитой стадиям кавитации.

**Современные подходы к моделированию начальной стадии гидродинамической кавитации**

*А. Стохастический подход.* Разделяя процесс формирования указанных полостей в соответствии с гомогенным и гетерогенным механизмами зародышеобразования [25], следует выделить стохастический подход к их описанию: модели гомогенной нуклеации [7, 22, 30, 36]; модификации с введением фактора гетерогенности [12, 23, 26, 29]; модели гетерогенной нуклеации, например, на частицах примесей жидкостной среды [19, 20], на стенке [27, 33], в ее трещинах (впадинах) [16]. Классические работы Я.И. Френкеля [22], который продолжил идеи V. Volmer и A. Weber [36], дополнены исследованиями J.H. Lienhard и A. Karimi [30] с предложением в теории [22] сравнивать работу, затрачиваемую на формирование критического

нуклеона –  $W^*$  с минимальным значением его потенциальной энергии (без уточнения кинетической энергии молекул). Как уже отмечалось, критический нуклеон представляет собой паровой зародыш в жидкостной среде с метастабильным состоянием. Частота нуклеации  $J$  (число зародышей в единичном объеме за единицу времени) определяется формулой [22]

$$J = J^* \exp[-G_H],$$

где  $G_H = \frac{W^*}{k_B T_l}$  – число Гиббса;  $J^*$  – констан-

та, которая зависит от значений коэффициентов – поверхностного натяжения среды и диффузии газа в ней, числа молекул жидкости, их объема;  $k_B$  – постоянная Больцмана;  $T_l$  – температура жидкости. В частности, выражение (1) применяется в модели В.К. Кедринского [7] для расчета полного объема диффузионных слоев  $X_d$  и плотности кавитационных пузырей  $N_d$  (радиусом  $R$  и радиусом диффузионного слоя  $r_d$ ) в единице объема жидкостной среды (вулканической магмы) с помощью кинетических уравнений

$$N_b = \int_0^\tau J(t') [1 - X_d(t')] dt';$$

$$X_d = 1 - \exp \left[ - \int_0^\tau J(t') V_d(t-t') dt' \right]. \quad (1)$$

Здесь  $\tau$  – время нуклеации кавитационных зародышей (период индукции);

$V_d = \frac{4\pi}{3} [(r_d/R)^3 - 1] R^3$  – объем диффузионного слоя.

Модифицированные модели [26, 27] используются для описания течений жидкостной среды с абразивными частицами малых размеров. При этом гомогенное зародышеобразование может не наблюдаться вследствие более низких значений изменения температуры (например, для воды меньших в десятки раз) в сравнении с перепадами температуры для потоков очищенной жидкости. Модификация для  $J$  представляется в виде  $J = J^* \exp[-G_H G]$ , где  $G$  – фактор гетерогенности, который характеризует степень уменьшения значения работы, затрачиваемой на формирование критического нуклеона. Заметим, что наиболее распространенными являются две формы данного фактора в соответствии с работами Md. Alamgir, J.H. Lienhard [23] и E. Ellas, P.L. Chambre [26]

$$G_{AL} = (1 + b_1 V_P^{b_2}) (T_{10}/T_{cr})^{b_3}; \quad G_{EC} = \rho_l V_P (2\pi m k_b T)^{1/2} (16\pi r_v \sigma^2)^{-1} c_1 (T_{10}/T_{cr})^{c_2}, \quad (2)$$

где  $T_{10}$ ,  $T_{cr}$  – начальное и критическое значения температуры жидкости, К;  $V_p$  – скорость падения давления, Па/с;  $\sigma$  – избыточная свободная энергия;  $\rho_v$ ,  $\rho_l$  – плотности фаз (пузырька и жидкости);  $m$  – молекулярная масса;  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$ ,  $c_1$ ,  $c_2$  – константы. Кроме того, имеются работы, учитывающие в рамках модификации [23] теорию гомогенной нуклеации, а также последующее расширение кавитационных полостей за счет межфазного массообмена. Отметим, что авторы исследований [7, 29] выполнили расчеты для флуктуационного зародышеобразования в условиях диффузии газа.

Представляет интерес модель объемной гетерогенной нуклеации, учитывающая распределение гетерогенных ядер по размерам [12], в которой использован подход из [28] для способа учета соответствующего экспериментального распределения (близкого к логнормальному) для частиц примеси кавитирующих потоков жидкости при акустических эффектах. В случае [12] согласно распределениям центров парообразования (в форме нормального, логнормального и равномерного законов) по радиусам этих частиц  $N(r)$  проводится оценка их числа

$$n = \int_{R_{cr}}^{\infty} N(r) dr.$$

Как отмечается авторами [12, 33], работы S.G. Bankoff [24] и Y.Y. Hsu [27], посвященные соответственно гетерогенной нуклеации на стенке [24] и в ее трещинах [27], заложили основу для дальнейших исследований в данных направлениях. При этом выявлены критерии реализации зародышеобразования: разница свободной энергии объемной нуклеации превышает значение этой величины для пристенной [24]; расширение полусферического пузыря во впадине происходит, если разность значений температур пузырей – указанного и равновесного с тем же радиусом, больше нуля [27]. В частности, T.S. Shin и O.C. Jones [33] предложили эмпирическое соотношение для частоты гетерогенной нуклеации на стенке в виде  $J_w = f_{max} N_{bw}$ , где при  $c_0 = 10^4$  и  $c = 2,5 \cdot 10^{-8}$  корреляция частоты отрыва пузырей  $f_{max} = c_0 (T_s - T_l)^3$  нелинейно зависит от разности температур стенки и жидкости, а плотность образовавшихся пузырей  $N_{bw} = c (R_d / R_{cr}^2)^2$  определяется их радиусами – при критическом значении  $R_{cr}$  и при отрыве  $R_d$ .

**Б. Детерминированный подход.** Детерминированный подход, применяемый традиционно для описания поведения оди-

ночного кавитационного пузыря, представлен уравнением движения (жидкости около дисперсной сферической частицы переменного радиуса) типа Рэлея – Ламба (Рэлея – Плессета) [16, 19], имеющим различные модификации в зависимости от набора учитываемых эффектов – инерционных, тепловых и диффузионных. Общая постановка краевой задачи со свободной границей, которая представлена в работе Си-Ди-Ю [20], для выделенной поверхности, разделяющей две области: внутреннюю – парогазовую и внешнюю – жидкостную с растворенным газом, обычно переносится на приближение о сферической форме кавитационной полости [16, 19]. При этом указанное уравнение представляет собой обобщение системы уравнений в сферических координатах: неразрывности, движения для несущей фазы, энергетического баланса, теплопроводности, диффузии и условий на межфазной границе. Например, в пренебрежении диффузионными и тепловыми факторами классическое уравнение Рэлея – Ламба

$$R\ddot{R} + \frac{3}{2}(\dot{R})^2 = \{p_v - p_l - [2\sigma + 4\mu_l \dot{R}]/R\} / \rho_l \quad (3)$$

при  $\dot{R} = \ddot{R} + \zeta_{lv} / \rho_l$  позволяет проанализировать радиальное движение поверхности сферической полости  $R(t)$  в безграничной несжимаемой жидкости вязкостью  $\mu_l$  и плотностью  $\rho_l$  с учетом интенсивности фазовых переходов  $\zeta_{lv}$  на указанной поверхности и разности давлений фаз ( $p_v - p_l$ ). Отметим, что в настоящем изложении не рассматривается случай сжимаемой жидкости, характерной для акустической кавитации. Отдельный интерес представляют задачи устойчивости сферической формы пузыря.

Поведение кавитационного пузыря на стенке согласно [14, 19] может быть представлено в виде сложного движения (при разложении на радиальное и поступательное) с источником (стоком) в центре и заменной обтекания диполем при направлении его момента вдоль перемещения пузыря. Метод зеркальных отображений позволяет описать суммарный потенциал течения двух симметричных диполей и двух фиктивных источников, применяемый для расчета кинетической энергии выделенной системы. Система уравнений Лагранжа II рода в обобщенных координатах (для радиуса пузыря и расстояния от его центра до стенки) позволяет оценить скоростные режимы роста кавитационной полости у стенки.

**В. Комбинированный подход.** Известен традиционный метод моделирования течений системы жидкость – пар – газ, как гетерогенной с двумя фазами («несущей» –

жидкости и «дисперсной» – совокупности пара и газа) в форме континуумов, подчиняющихся законам сплошной среды, обобщенным Р.И. Нигматулиным [16]. При этом реализуется составление системы характерных уравнений в пространственно-временных переменных Эйлера, когда искомые функции, например скорость потока, задается в каждой точке пространства и имеет смысл ее субстанциональная производная по времени. Активно развивается другой способ моделирования движения указанных сред, когда несущая фаза – континуум (в переменных Эйлера), а дисперсная – образует совокупность частиц, положение которых задается переменными Лагранжа – координатами в выбранной системе отсчета в данный момент времени [12, 15, 34]. При этом в зависимости от точности предлагается искомые функции для каждой фазы отыскивать при решении систем уравнений для каждой фазы в отдельности с последующим уточнением влияния межфазных массовых, импульсных и энергетических переносов. В рамках задач описания кавитационных течений помимо детерминированных уравнений сохранения массы, импульса и энергии можно привлечь стохастический подход, например, к анализу частоты нуклеации или оценке изменения радиуса пузырей. В частности, в работе [12] введение концентрации пузырьков пара (в том числе, при гетерогенной нуклеации на стенке и в объеме), дополненное уравнением состояния воды в виде условия Тэта приводит к замыканию эйлеровского этапа моделирования. При этом уравнение Рэлея – Ламба на лагранжевом этапе дополняется законами сохранения массы и внутренней энергии. Аналогичный способ моделирования, но с применением теории гомогенного зародышеобразования использован в работах [15].

#### **Основные способы описания развитой гидродинамической кавитации**

В теоретическом плане остается проблемным описание переходного этапа от начальной к развитой стадии гидродинамической кавитации, в то время как задачи об устойчивости развитой каверны имеют давнюю историю. Вопросы исследования механизма частичного замыкания каверны на теле (например, при движении крыльев, винтов, вращениях симметричных объектов и т.д.) обычно рассматриваются с позиций искусственной кавитации (суперкавитации) [10, 11], когда замыкание кавитационной полости на теле с помощью дополнительного вдувания воздуха становится полным, т.е. завершается за телом при скоростях потока, много меньших, чем

для развитых стадий естественной кавитации. Экспериментальные данные о форме каверны свидетельствуют об образовании в области ее замыкания струйки, которая нарушает целостность хвостовой части кавитационной полости и формирует ее парогазовый след. Как правило, в этих случаях используется метод теории струй, распространяющий реальное течение среды на конформное отображение с помощью искомой преобразующей функции, которая задается различными способами. Известны схемы расчетов плоских течений: Кирхгоффа, Жуковского – Рошко, Рябушинского, Т. Ву, Д.А. Эфроса, два представления М. Тулина и их модификации [19]. Однако в настоящей работе ограничимся изложением подходов с возможным их применением к явлению гидродинамической кавитации в проточных частях регулирующих органов трубопроводов, т.е. в случае эволюции пучковой кавитации.

Согласно обзору [11] степень эрозийного влияния развитой кавитации на рабочие поверхности различных гидродинамических устройств определяется двумя факторами соответственно вследствие несимметричного и симметричного схлопывания кавитационной полости: формированием кумулятивной струйки вблизи стенки (или при обтекании тела) с последующим возможным гидроударом [4, 9, 32]; возникновением сферических ударных волн [2]. Например, в работе [31] выполнена оценка скорости указанной струйки при обтекании тела одиночной каверной, которая позволяет рассчитать давление кумулятивного течения на поверхность тела. Численное исследование направления развития струйки вблизи наклонной стенки проведено в [4]. Моделирование высокоскоростной ударной струи в форме цилиндрического столба жидкости, действующей на изотропное упругое полупространство, после схлопывания кавитационного пузыря представлено в работе [1]. Автор [2] применяет уравнения Лагранжа II рода при описании сложного движения одиночной каверны с разложением на радиальное и поступательное движения и применяет метод конформных отображений. Работа А. Thiruvengadam [35] содержит расчетные формулы для интенсивности кавитационной эрозии, а также относительного размера ядра в зависимости от критериев Вебера, Маха и числа кавитации. Описание схлопывания пузырей связано с задачами акустической кавитации [21, 31], в частности, при использовании аппроксимаций Кирвуда – Бете для движения поверхности полости с учетом сжимаемости жидкости [13].

### Заключение

Итак, начальная стадия развития гидродинамической кавитации согласно опытным данным [3, 8, 18, 19] разделяется на паровую (в разрывных полостях), газовую (при расширении нуклеонов – газовых зародышей) и парогазовую. Кроме того, возможна диффузия газа сквозь стенки паровых полостей и два вида зародышеобразования: гомогенная (флуктуационная для паровой фазы в жидкости без примесей) и гетерогенная (для системы газ – пар взвешенных частицах примесей, стенках и их трещин) [25]. В развитой стадии сжатие и схлопывание полостей наблюдается тем быстрее, чем меньше содержание газа в их объеме вследствие конденсации пара на фазовой границе при шумовых эффектах и гидроударе с обтекаемых тел. Существенное содержание газа в системе пар-газ приводит к пульсациям каверны из-за возможного адиабатического сжатия воздуха с повышением температуры (до значений порядка  $10^3$  °C) и свечением [8, 18, 19]. Анализ известных литературных источников выявил применение стохастического, детерминированного подходов и их комбинаций на этапе описания начальной стадии гидродинамической кавитации. Однако дифференциальные распределения зародышей кавитации по их радиусам, используемые в известных моделях, постулируются на основе опытных данных. При исследовании развитой стадии используется детерминированный подход с применением метода теории струй.

### Список литературы

1. Аганин А.А. Расчет силового воздействия кавитационного пузырька на упругое тело / А.А. Аганин, В.Г. Малахов, Т.Ф. Халитова, Н.А. Хисматуллина // Вестник ТГГПУ. – 2010. – Т. 22. – № 4. – С. 6–12.
2. Айвени Р.Д. Численный анализ явления схлопывания кавитационного пузырька в вязкой жидкости / Р.Д. Айвени, Ф.Г. Хэммит // Тр. ASME. Сер. D. Теоретические методы инженерных расчетов. – 1965. – № 4. – С. 140.
3. Арзуманов Э.С. Кавитация в местных гидравлических сопротивлениях. – М.: Энергия, 1978. – 304 с.
4. Афанасьев К.Е. Численное моделирование динамики пространственных парогазовых пузырей / К.Е. Афанасьев, И.В. Григорьева // Вычислительные технологии. – Т. 11, спец. выпуск. – С. 4–25.
5. Благов Э.Е. Расчет интегральных гидродинамических показателей трубопроводных сужающих устройств // Арматуростроение. – 2006. – № 6 (45). – С. 44–49.
6. ГОСТ Р 55508-2013. Арматура трубопроводная. Методика экспериментального определения гидравлических и кавитационных характеристик. – М.: Стандартинформ, 2014. – 38 с.
7. Кедринский В.К. О газодинамических признаках взрывных извержений вулканов. 1. Гидродинамические аналоги предвзрывного состояния вулканов, динамика состояния трехфазной магмы в волнах декомпрессии // Приклад. механика и техн. физика. – 2008. – Т. 49. – № 6. – С. 3–12.
8. Кнепп Р. Кавитация / Р. Кнепп, Дж. Дейли, Ф. Хэммит. – М.: Мир, 1974. – 668 с.
9. Ксендзовский П.Д. Расчет эрозионного воздействия на обтекаемый профиль при пузырьковой кавитации // Исследование и расчет гидромашин. Тр. ВНИИГидромаша. – М.: Энергия, 1978. – С. 27–42.
10. Кулагин В.А. Моделирование двухфазных суперкавитационных потоков / В.А. Кулагин, А.П. Вильченко, Т.А. Кулагина; под ред. В.И. Быкова. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2001. – 187 с.
11. Кулагин В.А. Суперкавитация в энергетике и гидротехнике. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2000. – 107 с.
12. Кумзерова Е.Ю. Численное моделирование образования и роста пузырей пара в условиях падения давления жидкости: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. 01.02.05. – СПб., 2004. – 15 с.
13. Лавриненко О.В. Моделирование механо-физико-химических эффектов в процессе схлопывания кавитационных полостей / О.В. Лавриненко, Е.И. Савина, Г.В. Леонов // Ползуновский сборник. – 2007. – № 3. – С. 59–63.
14. Левковский Ю.Л. Структура кавитационных течений. – Л.: Судостроение, 1978. – 224 с.
15. Маркина Н.Л. Исследование кавитационных процессов в канале переменного сечения / Н.Л. Маркина, Д.Л. Ревизников, С.Г. Черкасов // Известия РАН. Энергетика. – 2012. – № 1. – С. 109–118.
16. Нигматулин Р.И. Основы механики гетерогенных сред. – М.: Наука, 1978. – 336 с.
17. Окслер Г. Кавитация в арматуре? Разберемся! // Арматуростроение. – 2012. – № 2 (77). – С. 74–77.
18. Пирсол И. Кавитация. – М.: Мир, 1975. – 95 с.
19. Рождественский В.В. Кавитация. – Л.: Судостроение, 1977. – С. 148.
20. Си-Дин-Ю. Некоторые аналитические аспекты динамики пузырьков // Труды американского общества инженеров-механиков. Серия D. – 1965. – Т. 87. – № 4. – С. 157–174 (пер. с англ.).
21. Флинн Г. Физика акустической кавитации в жидкостях // Физическая акустика / под ред. У. Мэзона. – М.: Мир, 1967. – Т. 1. – С. 7–138.
22. Френкель Я.И. Кинетическая теория жидкостей. – Л.: Наука, 1959. – 586 с.
23. Alamgir Md. Correlation of pressure undershoot during hot-water depressurization / Md. Alamgir, J.H. Lienhard // Journal of Heat Transfer. – 1981. – Vol. 103. – № 1. – P. 52–55.
24. Bankoff S.G. Entrapment of gas in the spreading of a liquid over a rough surface // AIChE Journal. – 1951. – Vol. 4. – P. 24–26.
25. Brennen C.E. Cavitation and bubble dynamics. – New York, Oxford University Press, 1995. – 294 p.
26. Ellas E. Bubble transport in flashing flow / E. Ellas, P.L. Chambre // Int J. Multiphase Flow. – 2000. – № 26. – P. 191–206.
27. Hsu Y.Y. On the size range of active nucleation cavities on a heating surface // Journal of Heat Transfer. – 1962. – Vol. 94. – P. 207–212.
28. Kedrinskii V.K. The Lordansky-Kogarko-van Wijnngaarden model: shock and rarefaction wave interactions in bubbly media // Applied Scientific Research. – 1998. – Vol. 58. – P. 115–130.
29. Kwak H.-Y. Homogeneous nucleation and macroscopic growth of gas bubble in organic solutions / H.-Y. Kwak, Y.W. Kim // Int. J. Heat and Mass Transfer. – 1998. – Vol. 41. – № 4–5. – P. 757–767.
30. Lienhard J.H. Homogeneous nucleation and the spinodal line / J.H. Lienhard, A. Karimi // Journal of Heat Transfer. – 1981. – Vol. 103. – № 1. – P. 61–64. Lienhard J.H., Karimi A. Homogeneous nucleation and the spinodal line // Journal of Heat Transfer. – 1981. – Vol. 103. – № 1. – P. 61–64.

31. Neppiras E.A. Acoustic cavitation // *Phys. Reps.* – 1980. – Vol. 61, № 3. – P. 159–251.

32. Plesset M.S. Collapse of an Initially Spherical Vapour in the Neighbourhood of a Solid Boundary / M.S. Plesset, R.B. Chapman // *Journal of Fluid Mechanics.* – 1971. – Vol. 47. – № 2. – P. 125–141.

33. Shin T.S. Nucleation and flashing in nozzles-1. A distributed nucleation model / T.S. Shin, O.C. Jones // *Int. J. Multiphase Flow.* – 1993. – Vol. 19. – № 6. – P. 943–964.

34. Sokolichin A. Dynamic numerical simulation of gas-liquid two-phase flows: Euler/Eler versus Euler/Lagrange / A. Sokolichin, G. Eigenberger, A. Lapin, A. Lubbert // *Chemical Eng. Science.* – 1997. – Vol. 52. – P. 611–626.

35. Thiruvengadam A. Scaling Law for Cavitation Erosion // Неустановившиеся течения воды с большими скоростями: Труды ЛІТАМ. – М.: Наука, 1973. – С. 405–427.

36. Volmer V. Keimbildung in uebersaetigen Daempfen / Vol. Volmer, A. Weber // *Z. Phys. Chem.* – 1926. – № 119. – P. 277–301.

### References

1. Aganin A.A., Malakhov V.G., Kulikova T.F., Khismatulina N.A. *Vestnik TGGPU*, 2010, vol. 22, no. 4. pp. 6–12.

2. Ayveni R. DZH., Khemmit F.G. *Tr. ASME. Ser. D. Teoreticheskiye metody inzhenernykh raschetov*, 1965, no. 4, pp. 140.

3. Arzumanov E.S. Kavitatsiya v mestnykh gidravlicheskiykh soprotivleniyakh. [Cavitation local hydraulic resistance]. Moscow, Energiya, 1978. 304 p.

4. Afanasyev K.Ye., Grigoryeva I.V. *Vychislitelnyye tekhnologii*, 2006, vol. 11, special. Release, pp. 4–25.

5. Blagov E.Ye. *Armaturstroyeniye*. 2006, no. 6 (45), pp. 44–49.

6. GOST R 55508-2013. Armatura truboprovodnaya. Metodika eksperimentalnogo opredeleniya gidravlicheskiykh i kavitatsionnykh kharakteristik [Pipeline. Methods of experimental determination of hydraulic and cavitation characteristics]. Moscow, Standartinform, 2014. 38 p.

7. Kedrinskiy V.K. *Priklad. mekhanika i tekhn. fizika*, 2008, no. 6 (49), pp. 3–12.

8. Knepp R., Deyli Dzh., Khemmit F. Kavitatsiya [Cavitation]. Moscow, Mir, 1974. 668 p.

9. Ksendzovskiy P.D. Raschet erozionnogo vozdeystviya na obtekeyemyy profil pri puzyrkovoy kavitatsii [The calculation of the impact of erosion on the streamlined profile when cavitation bubble] // *Issledovaniye i raschet gidromashin* [Study and calculation of hydraulic]. Tr. VNIIGidromash. Moscow, Energiya, 1978, pp. 27–42.

10. Kulagin V.A., Vilchenko A.P., Kulagina T.A. Modelirovaniye dvukhfaznykh superkavitatsionnykh potokov [Simulation of two-phase flows supercavitation ]; under. Ed. V. I. Bykova. Krasnoyarsk, IPTS KGTU, 2001. 187 p.

11. Kulagin V.A. Superkavitatsiya v energetike i elektrotekhnike [Supercavitation energy and electrical engineering]. Krasnoyarsk, IPTS KGTU, 2000. 107 p.

12. Kuznerova Ye. YU. Chislennoye modelirovaniye obrazovaniya i rosta puzyrey para v usloviyakh padeniya davleniya

zhidkosti: Avtoref. diss kand. fiz.-mat. nauk. 01.02.05. Sankt-Peterburg, 2004.15 p.

13. Lavrinenko O.V., Savvina Ye.I., Leonov G.V. *Polzovniy sbornik*, 2007, no. 3, pp. 59–63.

14. Levkovskiy YU.L. Struktura kavitatsionnykh techeniy [The structure of cavitation flows]. Leningrad, Sudostroyeniye, 1978. 224 p.

15. Markina N.L., Reviznikov D.L., Cherkasov S. G. *Izvestiya RAN. Energetika*, 2012, no. 1, pp. 109–118.

16. Nigmatulin R. I. Osnovy mekhaniki geterogennykh sred [Fundamentals of mechanics of heterogeneous media]. Moscow, Nauka, 1978. 336 p.

17. Oksler G. *Armaturstroyeniye*, 2012, no. 2 (77), pp. 74–77.

18. Pirsol I. Kavitatsiya [Cavitation]. Moscow, Mir, 1975. 95 p.

19. Rozhdestvenskiy V.V. Kavitatsiya. [Cavitation] Leningrad, Sudostroyeniye, 1077. 248 p.

20. Si-Din-YU. *Trudy amerikanskogo obshchestva inzhenerov-mekhanikov. Seriya D*, 1965, vol. 87, no. 4, pp. 157–174 (trans. From English).

21. Flinn G. Fizika akusticheskoy kavitatsii v zhidkostyakh [Physics of acoustic cavitation in liquids] // *Fizicheskaya akustika* [Physical Acoustics]. Moscow: Mir, 1967. Vol. 1. Pp. 7–138.

22. Frenkel YA.I. Kineticheskaya teoriya zhidkostey [The kinetic theory of liquids]. – Leningrad: Nauka, 1959. 586 p.

23. Alamgir Md., Lienhard J. H. *Journal of Heat Transfer*, 1981, no. 1 (103), pp. 52–55.

24. Bankoff S. *AIChE Journal*, 1951, vol. 4, pp. 24–26.

25. 10Brennen C.E. Cavitation and bubble dynamics. New York: Oxford University Press, 1995. 294 p.

26. Ellas E., Chambre P.L. *Int. J. Multiphase Flow*, 2000, no. 26, pp. 191–206.

27. Hsu Y.Y. *Journal of Heat Transfer*, 1962, Vol. 94, pp. 207–212.

28. Kedrinskiy V.K. *Applied Scientific Research*, 1998, Vol. 58, pp. 115–130.

29. Kwak H.-Y., Kim Y.W. *Int. J. Heat and Mass Transfer*. 1998, no. 4–5 (41), pp. 757–767.

30. Lienhard J.H., Karimi A. *Journal of Heat Transfer*, 1981, no. 1 (103), pp. 61–64.

31. Neppiras E.A. *Phys. Reps.*, 1980, no. 3 (61), pp. 159–251.

32. Plesset M.S., Chapman R.B. *Journal of Fluid Mechanics*, 1971, Vol. 47, no. 2, pp.125–141.

33. Shin T.S., Jones O.C. *Int. J. Multiphase Flow*, 1993, no. 6 (19), pp. 943–964.

34. Sokolichin A., Eigenberger G., Lapin A., Lubbert A. *Chemical Eng. Science*, 1997, Vol. 52, pp. 611–626.

35. Thiruvengadam A. Scaling Law for Cavitation Erosion // Неустановившиеся течения воды с большими скоростями. Труды ЛІТАМ. Moscow, Nauka, 1973, pp. 405–427.

36. Volmer V., Weber A. *Z. Phys. Chem.*, 1926, no. 119, pp. 277–301.

УДК 621.314.632.032.42

## ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЯ ИЗ ИЗВЕСТНЯКА РЕЧНОГО НА ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ

<sup>1</sup>Коротаев С.А., <sup>2</sup>Калашников В.И., <sup>3</sup>Ерофеева И.В., <sup>1</sup>Емельянов Д.В.,  
<sup>3</sup>Пастушков П.П., <sup>4</sup>Павленко Н.В., <sup>1</sup>Панфилов С.А., <sup>1</sup>Фомин Ю.А.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва (национальный исследовательский университет)», Саранск, e-mail: dep-general@adm.mrsu.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза, e-mail: office@pguas.ru;

<sup>3</sup>ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики» Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН), Москва, e-mail: niisf@niisf.ru;

<sup>4</sup>Научно-исследовательский институт механики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, Москва, e-mail: common@imec.msu.ru

Наполнители различной природы и зернового состава позволяют целенаправленно регулировать структуру и свойства цементного камня бетона. В статье представлены результаты исследования влияния зернового состава наполнителя из известняка речного на теплопроводность цементных композитов. Зерновой состав наполнителя изменяли путём смешивания в заданных соотношениях трех фракций узкого зернового состава с размером зерен 0,63–0,315, 0,315–0,16 и менее 0,16 мм. При постановке опытов был реализован симплекс-решетчатый план эксперимента для системы трех фракций наполнителя. Теплопроводность образцов вычисляли по формуле, устанавливающей зависимость теплопроводности от теплоемкости, температуропроводности и плотности образца. Теплоемкость, температуропроводность и плотность образцов определяли экспериментально. Полученные результаты исследования показали, что для исследованной области варьирования зернового состава наполнителя теплопроводность наполненных цементных композитов изменяется в пределах от 0,19 до 0,31 Вт/(м·К).

**Ключевые слова:** наполнитель, известняк речной, зерновой состав, цементный композит, calorimetрия, теплопроводность

## INFLUENCE OF FILLER ON THE LIMESTONE FLUVIAL ON THERMAL CONDUCTIVITY OF CEMENT COMPOSITES

<sup>1</sup>Korotaev S.A., <sup>2</sup>Kalashnikov V.I., <sup>3</sup>Erofeeva I.V., <sup>1</sup>Emelyanov D.V.,  
<sup>3</sup>Pastushkov P.P., <sup>4</sup>Pavlenko N.V., <sup>1</sup>Panfilov S.A., <sup>1</sup>Fomin Y.A.

<sup>1</sup>Federal State Educational Institution of Higher Education Mordovia State University named after N.P. Ogarev (National Research University), Saransk, e-mail: dep-general@adm.mrsu.ru;

<sup>2</sup>Federal State Educational Institution of Higher Education Penza State University of Architecture and Construction, Penza, e-mail: office@pguas.ru;

<sup>3</sup>Federal State Institution Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Building Sciences, Moscow, e-mail: niisf@niisf.ru;

<sup>4</sup>Research Institute of Mechanics, Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Moscow, e-mail: common@imec.msu.ru

Fillers of different nature and composition of the grain allows purposefully to adjust the structure and properties of the cement matrix of concrete. The article presents the results of research influence of grain composition of aggregate limestone river on the thermal conductivity of cement composites. Grain composition was varied by mixing filler at a predetermined ratio of three fractions narrow grain structure with a grain size 0,63–0,315, 0,315–0,16 and less than 0,16 mm. In setting up the experiments was carried simplex slatted plan of the experiment for a three fractions of filler. The thermal conductivity of the sample is calculated according to the formula, which establishes the dependence of the thermal conductivity of the heat capacity, thermal diffusivity and density of the sample. Heat capacity, thermal diffusivity and density of the samples was determined experimentally. These results showed that the study area varying grain composition of the thermal conductivity of the filler-filled cement composites varies from 0,19 to 0,31 W/(m·K).

**Keywords:** a filler, limestone fluvial, grain composition, cementitious composite, calorimetry, thermal conductivity

Для улучшения физико-механических и эксплуатационных свойств бетонов используются различные методы. Одним из таких методов является применение наполнителей. Наполнители различной природы и зернового состава позволяют целенаправ-

ленно регулировать структуру и свойства цементного камня бетона [2, 3, 4, 5, 6, 7, 10].

**Цель исследования** – изучение влияния зернового состава наполнителя из известняка речного на теплопроводность цементных композитов.

Таблица 1

Химический состав известняка речного

Наполнитель	п.п.п	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Cl <sup>-</sup>	W
Известняк речной	43,77	0,29	0,09	0,09	51,50	4,52	0,18	0	0,04	0,007	0,65

**Материалы и методы исследования**

В качестве наполнителя для получения опытных образцов цементных композитов использовался известняк речной, химический состав которого приведен в табл. 1.

Зерновой состав наполнителя варьировался путем смешивания трех фракций с размером зерен 0,63–0,315, 0,315–0,16 и менее 0,16 мм.

Методика для определения теплопроводности опытных образцов основывалась на использовании выражения

$$\lambda = a \cdot C_p \cdot \rho,$$

где  $a$  – температуропроводность, м<sup>2</sup>/с;  $C_p$  – удельная теплоемкость, Дж/(кг К);  $\rho$  – плотность материала, кг/м<sup>3</sup>.

На стадии подготовки к экспериментам по определению теплопроводности определялись геометрические размеры и масса образцов. В каждом образце закреплялась калиброванная термопара «медь-константан» для регистрации температуры с помощью аналого-цифрового преобразователя с записью данных в файл.

Плотность материала образцов определялась по формуле

$$\rho = \frac{m}{V},$$

где  $m$  – масса образца, кг;  $V$  – объем образца, м<sup>3</sup>.

Определение удельной теплоемкости  $C_p$  осуществлялось калориметрическим способом исходя из уравнения теплового баланса. Для получения экспериментальных данных исследуемый образец с закрепленной термопарой нагревали до 100 °С, после чего помещали в мерную емкость, заполненную жидкостью с фиксированной начальной температурой.

В экспериментах регистрировали две временные зависимости: динамику нагрева жидкости в мерной емкости (изменение температуры жидкости) и температуру образца (значение показаний термопары). Для снижения потерь, связанных с теплоотдачей в окружающую среду, мерная емкость экранировалась алюминиевой фольгой.

Уравнение теплового баланса для данной системы (мерная емкость с жидкостью и образец строительного материала) имеет вид

$$C_{p1} \cdot m_1 (t_k - \theta) = (C_{p2} \cdot m_2 + C_{p3} \cdot m_3) \Delta t,$$

где  $C_{p1}$  – определяемая удельная теплоемкость образца;  $m_1$  – масса образца;  $C_{p2}$  – теплоемкость мерной емкости (справочные данные);  $m_2$  – масса мерной емкости;  $C_{p3}$  – теплоемкость жидкости в емкости (справочные данные);  $m_3$  – масса жидкости в мерной емкости;  $\Delta t$  – перепад температуры в емкости после помещения в нее образца, нагретого предварительно до 100 °С;  $\theta = t + \Delta t$  – конечная температура образца и жидкости;  $t$  – температура жидкости в емкости до

погружения образца;  $t_k$  – температура образца до погружения в охлаждающую жидкость.

Температуропроводность определялась согласно [9, 8] с использованием выражения

$$a = K \cdot m,$$

где  $K$  – коэффициент формы при регулярном режиме охлаждения;  $m$  – темп охлаждения, 1/с.

Для образца в форме параллелепипеда со сторонами  $l_1, l_2, l_3$  величина коэффициента формы согласно [9, 8] может быть определена аналитически исходя из зависимости

$$K = \frac{1}{\left(\frac{\pi}{l_1}\right)^2 + \left(\frac{\pi}{l_2}\right)^2 + \left(\frac{\pi}{l_3}\right)^2}.$$

Темп охлаждения для регулярного режима согласно [9] определялся из зависимости

$$m = \frac{\ln(t_1 + t_0) - \ln(t_2 + t_0)}{(\tau_2 - \tau_1)},$$

где  $t_1$  и  $t_2$  – температура в данной точке образца в момент времени  $\tau_1$  и  $\tau_2$ ;  $t_0$  – температура охлаждающей среды, в качестве которой использовалось трансформаторное масло (возможной альтернативой является кремнийорганическая жидкость).

Вид теоретической кривой временной зависимости охлаждения образца, используемой для определения темпа охлаждения исследуемого образца, приведен на рис. 1.

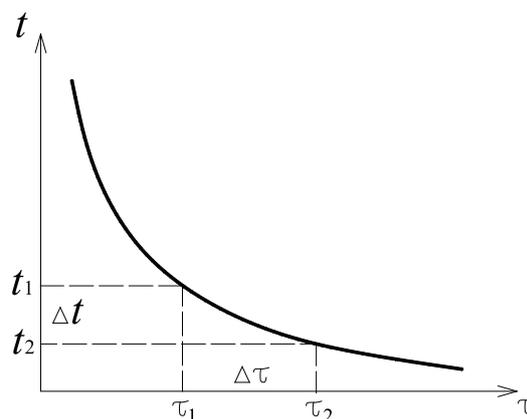


Рис. 1. Вид теоретической кривой временной зависимости охлаждения образца

Изучение влияния зернового состава наполнителя из известняка речного при возможно более полном заполнении им объема материала цементных композитов на их теплопроводность проводили методом математического планирования эксперимента с использованием симплекс-решетчатого плана Шеффе [1].

Объемные доли наполнителя и остальных компонентов цементного композита, располагающихся в пустотах между зернами наполнителя, во всех опытах оставались постоянными. В процессе экспериментов зерновой состав наполнителя изменяли путем смешивания в заданных соотношениях трех фракций  $X_1$ ,  $X_2$  и  $X_3$  узкого зернового состава с размером зерен соответственно, 0,63–0,315, 0,315–0,16 и менее 0,16 мм. Изменяющаяся объемная доля каждой из смешиваемых фракций наполнителя в цементном композите принималась за контролируемую переменную. При условии, что теплопроводность наполненного композита зависит только от соотношения смешиваемых фракций наполнителя, факторное пространство представляет собой правильный 2-мерный симплекс. Для системы фракций наполнителя выполняется соотношение

$$\sum_{i=1}^3 x_i = 1,$$

где  $x_i \geq 0$  – объемная доля (концентрация) фракции наполнителя.

$$\lambda = 0,311x_1 + 0,245x_2 + 0,207x_3 + 0,025x_1x_2 - 0,11x_1x_3 + 0,072x_2x_3 + 0,277x_1x_2(x_1 - x_2) - 0,106x_1x_3(x_1 - x_3) + 0,603x_2x_3(x_2 - x_3) + 1,381x_1x_2x_3.$$

При количестве фракций равно трем правильный симплекс – равносторонний треугольник. Вершины треугольника соответствуют одной фракции, стороны – двойным системам, точка внутри треугольника отвечает одному определенному составу тройной системы.

### Результаты исследования и их обсуждение

Матрица планирования и результаты эксперимента приведены в табл. 2.

Для вычисления теплопроводности наполненных композитов использовались данные, приведенные в табл. 3.

Статистическая обработка результатов эксперимента позволила получить зависимость в виде полинома 3 порядка для 3-фракционной смеси, характеризующей изменение теплопроводности наполненных известняком речным цементных композитов от зернового состава наполнителя:

Таблица 2

Матрица планирования и результаты эксперимента

Номер опыта	Концентрация фракций			Теплопроводность наполненных композитов, $\lambda$ , Вт/м·К
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	
1	1	0	0	0,311
2	0	1	0	0,245
3	0	0	1	0,207
4	1/3	2/3	0	0,252
5	1/3	0	2/3	0,225
6	0	1/3	2/3	0,191
7	2/3	1/3	0	0,315
8	2/3	0	1/3	0,244
9	0	2/3	1/3	0,293
10	1/3	1/3	1/3	0,304

Таблица 3

Данные, использованные для вычисления теплопроводности наполненных композитов

Номер образца	Размеры, м·10 <sup>3</sup>	Объем, м <sup>3</sup> ·10 <sup>-6</sup>	Масса, кг·10 <sup>-3</sup>	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Теплоемкость, Дж/(кг·°C)	Темп. охлаждения*, 1/с	Температуропроводность, м <sup>2</sup> /с·10 <sup>6</sup>	Теплопроводность, Вт/(м·К)
1	30×10×10	3,0	5,84	1945	1185	0,028	0,1345	0,311
2	30×10×10	3,0	6,15	2050	1130	0,022	0,1055	0,245
3	30×10×10	3,0	5,68	1890	1075	0,021	0,101	0,207
4	31×10×10	3,1	6,15	1985	1105	0,024	0,115	0,252
5	30×10×10	3,0	5,76	1920	1234	0,02	0,097	0,225
6	30×10×10,5	3,15	6,1	1935	1210	0,017	0,0815	0,191
7	30,5×10×11	3,36	6,42	1915	1545	0,022	0,1055	0,315
8	30,5×10×11	3,36	6,52	1940	1390	0,019	0,091	0,244
9	30×10×11	3,3	6,25	1890	1130	0,0257	0,127	0,293
10	30,5×10×11	3,36	6,41	1910	1330	0,025	0,12	0,304

Примечание. \*для вычисления темпа охлаждения образцов использовали временные зависимости охлаждения образцов на участке регулярного режима охлаждения.

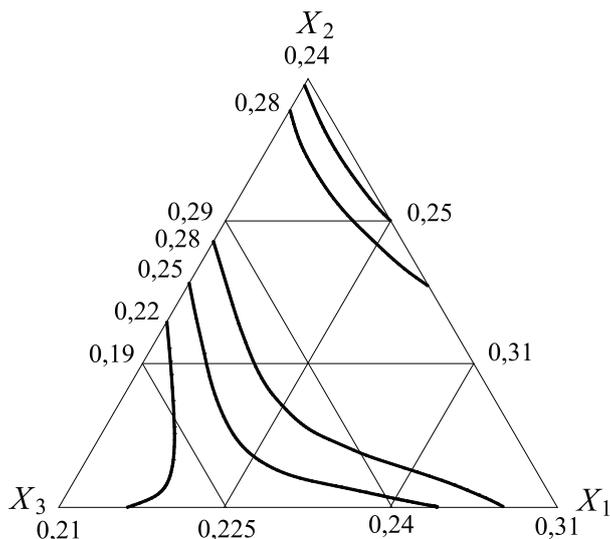


Рис. 2. Линии равных значений теплопроводности наполненных известняком речным цементных композитов на концентрационном треугольнике

По полученным уравнениям регрессии были построены графики в виде линий равных значений теплопроводности, представленные на рис. 2.

Результаты проведенных экспериментов показали (рис. 2), что теплопроводность исследованных образцов изменяется в пределах от 0,19 до 0,31 Вт/(м·К). Обращает на себя внимание тенденция увеличения теплопроводности при уменьшении дисперсности наполнителя в случае использования в качестве наполнителя одной из фракций  $X_1$ ,  $X_2$  или  $X_3$ , а также двухфракционных смесей, включающих фракцию  $X_1$  (см. рис. 2: значения теплопроводности в вершинах и на сторонах  $X_1$ - $X_2$  и  $X_1$ - $X_3$  концентрационного треугольника). В области трёхфракционных и двухфракционных с фракциями  $X_2$  и  $X_3$  смесей наполнителя имеется локальный участок, на котором тенденция возрастания теплопроводности при уменьшении дисперсности наполнителя не прослеживается.

### Выводы

1. Методом математического планирования эксперимента исследовано влияние зернового состава известнякового наполнителя при возможно более полном заполнении им объема материала цементных композитов на их теплопроводность.

2. Путем реализации симплекс-решетчатого плана эксперимента для системы трех фракций наполнителя установлена зависимость теплопроводности от зернового состава наполнителя, который изменялся

путем смешивания трёх его фракций в заданных пропорциях.

3. Для исследованной области варьирования зернового состава наполнителя теплопроводность наполненных цементных композитов изменяется в пределах от 0,19 до 0,31 Вт/(м·К).

4. Минимальная теплопроводность достигается при использовании наполнителя, состоящего из 2/3 части (по объему) фракции непрерывного зернового состава с максимальным размером зерен 0,16 мм и 1/3 части фракции 0,315–0,16 мм.

5. Максимальная теплопроводность соответствует составам с наполнителем фракции 0,63–0,315 мм.

### Список литературы

1. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химии и химической технологии. – М.: Высшая школа, 1985. – 327 с.
2. Баженов Ю.М., Король Е.А., Ерофеев В.Т., Митина Е.А. Ограждающие конструкции с использованием бетонов низкой теплопроводности: (основы теории, методы расчета и технологическое проектирование): научное издание. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2008. – 319 с.
3. Бобрышев А.Н., Ерофеев В.Т., Козомазов В.Н. Физика и синергетика дисперсно-неупорядоченных конденсированных композитных систем. – СПб.: Наука, 2012. – 476 с.
4. Ерофеев В.Т., Митина Е.А., Матвиевский А.А., Осипов А.К., Емельянов Д.В., Юдин П.В. Композиционные строительные материалы на активированной воде затворения // Строительные материалы. – 2007. – № 11. – С. 56–58.
5. Ерофеев В.Т., Митина Е.А., Матвиевский А.А., Емельянов Д.В., Юдин П.В. Долговечность цементных композитов на активированной воде // Промышленное и гражданское строительство. – 2008. – № 7. – С. 51–54.

6. Ерофеев В.Т., Баженов Ю.М., Балатханова Э.М., Митина Е.А., Емельянов Д.В., Родин А.И., Карпушин С.Н. Получение и физико-механические свойства цементных композитов с применением наполнителей и воды затворения месторождений Чеченской Республики // Вестник МГСУ. – 2014. – № 12. – С. 141–151.

7. Калашников В.И., Ерофеев В.Т., Мороз М.Н., Троянов И.Ю., Володин В.М., Суздальцев О.В. Наногидросиликатные технологии в производстве бетонов // Строительные материалы. – 2014. – № 5. – С. 88–91.

8. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. – М.: Атомиздат, 1979. – 416 с.

9. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. – М.: Издательский дом «Пастет», 2010. – 343 с.

10. Соломатов В.И., Ерофеев В.Т., Митина Е.А. Цементные композиты, наполненные стеклобоя // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 1997. – № 9. – С. 72–76.

### References

1. Akhnazarova S.L., Kafarov V.V. *Metody optimizatsii eksperimenta v khimii i khimicheskoi tekhnologii* [Methods of optimization experiments in chemistry and chemical technology]. Moscow: Vysshaya shkola. 1985. 327 p.

2. Bazhenov Y.M., Korol E.A., Erofeev V.T., Mitina E.A. *Ograzhdayushchie konstruksii s ispolzovaniem betonov nizkoi teploprovodnosti (osnovy teorii metody rascheta i tekhnologicheskoe proektirovanie)* [Enclosing structures with low thermal conductivity of concrete (foundations of the theory and methods of calculation of technological design)]. Moscow: Izd-vo Assot-siatsii stroitelnykh vuzov. 2008. 319 p.

3. Bobryshev A.N., Erofeev V.T., Kozomazov V.N. *Fizika i sinergetika dispersno-neuporyadochennykh kondensirovannykh kompozitnykh sistem* [Physics and Synergetics dispersion-disordered condensed composite systems]. St. Petersburg: Nauka. 2012. 476 p.

4. Erofeev V.T., Mitina E.A., Matvievskij A.A., Osipov A.K., Emeljanov D.V., Judin P.V. Composite building materials activated mixing water. *Stroitelnye materialy*. 2007. no. 11, pp. 56–58.

5. Erofeev V.T., Mitina E.A., Matvievskij A.A., Emeljanov D.V., Judin P.V. Durability of cementitious composites activated water. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo*. 2008. no. 7, pp. 51–54.

6. Erofeev V.T., Bazhenov Ju.M., Balathanova Je.M., Mitina E.A., Emeljanov D.V., Rodin A.I., Kar-pushin S.N. Preparation and mechanical properties of cement composites with fillers and mixing water deposits of the Chechen Republic. *Vestnik MGSU*. 2014. no. 12, pp. 141–151.

7. Kalashnikov V.I., Erofeev V.T., Moroz M.N., Trojanov I.Ju., Volodin V.M., Suzdalcev O.V. Hydro Silicate Nano technology in the production of concrete. *Stroitelnye materialy*. 2014. no. 5, pp. 88–91.

8. Kutateladze S.S. *Osnovy teorii teploobmena* [Fundamentals of the theory of heat exchange]. Moscow: Atomizdat. 1979. 416 p.

9. Mikheev M.A., Mikheeva I.M. *Osnovy teploperedachi* [Fundamentals of heat transfer]. Moscow: Pastet. 2010. 343 p.

10. Solomatov V.I., Erofeev V.T., Mitina E.A. Cement Composites filled cullet. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Stroitelstvo*. 1997. no. 9, pp. 72–76.

УДК 621.316.9

## ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ БЕЗДУГОВОГО ГАШЕНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Лотоцкий В.Л., Лузинский В.Т.

ФГБОУ ВО «Московский технологический университет (МИРЭА),  
Москва, e-mail: lototsky@mirea.ru, vagabund@list.ru

В статье рассматривается проблема построения автоматов гашения магнитного поля, в частности, создание устройств бездуговой коммутации электрической цепи. Современной задачей создания оптимального автомата гашения магнитного поля является обеспечение бездугового отключения индуктивной нагрузки и исключение рассеивания магнитной энергии в виде тепла. В этом отношении инновационным подходом можно считать такое решение проблемы, когда магнитная энергия нагрузки, при ее отключении, была бы обратно возвращена в источник электропитания, т.е. произведена рекуперация. В статье описана разработанная авторами схема одного из устройств гашения магнитного поля для систем малой и средней мощности, одним из основных достоинств которой является полная рекуперация с незначительными тепловыми потерями.

**Ключевые слова:** автоматы гашения, магнитное поле, аварийный режим, бездуговая коммутация, рекуперация, индуктивная нагрузка, контакт, нелинейный элемент

## INNOVATIVE APPROACH OF SOLVING THE ISSUE WITH AN ARC-LESS TURN OFF, OF A MAGNETIC FIELD

Lototskiy V.L., Luzinskiy V.T.

Federal State Educational Institution of Higher Education «Moscow Technological University»,  
Moscow, e-mail: lototsky@mirea.ru, vagabund@list.ru

The article describes the construction of a device that turns off a magnetic field, in particular, creating an instrument that arc-less commutate the electric circuit. Currently there are two issues when creating an optimal device which turns off the magnetic field. First, an arc-less turn off, of an inductive load has to be ensured. Second, the diffusion of magnetic energy in form of heat has to be eliminated. In this context, the innovative approach can be considered as load's return of magnetic energy to the power supply, when turned off. In other words, recuperation should take place. The article describes a setup developed by the authors regarding a device that turns off the magnetic field for circuits of small and middle capacities. One of patten's advantages is thereby a full recuperation with negligible heat losses.

**Keywords:** turn-off devices, magnetic field, emergency condition, arc-less commutation, recuperation, inductive load, contact, nonlinear component

Гашение мощных магнитных полей представляет собой насущную проблему большой энергетики, в частности электрофизических установок с накопителями энергии. При эксплуатации подобных систем иногда возникают аварийные ситуации, когда необходимо в самый короткий промежуток времени произвести локализацию опасного узла, а затем погасить накопленную в нем магнитную энергию.

В энергетике вопрос о наиболее быстром гашении мощных магнитных полей является особенно актуальным в связи с неуклонным ростом мощности энергосистем и применением для них форсированного возбуждения, необходимого для устойчивой работы. Обе эти причины, существенно влияя на процесс гашения магнитного поля, приводят к увеличению его продолжительности, что усложняет реализацию данного процесса.

Гашением магнитного поля принято называть такой электромагнитный процесс, который заключается в быстром снижении

до практически нулевой величины магнитного потока, а, следовательно, и тока возбуждения энергосистемы. На первый взгляд может показаться, что сделать это очень просто: достаточно отключить от питания обмотку возбуждения. Однако в этом случае вследствие очень большой индуктивности цепи возникают на зажимах обмотки возбуждения значительные перенапряжения, способные вызвать пробой изоляции и связанной с ним новой аварийной ситуации. Поэтому при гашении поля принято прибегать к замыканию обмотки возбуждения на разрядное активное (линейное или нелинейное) сопротивление, способное рассеять очень большую энергию, теряемую при этом безвозвратно. Эту задачу должны выполнять специальные автоматы, называемые автоматами гашения магнитного поля.

Прибегать к гашению магнитных полей приходится не только во время тяжелых аварий. Необходимость гашения магнитного поля может появиться и в условиях нормальной эксплуатации. Однако особое

значение этот процесс приобретает при аварийных режимах, вызванных повреждениями изоляции внутри самой энергоустановки или на ее выводных зажимах. В этом случае гашение поля становится единственным способом, позволяющим ограничить глубину аварийного процесса и тем самым спасти обмотку от полного сгорания. И еще следует заметить, что к месту повреждения изоляции направляется ток короткого замыкания, который в современных электроустановках достаточно большой величины, поэтому масштаб аварии расширяется и может привести к выгоранию обмотки и активной стали.

Размеры аварии, однако, определяются не только величиной тока короткого замыкания, но продолжительностью самого аварийного процесса. Они станут тем меньше, чем быстрее осуществится гашение поля. Поэтому все способы гашения поля должны оцениваться временем продолжительности гашения, то есть временем, в течение которого магнитный поток, а следовательно, и ЭДС энергоустановки снизится до величины, близкой к нулю.

Общие тенденции в развитии современных аппаратов характеризуются не только стремлением максимально уменьшить время отключения, но также широким переходом на быстродействующую защиту. Несмотря на достигнутые в этом направлении результаты, наибольшие трудности возникают при гашении поля крупных энергоустановок. В магнитном поле этих установок тихоходных электрических машин накапливается огромная энергия, которую погасить и рассеять достаточно тяжело.

Проблема гашения мощного магнитного поля в силу своей актуальности находила свое отражение как в исследовательской деятельности [5, 6], так и в разработке конструкторских решений [3] автоматов отключения для обеспечения минимальной продолжительности процесса гашения при заданной величине перенапряжения. Автоматы для гашения поля должны обеспечивать большую надежность эксплуатации как в непрерывном режиме работы, так и в любых аварийных ситуациях. Так, например, вынужденная остановка генератора электростанции из-за неисправностей в автомате гашения поля приводит к большим убыткам. Поэтому контактные системы автоматов должны быть особенно надежными.

Автоматы для гашения поля должны быть достаточно простыми как по своей электрической схеме, так и в смысле конструктивного исполнения. Только при соблюдении этих условий может быть обеспе-

чена необходимая надежность устройства. Проблемы исследования и создания систем бездуговой коммутации электрической цепи представлены во многих работах, например Л1-Л7.

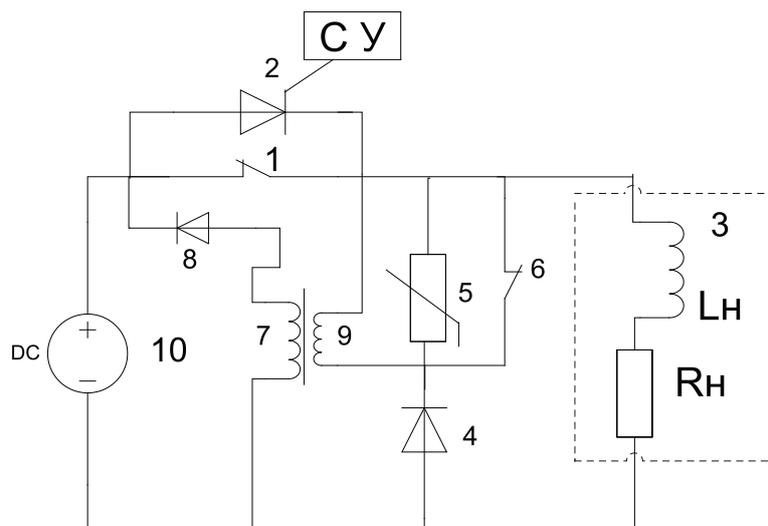
Различные виды схемотехнических исполнений автоматов гашения построены на использовании мощных нелинейных (карборундовых) резисторов, обеспечивают время гашения, составляющее 50% от постоянной времени обмотки возбуждения, что несколько хуже, чем в автоматах с дугогасительной решеткой. Однако в этих образцах отсутствуют дуговые процессы поглощения магнитной энергии и они более надежны в пожароопасном отношении. Общий недостаток всех автоматов – это принцип рассеивания магнитной энергии в виде тепла, приводящего к нагреву силовых элементов схемы, будь то нелинейные резисторы или дугогасительные решетки.

Однако из-за вопросов сложности конструктивного выполнения, снижающей надежность эксплуатации, не получили производственного воплощения многие оригинальные идеи и решения систем гашения магнитного поля.

На основании вышеизложенного можно утверждать, что задачей создания оптимального автомата гашения магнитного поля является обеспечение бездугового отключения индуктивной нагрузки и исключение рассеивания магнитной энергии в виде тепла. В этом отношении представляется наиболее рациональным такое решение проблемы, чтобы магнитная энергия нагрузки была обратно возвращена в источник электропитания, т.е. произведена ее рекуперация. Для мощных энергоустановок при современном состоянии электроэнергетики эта задача представляется технологически сложной. При этом для слаботочных систем она может быть успешно реализована уже в настоящее время.

Схема одного из устройств гашения магнитного поля для систем малой и средней мощности, разработанная авторами, приведена на рисунке.

Устройство содержит главный контакт 1, зашунтированный силовым тиристором 2, а нагрузка 3 индуктивного характера зашунтирована цепью, состоящей из последовательно соединенных обратного диода 4 и нелинейно-резистивного элемента 5, к выводам которого подключены блокирующий контакт 6 и первичная обмотка импульсного трансформатора 9. Вторичная обмотка 7 этого трансформатора через обратный диод 8 подключена к выводам источника питания 10.



*Устройство гашения магнитного поля*

Данное коммутирующее устройство обеспечивает бездуговую коммутацию и рекуперацию в источник питания энергии, накопленной в магнитном поле индуктивной нагрузки.

Рассмотрим подробнее работу данного устройства. Сигнал со схемы управления (СУ) на включение тиристора 2 подается с некоторым опережением перед моментом выключения главного контакта 1 и выдерживается до того момента, пока элементы этого контакта полностью не разойдутся. Тогда рабочий ток нормально перейдет с главного контакта на шунтирующую его цепь с тиристором 2. Индуктивная нагрузка 3 до этого была связана с источником питания 10. Только после полного раздвижения элементов главного контакта 1 подается импульс на срабатывание схемы запираания тиристора 2. До этого момента она должна быть соответственно и схмотехнически решена с точки зрения элементной базы с целью наиболее быстрого запираания тиристора 2. Применение тиристора 2 вызвано необходимостью исключения дугового процесса между элементами главного контакта 1 при их раздвижении.

После завершения запираания тиристора 2 в цепи источника питания 10 и нагрузки 3 контакты 1 и 6 разъединяются, и каждый в отдельности приходят к своему устойчивому состоянию. При этом ток индуктивной нагрузки 3 переходит в шунтирующую цепь, состоящую из обратного диода 4 и резистивного элемента 5, заблокированного контактом 6. Если в момент отключения главного контакта 1 контакт 6 был включен, то процесс гашения поля по времени сильно затянется, так как опреде-

ляется постоянной времени нагрузки, которая значительна ввиду малости ее активного сопротивления.

С момента отключения контакта 6 в цепь, шунтирующую нагрузку, вводится резистивный элемент 5, который снижает постоянную времени разрядной цепи. Падение напряжения на элементе 5 через обмотку 9 импульсного трансформатора передается в обмотку 7, связанную через диод 8 с источником электропитания 10. Таким образом, производится рекуперация энергии из нагрузки 3 в источник питания 10.

Однако эффективность этого рекуперативного процесса сильно зависит от нелинейных свойств резистивного элемента 5. Здесь следует рассмотреть три случая выполнения этого элемента: линейный, слабонелинейный, предельнонелинейный.

В случае линейного резистивного элемента процесс гашения поля сильно затягивается и рекуперация на определенном этапе просто прерывается, а дальнейшее гашение поля происходит путем нагрева резистивных составляющих цепи.

Это требует некоторых разъяснений. Дело в том, что напряжение на зажимах элемента 5 нелинейно зависит от протекающего тока, который убывает по мере протекания процесса гашения и в какой-то момент напряжение на зажимах вторичной обмотки трансформатора 9 становится меньше, чем напряжение источника электропитания, и тогда рекуперация обрывается.

В случае применения слабонелинейного резистора, например выполненного на основе карборундового материала, процесс рекуперации затягивается, и значительная

часть магнитной энергии поступает в источник электропитания, но часть энергии все равно переходит в тепло в результате нагрева резистивных элементов.

Оптимальный процесс имеет место при использовании предельно-нелинейных резисторов, в качестве которых используются силовые полупроводниковые стабилизаторы, особенностью которых является постоянство напряжения на их выводах даже при очень малых токах. А напряжение на выходной обмотке трансформатора 9 всегда выбирается с некоторым превышением по сравнению с напряжением источника электропитания. Таким образом, происходит полная рекуперация с незначительными тепловыми потерями.

Создание оптимального автомата будет зависеть от совершенствования элементной базы, которая позволит перейти к реализации более мощных систем гашения магнитного поля.

Тем самым доказана разрешимость поставленной оптимизационной задачи. Значит, при достаточном объеме статистических данных построенная таким образом модель способна делать прогнозы о необходимых ресурсах для дальнейшего развития и функционирования УКТУ.

#### Список литературы

1. Гибридные электрические аппараты низкого напряжения / Г.В. Могилевский. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
2. Исследование возможности создания нового поколения низковольтных гибридных аппаратов с заданным

законом бездуговой коммутации / М.А. Ваткина, А.А. Григорьев // Вестник Чуваш. гос. пед. ун-та. – 2013 № 2(20). – С. 29–38.

3. К проблеме создания нового поколения низковольтных гибридных аппаратов с заданным законом бездуговой коммутации / А.А. Григорьев, А.В. Никитин // Научно-информационный вестник докторантов, аспирантов, студентов. Вестник Чуваш. гос. пед. ун-та. – 2013 № 1(78) – С. 37–42.

4. Полупроводниковые аппараты: коммутация, управление, защита / А.Г. Сосков, И.А. Соскова; под ред. А.Г. Соскова. – Киев: Каравелла, 2012. – 344 с.

5. Устройство для бездуговой коммутации электрической цепи постоянного тока / В.Л. Лотоцкий. Патент РФ № 2115970, 1998.

6. Электрические и электронные аппараты. – М.: Издательский центр Академия, 2010. «Актуальность.РФ». – Пенза, 2015. – С. 84–90.

#### References

1. Gibridnye jelektricheskie apparaty nizkogo naprjazhenija / G.V. Mogilevskij. M.: Jenergoatomizdat, 1986.
2. Issledovanie vozmozhnosti sozdanija novogo pokolenija nizkovoltnyh gibridnyh apparatov s zadannym zakonom bezdugovoj kommutacii / M.A. Vatkina, A.A. Grigorev // Vestnik Chuvash. gos. ped. un-ta. 2013 no. 2(20). pp. 29–38.
3. K probleme sozdanija novogo pokolenija nizkovoltnyh gibridnyh apparatov s zadannym zakonom bezdugovoj kommutacii / A.A. Grigorev, A.V. Nikitin // Nauchno-informacionnyj vestnik doktorantov, aspirantov, studentov. Vestnik Chuvash. gos. ped. un-ta. 2013 no. 1(78) pp. 37–42.
4. Poluprovodnikovye apparaty: kommutacija, upravlenie, zashhita / A.G. Soskov, I.A. Soskova; pod red. A.G. Soskova. Kiev: Karavella, 2012. 344 p.
5. Ustrojstvo dlja bezdugovoj kommutacii jelektricheskoj cepi postojannogo toka / V.L. Lotockij. Patent RF no. 2115970, 1998.
6. Jelektricheskie i jelektronnye apparaty. M.: Izdatelskij centr Akademija, 2010. «Aktualnost.RF». Penza, 2015. pp. 84–90.

УДК 517.958

## ОБ ИССЛЕДОВАНИИ УСТОЙЧИВОСТИ ЭРЕДИТАРНОГО ОСЦИЛЛЯТОРА ВАН-ДЕР-ПОЛЯ

**Паровик Р.И.**

*ФГБОУ ВПО «Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга»,  
Петропавловск-Камчатский, e-mail: romanparovik@gmail.com;  
ФГБУН «Институт космических исследований и распространения радиоволн» ДВО РАН,  
Паратунка, e-mail: parovik@ikir.ru*

Настоящая работа посвящена вопросам устойчивости нелинейных эредитарных колебательных систем, которые обладают свойствами памяти и записываются в терминах производных дробных порядков. Дробные порядки производных можно рассматривать как дополнительные управляющие параметры колебательной системы, которые приводят к ее более гибкому математическому моделированию. Можно отметить, что нелинейные эредитарные колебательные системы при определенных значениях дробных порядков производных переходят к классическим нелинейным колебательным системам. Поэтому нелинейные эредитарные колебательные системы должны обладать более широким набором свойств, чем классические нелинейные колебательные системы. В работе приведены основные определения и теоремы асимптотической устойчивости для соизмеримых и несоизмеримых нелинейных эредитарных колебательных систем. Приведены примеры исследования устойчивости точек покоя эредитарного осциллятора Ван-дер-Поля. С помощью численных методов были построены фазовые траектории для эредитарного осциллятора Ван-дер-Поля, далее были исследованы на устойчивость их предельные циклы.

**Ключевые слова:** устойчивость, предельные циклы, эредитарность, производные дробных порядков

## STUDY ON STABILITY OF HEREDITARITY OSCILLATOR VAN DER POL

**Parovik R.I.**

*Vitus Bering Kamchatka State University, Petropavlovsk-Kamchatsky, e-mail: romanparovik@gmail.com;  
Institute of Cosmophysical Researches and Radio Wave Propagation Far-Eastern Branch,  
Russian Academy of Sciences, Paratunka, e-mail: parovik@ikir.ru*

This paper deals with issues of sustainability hereditarity nonlinear vibration systems, which have the properties of memory and written in terms of the derivatives of fractional order. The fractional orders of derivatives can be regarded as an additional control parameters of the oscillating system, which leads to its more flexible mathematical modeling. It may be noted that the non-linear oscillating systems hereditarity for certain values of fractional order derivatives are transferred to a classic non-linear oscillating systems. Therefore hereditarity nonlinear oscillatory systems must have a broader set of features than the classic non-linear oscillating systems. The paper presents the basic definitions and theorems of asymptotic stability for a commensurate and incommensurate hereditarity nonlinear vibration systems. Examples of studying the stability of equilibrium points hereditarity oscillator Van der Pol. With the help of numerical methods have been constructed for the phase trajectories hereditarity oscillator Van der Pol, were further tested for their resistance limit cycles.

**Keywords:** stability, limit cycles, hereditarity, derivatives of fractional order

Эредитарные процессы находят отражения в различных приложениях, например в книге В.В. Учайкина [9] эредитарным процессам посвящена целая глава. Понятие эредитарности или памяти было введено итальянским математиком Вито Вольтеррой для обобщения гармонического осциллятора заменой дифференциального уравнения на интегро-дифференциальное [3]. Далее в этой работе Вольтерра вывел обобщенный закон сохранения полной механической энергии для этой эредитарной колебательной системы. В отличие от закона сохранения энергии для гармонического осциллятора, обобщенный закон сохранения содержал дополнительное положительное слагаемое, которое отражает диссипацию энергии колебательной системы.

С точки зрения математического моделирования интегро-дифференциальные уравнения, которые описывают эредитарные колебательные процессы, удобно привести к дифференциальным уравнениям с производной дробного порядка [4]. Порядок дробной производной, в свою очередь, может зависеть от свойств среды [10].

В этой статье мы рассмотрим вопросы устойчивости нелинейного эредитарного осциллятора Ван-дер-Поля [5].

### Основные определения

Отметим, что устойчивость нелинейных осцилляторов отличается от устойчивости линейных осцилляторов, так как необходимо исследовать не только их стационарные состояния, но и предельные циклы [11].

Устойчивость колебательной системы приводит к периодическим режимам, а неустойчивость – к хаотическим режимам. Дадим следующее определение эредитарной колебательной нелинейной системы.

**Определение 1.** Эредитарная нелинейная колебательная система может быть записана с помощью оператора производной дробного порядка Герасимова – Капуто:

$$\begin{aligned} \partial_{0^+}^{\alpha_i} x_i(\tau) &= f_i(x_1(t), \dots, x_n(t), t), \\ x_i(0) &= c_i, \quad i = 1, \dots, n, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $\partial_{0^+}^{\alpha_i} x_i(\tau) = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha_i)} \int_0^t \ddot{x}_i(\tau) d\tau$  – производные дробных порядков Герасимова – Капуто порядка  $0 < \alpha_i < 2$ ;  $c_i$  – известные константы.

Отметим, что в работе [12] определение эредитарной колебательной системы было записано в терминах производной дробного порядка Римана – Лиувилля.

Ключевым объектом исследования в теории устойчивости динамических систем являются их точки равновесия.

**Определение 2.** Точки равновесия  $E^* = (x_1^*, \dots, x_n^*)$  эредитарной системы (1) являются решениями следующей системы алгебраических уравнений:

$$f_i(x_1(t), \dots, x_n(t), t) = 0. \quad (2)$$

Эредитарная колебательная нелинейная система (1) может быть соизмеримой и несоизмеримой [12].

**Определение 3.** Эредитарная колебательная система (1) называется соизмеримой, если выполняется условие:  $\alpha = \dots = \alpha_n = \alpha$ . Если выполняется условие:  $\alpha \neq \dots \neq \alpha_n$  – несоизмеримой.

Дадим определение устойчивости предельного цикла [1, 2].

**Определение 4.** Предельный цикл является устойчивым, если существует такая область фазового пространства, которая содержит этот предельный цикл, что все фазовые траектории, начинающиеся в этой области, при  $t \rightarrow \infty$  асимптотически приближаются к предельному циклу. В противном случае предельный цикл называется неустойчивым.

Теоремы устойчивости эредитарных колебательных систем. В работе [12] были сформулированы и доказаны следующие две важные теоремы асимптотической устойчивости нелинейной эредитарной колебательной системы.

**Теорема 1.** Точки равновесия системы (1) называются асимптотически устойчивыми для соизмеримой системы, если собственные значения  $\lambda_i$  матрица Якоби  $J = \frac{\partial f_i}{\partial x_i}$ ,

вычисленные согласно точкам равновесия  $E^*$ , удовлетворяют следующим условиям:

$$|\arg(\lambda_i)| > \frac{\alpha\pi}{2}, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (3)$$

**Теорема 2.** Точки равновесия системы (1) называются асимптотически устойчивыми для несоизмеримой системы, где  $\alpha_i = \frac{\beta_i}{m}$ , если выполняются следующие условия:

$$|\arg(\lambda_i)| > \frac{\gamma\pi}{2}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad \gamma = 1/m, \quad (4)$$

а  $\lambda$  вычисляется согласно характеристическому уравнению

$$\det(\text{diag}([\lambda^{m\alpha_1}, \dots, \lambda^{m\alpha_n}]) - J) = 0. \quad (5)$$

Устойчивость эредитарного осциллятора Ван-дер-Поля. Пусть система (1) описывает эредитарный осциллятор Ван-дер-Поля:

$$\begin{cases} \partial_{0^+}^{\alpha_1} x_1(\tau) = x_2(t), \\ \partial_{0^+}^{\alpha_2} x_2(\tau) = -x_1(t) - \xi(x_1^2(t) - 1)x_2(t). \end{cases} \quad (6)$$

Рассмотрим случай, когда система (6) соизмерима  $\alpha_1 = \alpha_2 = 1$ , т.е. случай классического осциллятора Ван-дер-Поля:

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = x_2(t), \\ \frac{dx_2}{dt} = -x_1(t) - \xi(x_1^2(t) - 1)x_2(t). \end{cases} \quad (7)$$

Матрица Якоби системы (7) записывается следующим образом:

$$J = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 - 2\xi x_1^* x_2^* & -\xi(x_1^{*2} - 1) \end{bmatrix} = 0, \quad (8)$$

где точки  $E^* = (x_1^*, x_2^*)$  – точки покоя системы (7). Из этой системы очевидно, что существует единственная точка покоя  $E^* = (0, 0)$ . Тогда характеристическое уравнение для системы (7) с учетом (8) имеет вид

$$\lambda^2 - \xi\lambda + 1 = 0. \quad (9)$$

Можно убедиться, что корни характеристического уравнения (9) при  $\xi > 0$  не удовлетворяют условиям теоремы 1. Действительно, в нашем случае имеет место неравенство:

$$|\arg(\lambda_{1,2})| < \frac{\pi}{2}.$$

Поэтому точка равновесия системы  $E^* = (0, 0)$  системы (7) будет неустойчивой, в частности, если  $0 < \xi < 2$  – неустойчивый фокус (рис. 1).

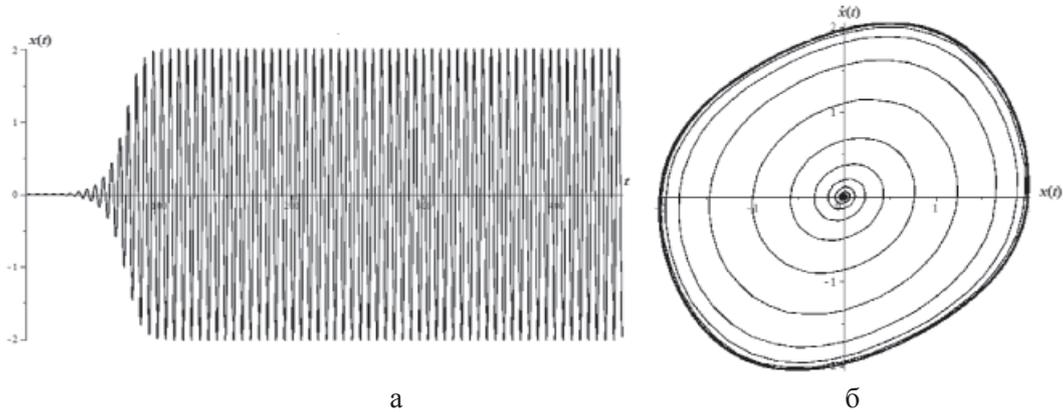


Рис. 1.  
а – осциллограмма; б – фазовая траектория, полученные при  $\zeta = 0,2$  и  $(x_0, y_0) = (0,0001; 0,0001)$  для системы Ван-дер-Поля (7)

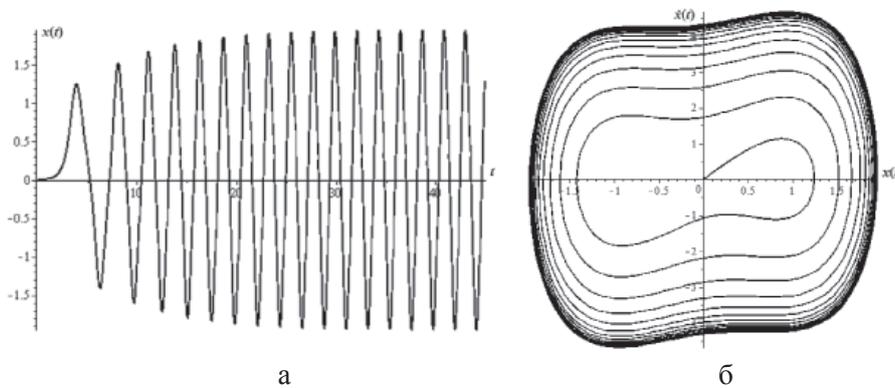


Рис. 2.  
а – осциллограмма; б – фазовая траектория, полученные при  $\zeta = 4$  и  $(x_0, y_0) = (0,0001; 0,0001)$  для системы Ван-дер-Поля (7)

Осциллограмма и фазовая траектория на рис. 1 были получены с помощью явной конечно-разностной схемы, вопросы аппроксимации производных дробного порядка можно изучить в работах [6, 7].

Если  $\zeta > 2$ , то точка покоя  $E^* = (0, 0)$  системы (7) – неустойчивый узел (рис. 2).

Согласно определению 4 предельный цикл для системы Ван-дер-Поля (7) будет устойчивым, так как при  $t \rightarrow \infty$  фазовые траектории рис. 1, б и 2, б стремятся к предельному циклу изнутри. Если взять точку вне предельного цикла, то фазовые траектории будут стремиться при  $t \rightarrow \infty$  к нему извне (рис. 3).

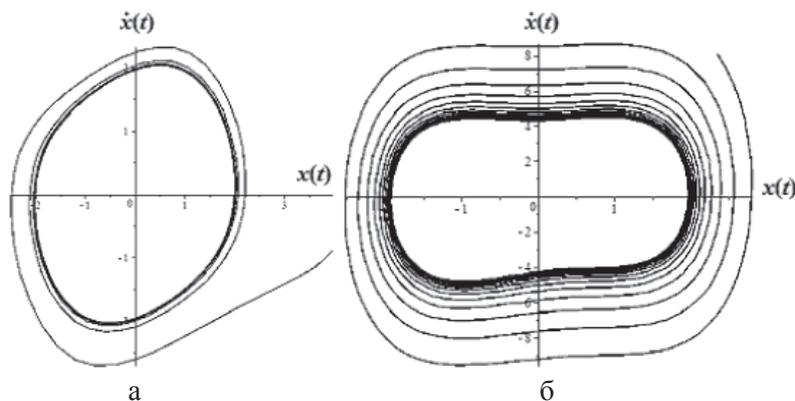


Рис. 3.  
а – фазовая траектория с параметрами  $\zeta = 0,2$  и  $(x_0, y_0) = (3,96323; -0,8901)$ ;  
б – фазовая траектория с параметрами  $\zeta = 4$  и  $(x_0, y_0) = (2,35028; 8,075)$   
для системы Ван-дер-Поля (7)

Рассмотрим случай эрдитарного осциллятора Ван-дер-Поля, характеризующийся несоизмеримой системой (6), в которой  $\alpha = 0,5$ ;  $\beta = 1$  и  $\gamma = 1/10$ :

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = x_2(t), \\ \partial_{0,5}^{0,5} x_2(\tau) = -x_1(t) - \xi(x_1^2(t) - 1)x_2(t). \end{cases} \quad (10)$$

С учетом (8) характеристическое уравнение для системы (10) имеет вид

$$\lambda^{25} - \xi\lambda^{10} + 1 = 0. \quad (11)$$

Пусть управляющий параметр  $\xi = 4$ , тогда два корня,

$\lambda_1 = 1,315220259 + 1,345192828 \cdot 10^{-11} I$   
и  $\lambda_{11} = 0,8832014783 - 2,992970998 \cdot 10^{-10} I$ ,  
характеристического уравнения (11) не удовлетворяют условиям теоремы 2, т.е. выполняется неравенство

$$|\arg(\lambda_{1,11})| < \frac{\pi}{20}.$$

Так как действительные части корней  $\lambda_1$  и  $\lambda_{11}$  положительны, то точка состояния равновесия системы  $E^* = (0, 0)$  является неустойчивым фокусом. Однако фазовая траектория стремится к предельному циклу (рис. 4).

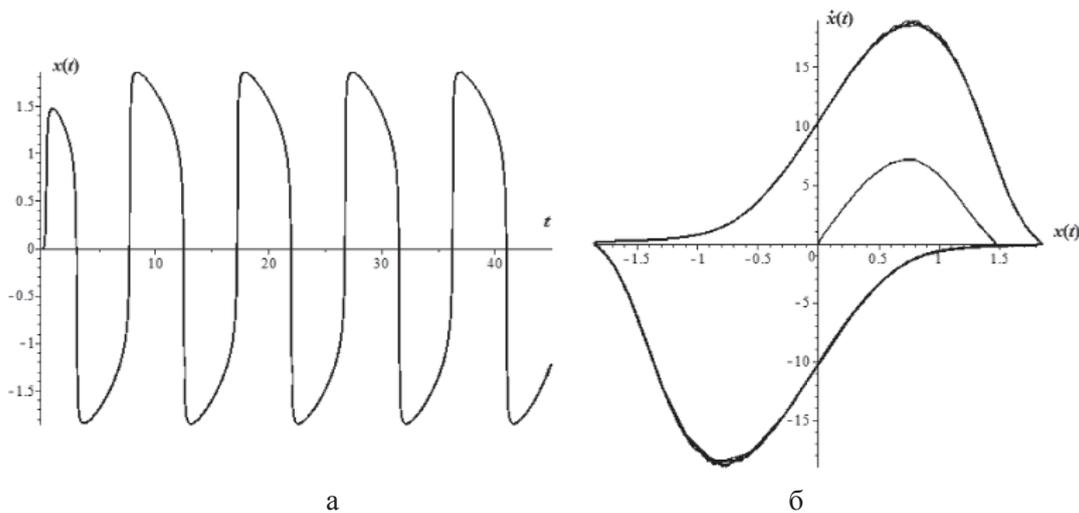


Рис. 4.  
а – осциллограмма; б – фазовая траектория, полученные при  $\xi = 4$  и  $(x_\rho, y_\rho) = (0,0001; 0,0001)$  для системы Ван-дер-Поля (10)

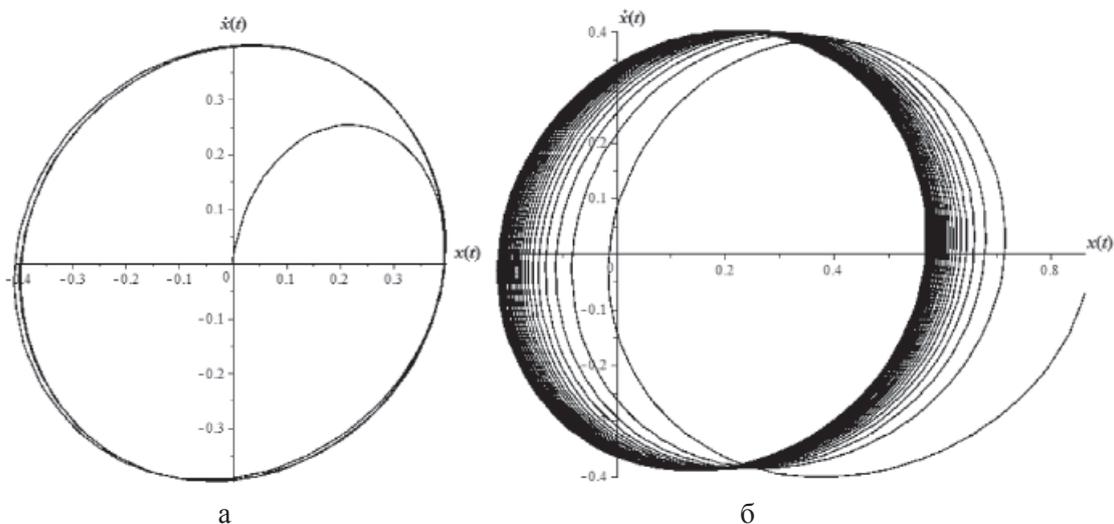


Рис. 5. Фазовая траектория (а) с начальной точкой внутри предельного цикла  $(x_\rho, y_\rho) = (0, 0)$  и фазовая траектория (б) с начальной точкой вне предельного цикла:  $(x_\rho, y_\rho) = (0,862; -0,67)$

Рассмотрим случай, когда в соизмеримой системе (7) действует внешняя периодическая сила:  $f(t) = \delta \sin(\omega t)$ . Система записывается так:

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = x_2(t), \\ \frac{dx_2}{dt} = -x_1(t) - \xi(x_1^2(t) - 1)x_2(t) + \delta \sin(\omega t). \end{cases} \quad (12)$$

В системе (12) положим следующие значения параметров:  $\xi = 0,2$ ;  $\delta = 0,4$ ;  $\omega = t = 1$ . Получим точку равновесия системы  $E^* = (-0,336; 0)$ , которая является неустойчивым фокусом. В случае несоизмеримой системы:  $\alpha = 1,2$  и  $\beta = 0,2$  мы получаем следующее характеристическое уравнение:

$$\lambda^4 - 0,4\lambda^2 + 1 = 0. \quad (13)$$

Все корни уравнения (13) удовлетворяют условию (4), поэтому точка равновесия  $E^*$  асимптотически устойчива. Необходимо заметить, что фазовая траектория выходит на устойчивый предельный цикл (рис. 5).

### Заключение

В работе были рассмотрены вопросы устойчивости нелинейных эрдитарных колебательных систем на примере эрдитарного осциллятора Ван-дер-Поля. С помощью теорем для соизмеримой и несоизмеримых систем были исследованы точки покоя осциллятора Ван-дер-Поля, а также показано, что фазовая траектория выходит на устойчивый предельный цикл.

В продолжении работы имеет определенный интерес исследование вопроса об устойчивости нелинейных эрдитарных осцилляторов с переменными порядками дробных производных [8].

### Список литературы

1. Анищенко В.С., Вадивасова Т.Е. Лекции по нелинейной динамике. – Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2011. – С. 516 с.
2. Гринченко В.Т., Мацыпура В.Т., Снарский А.А. Введение в нелинейную динамику: Хаос и фракталы. – М.: ЛКИ, 2007. – 264 с.
3. Вольтерра В. Теория функционалов, интегральных и интегро-дифференциальных уравнений. – М.: Наука, 1982. – 304 с.
4. Нахушев А.М. Дробное исчисление и его приложение. – М.: Физматлит, 2003. – 272 с.
5. Паровик Р.И. Математическое модель фрактального осциллятора Ван-дер-Поля // Доклады АМАН. – 2015. – Т. 17, № 2. – С. 57–62.
6. Паровик Р.И. Численный анализ некоторых осцилляционных уравнений с производной дробного порядка // Вестник КРАУНЦ. Физико-математические науки. – 2014. – № 2(9). – С. 30–35.

7. Паровик Р.И. Математическое моделирование линейных эрдитарных осцилляторов. – Петропавловск-Камчатский: КамГУ им. Витуса Беринга, 2015. – 178 с.

8. Паровик Р.И. Конечно-разностные схемы для фрактального осциллятора с переменными дробными порядками // Вестник КРАУНЦ. Физико-математические науки. – 2015. – № 2(11). – С. 88–95.

9. Учайкин В.В. Метод дробных производных. – Ульяновск: Артишок, 2008. – 512 с.

10. Шогенов В.Х., Ахкубеков А.А., Ахкубеков Р.А. Метод дробного дифференцирования в теории броуновского движения // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2004. – № 1. – С. 46–50.

11. Petras I. Fractional-Order Nonlinear Systems. Modeling, Analysis and Simulation. – Beijing and Springer-Verlag Berlin Heidelberg: Springer, 2011. – 218 p.

12. Tavazoei M. S., Haeri M. Chaotic attractors in incommensurate fractional order systems // Physica D: Nonlinear Phenomena. – 2008. – Vol. 237, № 20. – P. 2628–2637.

### References

1. Anishhenko V.S., Vadivasova T.E. Lekcii po nelinejnoj dinamike. [Lectures on nonlinear dynamics]. Izhevsk: Regular and Chaotic Dynamics Publ., 2011. 516 p.
2. Grinchenko V.T., Macypura V.T., Snarskij A.A. Vvedenie v nelinejnuju dinamiku: Haos i fraktaly. [Introduction to nonlinear dynamics: Chaos and fractals]. Moscow: LKI, 2007. 264 p.
3. Volterra V. Teorija funkcionalov, integralnyh i integro-differencialnyh uravnenij. [Functional theory, integral and integro-differential equations] Moscow: Nauka, 1982. 304 p.
4. Nahushev A.M. Drobnoe ischislenie i ego prilozhenija. [Fractional Calculus and Its Applications]. Moscow: Fizmatlit, 2003. 272 p.
5. Parovik R.I. Matematicheskoe model fraktalnogo osciljatora Van-der-Polja. Doklady Adygskoj (Cherkesskoj) Mezhdunarodnoj Akademii Nauk [The mathematical model of fractal oscillator Van der Pol] – Reports of the Adyghe (Circassian) International Academy of Sciences, 2015. vol. 17, no. 2, pp. 57–62.
6. Parovik R.I. Numerical analysis some oscillation equations with fractional order derivatives. Bulletin KRASEC. Physical & Mathematical. Sciences, 2014, vol. 9, no. 2, pp. 34–38.
7. Parovik R.I. Matematicheskoe modelirovanie linejnyh jereditarnykh osciljatorov [Mathematical modeling of linear oscillators heredity]. Petropavlovsk-Kamchatskij: Vitus Bering Kamchatka State University Publ., 2015. 178 p.
8. Parovik R.I. Конечно-разностные схемы для фрактального осциллятора с переменными дробными порядками [Finite difference schemes for the oscillator with variable fractal fractional order]. Vestnik KRAUNC. Fiziko-matematicheskie nauki – Bulletin KRASEC. Physical & Mathematical. Sciences. 2015. vol. 11, no. 2, pp. 88–95.
9. Uchajkin V.V. Metoddrobnyhпроизводnyh. [The method of fractional derivatives] Uljanovsk, 2008. 512 p.
10. Shogenov V.H., Ahkubekov A.A., Ahkubekov R.A. Metod drobnogo differencirovanija v teorii brounovskogo dvizhenija. [Fractional differentiation method in the theory of Brownian motion]. Izvestija vysshih uczebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Serija: Estestvennye nauki – Scientific-educational and applied journal. University news North-Caucasian region. Natural sciences series, 2004, no. 1. pp. 46–50.
11. Petras I. Fractional-Order Nonlinear Systems. Modeling, Analysis and Simulation. Beijing and Springer-Verlag Berlin Heidelberg: Springer, 2011. 218 p.
12. Tavazoei M.S., Haeri M. Chaotic attractors in incommensurate fractional order systems. Physica D: Nonlinear Phenomena. 2008. vol. 237, no. 20. pp. 2628–2637.

УДК 51-7/ 519.2

## МЕТОД МОБИЛЬНОЙ КОММУТАЦИИ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ К ДИСКРЕТНЫМ СИСТЕМАМ, КОНФИГУРИРУЕМЫМ НА КРИСТАЛЛАХ

Рябцев В.Г., Шубович А.А.

*Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, e-mail: volgau@volgau.com*

В настоящее время в области автоматики и телемеханики создано достаточно много устройств, использующих принципы построения систем полуавтоматической и автоматической блокировок, диспетчерского контроля и автоматической сигнализации [5]. Например, устройства железнодорожной автоматики и телемеханики повышают пропускную способность железных дорог, обеспечивают безопасность движения поездов и оперативное руководство перевозочным процессом, повышают производительность труда железнодорожников. При изготовлении и ремонте данных устройств необходимо обеспечить коммутацию их контактов к выходам автоматизированных диагностических систем [4]. Недостатком известных методов обеспечения коммутации тестируемых изделий к средствам диагностирования является необходимость применения дополнительных коммутирующих приспособлений, что уменьшает частоту и качество диагностирования. Ещё сложнее тестировать системы, конфигурируемые на кристаллах (CSoC), которые имеют ограниченный доступ к компонентам и применяются в средствах телекоммуникации, интернет-приложениях, сетевых решениях, интеллектуальной аппаратуре, системах промышленной автоматики, контроля и управления и многом другом. Поэтому для инженера по диагностированию остается большое поле деятельности для разработки методов и средств коммутации диагностических систем к объектам диагностирования, обеспечивающих высокую мобильность и высокую частоту передачи тестовых воздействий и фиксирования ответных реакций.

**Ключевые слова:** двоичный вектор, мономатрица, объекты диагностирования, вектор реакции

## METHOD FOR THE MOBILE SWITCHING MEANS OF DIAGNOSING DISCRETE SYSTEMS, CONFIGURABLE ON THE CRYSTALS

Ryabtsev V.G., Shubovich A.A.

*Volgograd State Agrarian University, Volgograd, e-mail: volgau@volgau.com*

Currently in the field of automation and remote control has created quite a lot of devices using the principles of construction of systems of semi-automatic and automatic locks, Supervisory control and automatic alarm [5]. For example, devices of railway automatics and telemechanics increase the capacity of the Railways, ensure the safety of trains and operational management of the transportation process, improve the productivity of railroad workers. In the manufacture and repair of these devices must ensure that their switching contacts to the outputs of the automated diagnostic systems [4]. A disadvantage of the known methods for providing switching products under test to the means of diagnosis is the need for additional switching devices that reduces the frequency and quality of diagnosis. Harder to test system, configurable on chip (CSoC), which have limited access to components and are used in telecommunications, Internet applications, networking solutions, intelligent equipment, industrial automation, control and management, and more. Therefore for the engineer to diagnose remains great scope for developing methods and means of switching of diagnostic systems to diagnostic objects, which provide high mobility and high frequency of transmission of test inputs and recording the responses.

**Keywords:** binary vector, monomial matrix, objects of diagnosis, vector of reactions

В области электроники большое значение имеет коммутация данных, под которой понимается их передача, при которой канал передачи данных может использоваться попеременно для обмена информацией между различными пунктами информационной сети. В частности, при коммутации каналов осуществляется соединение оконечного оборудования данных (ООД) двух или более станций данных и обеспечивается монопольное использование канала передачи данных до тех пор, пока соединение не будет разомкнуто. При этом возможно возникновение ситуации, при которой контакты на одном из каналов, называемом логическим, будут меняться в определенной последовательности. Тогда возникает проблема распознавания данных

сигналов и их изменение на логическом канале для правильного соединения с другим каналом, называемым физическим. Для решения этой проблемы предлагается выполнить операцию идентификации электрических сигналов, представляющих собой вектор воздействий [2, 7]. Этот процесс может быть широко использован при создании больших интегральных схем (БИС), которые содержат встроенную память. В таких устройствах на одном кристалле интегрированы микроконтроллер, память и интерфейсы взаимодействия с внешними компонентами. Преобразования, о которых идет речь, позволяют выполнить однозначную идентификацию бинарных (двоичных) векторов, координаты которых принимают значения 0 или 1. Для выполнения данных

преобразований необходимо разработать математическую модель, учитывая, что данные операции осуществляются на высокой частоте.

Рассмотрим линейное векторное пространство  $L_n$  с системой координат, определяемой базисными векторами  $\vec{e}_1, \vec{e}_2, \dots, \vec{e}_n$ . Тогда любой вектор  $\vec{a} \in L_n$  может быть представлен в виде [1, 3, 6]

$$\vec{a} = a_1\vec{e}_1 + a_2\vec{e}_2 + \dots + a_n\vec{e}_n = \sum_{i=1}^n a_i\vec{e}_i, \quad (1)$$

где  $a_1, a_2, \dots, a_n$  – координаты вектора  $\vec{a}$  в базисе  $\vec{e}_1, \vec{e}_2, \dots, \vec{e}_n$ .

Линейные однородные преобразования позволяют сформировать вектор  $\vec{u} \in L_n$ , координаты которого могут быть записаны в виде [1, 3, 6]

$$\begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \dots \\ u_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} e_{11} & e_{12} & \dots & e_{1n} \\ e_{21} & e_{22} & \dots & e_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ e_{n1} & e_{n2} & \dots & e_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix},$$

или  $U = eA$ . (2)

Рассмотрим и докажем следующее утверждение.

**Теорема 1.** Пусть двоичный вектор  $\vec{a}$  с базисными координатами, определяемыми вектор-столбцом  $D$ , представлен в  $n$ -мерном векторном пространстве  $L_n$  упорядоченными по возрастанию координатами  $A = (a_0, a_1, \dots, a_{n-1})^T$ ,  $a_i = 2^i$ , где  $i = 0, n-1$ . Тогда его можно преобразовать в  $n$ -мерный вектор тестовых воздействий с базисными координатами, определяемыми вектор-столбцом  $D^*$  и координатами  $A^*$ , распределенными в произвольном порядке следующим образом:

$$D^* = MD; A^* = MA, \quad (3)$$

где  $M$  – мономиальная матрица  $n$ -го порядка.

**Доказательство.** От противного. Предположим, что в указанной матрице  $M$  имеется больше одного элемента, отличного от нуля хотя бы в одной из ее строк. Однако координаты двоичного вектора определяются выражением  $a_i = 2^i$ , где  $i = 0, n-1$ . Все данные числа имеют только одну единицу в двоичной системе счисления, а для вычисления всех новых координат применяется аналогичная формула  $a_i^* = 2^i$ . Получено противоречие. Таким образом, для однозначного соответствия координат векторов и физических контактов ОД требуется использовать мономиальную матрицу  $n$ -го порядка.

**Пример расчета 1.** Вектор воздействий, заданный в векторном пространстве  $L_8$ , преобразуется по схеме, изображенной на рис. 1.

8	7	6	5	4	3	2	1	Номера координат
1	0	1	1	0	0	0	1	Исходные значения базисных векторов
128	64	32	16	8	4	2	1	Исходные координаты $a_i$
⇓ по формулам (3)								
8	7	6	5	4	3	2	1	Номера выводов ОД
1	0	0	1	0	0	1	1	Новые значения базисных векторов
32	64	4	1	8	2	128	16	Новые координаты $a_i^*$

Рис. 1. Схема преобразования вектора в пространстве  $L_8$

Новые координаты для приведенного выше примера образуются в результате умножения матрицы  $M$  на вектор-столбец исходных координат:

$$A^* = \begin{pmatrix} a_0^* \\ a_1^* \\ a_2^* \\ a_3^* \\ a_4^* \\ a_5^* \\ a_6^* \\ a_7^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 4 \\ 8 \\ 16 \\ 32 \\ 64 \\ 128 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 16 \\ 128 \\ 2 \\ 8 \\ 1 \\ 4 \\ 64 \\ 32 \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Из теоремы 1 можно сформулировать следствия.

**Следствие 1.1.** Для того чтобы два или более двоичных вектора, суммарная размерность которых равна  $n$ , объединённые операцией конкатенации, были правильно переданы на выводы ОД, достаточно, чтобы векторное пространство тестовых воздействий, поступающих на выводы ОД, имело размерность  $m \geq n$ , а его базисные векторы не соответствовали бы одной и той же координате.

**Следствие 1.2.** Если векторы из векторного пространства  $P$  размерностью  $n$  преобразовать при помощи операций, указанных в теореме 1, и по два вектора, взятых из векторных пространств  $R$  и  $S$  с суммарной размерностью  $n$ , преобразовать при помощи операций, указанных в следствии 1.1, то можно получить матрицу тестовых воздействий, в которой первая строка состоит из базисных векторов первого вектора пространства  $P$ , вторая – из базисных векторов первых преобразованных векторов, взятых из пространств  $R$  и  $S$ , третья – из базисных векторов второго преобразованного вектора пространства  $P$  и т.д.

**Следствие 1.3.** Двоичные векторы размерностью  $s$  меньше, чем число выводов ОД, можно преобразовать с помощью операций, указанных в теореме 1, и его элементы занести в память тестовых воздействий, но тогда сигналы на остальных  $r - s$  выводах ОД будут неопределённые, или им будет присвоено текущее значение соответствующих разрядов буферного блока памяти. Однако применение неопределённых значений сигналов может привести к возникновению необъяснимых отказов ОД или даже к выходу из строя его компонентов. Во избежание этих нежелательных последствий следует перед занесением векторов в память тестовых наборов записать во все разряды буферного блока памяти код нуля. При этом блокируется подача на выводы ОД некорректных воздействий и не выполняется сравнение ответных реакций и эталонных значений по тем выводам, которые не определены в программе теста.

Для описания операции обратной идентификации можно сформулировать и доказать следующее утверждение.

**Теорема 2.** Пусть базисные векторы реакций ОД представлены в  $n$ -мерном векторном пространстве  $L_n$  с произвольным порядком распределения координат  $A^*$  заданного вектор-столбцом  $D^*$ . Тогда часть или все ответные реакции ОД можно преобразовать в  $m$ -мерное векторное пространство для  $m \leq n$  с упорядоченным по возрастанию порядком распределения координат  $A$  и базисными координатами, заданными вектор-столбцом  $D$  следующим образом:

$$D = C_m D^*; A = C_m A^*, \quad (5)$$

где  $C_m$  – матрица, состоящая из  $m$  первых строк матрицы  $M^{-1}$ ;  $M^{-1}$  – матрица, обратная матрице  $M$ ;  $C_m = M^{-1}$  при  $m = n$ .

**Доказательство.** Для определения  $m$ -мерного векторного пространства достаточно  $m$  координат, которые определяются из координат векторного пространства  $L_n$  с помощью мономатрицы размера  $m$ -го порядка, следовательно, остальные элементы  $(n - m)$  столбцов матрицы  $C_m$  могут принимать только значение 0. Для обеспечения однозначности преобразований векторов из  $m$ -мерного векторного пространства в  $n$ -мерное пространство и обратно для  $n = m$  необходимо обеспечить соблюдение условия, при котором произведение матриц  $MC_m$  является единичной матрицей [1, 3].

Из теоремы 2 можно получить следствие.

**Следствие 2.1.** При  $n = m$  все координаты векторного пространства  $L_n$  преобразуются в упорядоченные координаты  $A$  и образуется вектор реакций со всех контактов ОД.

**Пример расчета 2.** Сформировать упорядоченный вектор реакции, зафиксированный на всех контактах ОД, приведенных на рис. 1.

Создадим матрицу  $M^{-1}$ , обратную матрице  $M$  по приведенной на рис. 2 схеме.

Исходные координаты для приведенного выше примера образуются в результате умножения матрицы  $M^{-1}$  на вектор-столбец новых координат:

$$A = M^{-1} A^* = \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ a_5 \\ a_6 \\ a_7 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 16 \\ 128 \\ 2 \\ 8 \\ 1 \\ 4 \\ 64 \\ 32 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 4 \\ 8 \\ 16 \\ 32 \\ 64 \\ 128 \end{pmatrix}. \quad (6)$$

$$(M|E_8) = \left( \begin{array}{cccccccc|cccccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right) \sim \left( \begin{array}{cccccccc|cccccccc} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right) = (E_8|M^{-1}).$$

Рис. 2. Схема определения обратной матрицы  $M^{-1}$

Значения базисных векторов определяются следующим равенством:

$$D = M^{-1} * D = \left( \begin{array}{cccccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right) \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}. \tag{7}$$

Полученные координаты и базисные векторы соответствуют исходным данным на рис. 1.

В качестве основного теоретического результата как важный частный случай можно записать следующее утверждение, а также следствия для практического применения.

**Теорема 3.** Однозначная идентификация двоичных векторов  $n$ -мерного векторного пространства  $L_n$  с упорядоченным по возрастанию порядком распределения координат  $a_i = 2^i$ , где  $i = 0, n-1$  и соответствующих им  $n$  терминальных выводов ОД, расположенных в произвольном порядке, возможна тогда и только тогда, когда координаты и базисные векторы преобразуются следующим образом:

$$\begin{aligned} D^* &= MD \Leftrightarrow D = M^{-1}D^*; \\ A^* &= MA \Leftrightarrow A = M^{-1}A^*, \end{aligned} \tag{8}$$

где  $M$  – мономиальная матрица  $n$ -го порядка, которая применяется для преобразова-

ния векторов из одного пространства в другое;  $D$  – вектор-столбец координат.

Доказательство очевидно, так как это частный случай теорем 1 и 2.

**Следствие 3.1.** После выполнения поразрядного сравнения ответных реакций ОД и эталонных значений и полученных результатов диагностирования в векторном пространстве  $L_m$  можно преобразовать в векторное пространство  $L_n$  и в упорядоченном виде передать в компьютер или на экран монитора в удобной для восприятия форме для последующей обработки.

**Следствие 3.2.** Векторы воздействий, искаженные неисправностями константного типа, возникшими на входных контактах ОД (замыкания контактов на общую шину или шину питания), можно зафиксировать в векторном пространстве  $L_m$ , преобразовать в векторное пространство  $L_n$  и использовать для формирования соответствующих диагностических сообщений.

Для хранения тестовых векторов в структуре формирователя детермированных тестов предусмотрены запоминающие устройства трех типов: Mb, Mm, Mc.

Запись тестовых наборов в память каналов из буферных блоков  $BMb$ ,  $BMm$ ,  $BMc$  осуществляется согласно выражению

$$\forall s, \quad s = \overline{0, (p-1)} [Mb(s) := BMb(s); Mm(s) := BMm(s); MC(s) := BMc(s)],$$

где  $s$  – код адреса буферных блоков памяти и памяти каналов, который задается регистром  $RON_k$ ;  $p$  – число разрядов данных буферных блоков памяти.

Запись динамического сегмента тестов в память каналов выполняется следующим образом:

$$\forall j, k \quad [Mm_j(A_q + k) := m_i^k], \quad i = \overline{0, D_m - 1}; \quad j = \overline{idn(L_m), idt(L_m + D_m - 1)};$$

$$\forall j, k \quad [Mb_j(A_q + k) := b_i^k], \quad i = \overline{0, D_b - 1}; \quad j = \overline{idn(L_b), idt(L_b + D_b - 1)};$$

$$\forall j, k \quad [Mc_j(A_q + k) := c_i^k], \quad i = \overline{0, D_c - 1}; \quad j = \overline{idn(L_c), idt(L_c + D_c - 1)};$$

$$Mm_j \in RAM_m; \quad m_i^k \in M_k; \quad b_i^k \in B_k; \quad Mb_j \in RAM_b; \quad c_i^k \in C_k; \quad Mc_j \in RAM_c,$$

где  $A_q$  – адрес начального воздействия;  $k = \overline{0, t-1}$  – номер текущего такта диагностирования;  $t$  – общее число тестовых наборов;  $L_m$  – начальный номер вектора,  $L_{mi}$  – длина вектора;  $idn$  – операция идентификации координат векторов и номеров физических контактов ОД, выполняемая с учетом положений, указанных в теореме 3.

В результате выполнения указанных выше операций формируется прямоугольная матрица тестовых воздействий:

$$RAM = \begin{bmatrix} RAM_m(A_q) & RAM_m(A_q + 1) & \dots & RAM_m(A_q + t - 1) \\ RAM_b(A_q) & RAM_b(A_q + 1) & \dots & RAM_b(A_q + t - 1) \\ RAM_c(A_q) & RAM_c(A_q + 1) & \dots & RAM_c(A_q + t - 1) \end{bmatrix}.$$

Использование кортежа векторов дает возможность представлять многоразрядные шины в виде булевых векторов с последующей их арифметической и логической обработкой.

Результаты теоретического исследования позволяют спроектировать мультипроцессорный векторный преобразователь, обеспечивающий выполнение указанных преобразований за один период сигнала синхронизации.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект 16-08-00393).*

### Список литературы

1. Аквис М.А. Тензорное исчисление / М.А. Аквис, В.В. Гольдберг. – М.: Наука, 1969. – 352 с.
2. Борисенко А.А., Рябцев В.Г., Чернышев В.А., Шамарин А.Ф. Метод повышения производительности системы диагностирования цифровых блоков // Опыт разработки и внедрения технических и программных средств СМ ЭВМ и АСВТПС. – Северодонецк: НПО «Импульс», 1986. – С. 142–143.
3. Борисенко А.И. Векторный анализ и начала тензорного исчисления / А.И. Борисенко, И.Е. Тарапов. – М.: Наука, 1978. – 216 с.
4. Кондрагьева Л.А. Устройства железнодорожной автоматики и телемеханики: учебник для техникумов ж.-д. трансп. – М.: Транспорт, 1983. – 232 с.
5. Патент РФ № 2011133105/08, 05.08.2011. Капустин А.Н. Устройство коммутации // Патент России № 2485679. 2013. Бюл. № 17.

6. Дискант В.И. Збірник задач з лінійної алгебри та аналітичної геометрії / В.И. Дискант, Л.Р. Береза, О.П. Грижук, Л.М. Захаренко. – К.: Вища шк., 2001. – 303 с.

7. Kolpakov I.A., Ryabtsev V.G. Operations of transformation of vectors influences coordinates at diagnosing modern digital system // Proceedings of East-West Design & Test Workshop. Yalta, Alushta, Crimea, Ukraine, September 23-26, 2004. Kharkov: Kharkov National University of Radioelectronics, 2004. – P. 217–219.

### References

1. Akivis M.A. Tenzornoe ischislenie / M.A. Akivis, V.V. Goldberg. M.: Nauka, 1969. 352 p.
2. Borisenko A.A., Ryabcev V.G., Chernyshev V.A., SHamarin A.F. Metod povysheniya proizvoditelnosti sistemy diagnostirovaniya cifrovyyh blokov // Opyt razrabotki i vnedreniya tehnikeskikh i programmnykh sredstv SM YeVM i ASVTPS. Severodoneck: NPO «Impuls», 1986. pp. 142–143.
3. Borisenko A.I. Vektorny analiz i nachala tenzornogo ischisleniya / A.I. Borisenko, I.E. Tarapov. M.: Nauka, 1978. 216 p.
4. Kondrateva L.A. Ustroistva zheleznodorozhnoi avtomatiki i telemechaniki [Devices of railway automatics and telemechanics]. uchebnik dlja tehnikumovzh.-d. трансп. – M.: Transport, 1983. 232 p.
5. Patent RF no. 2011133105/08, 05.08.2011. Kapustin A.N. Ustroistvo kommutacii [The commutation device] // Patent Rossii no. 2485679. 2013. Byul. no. 17.
6. Diskant V.I. Sbornik zadach po lineinoi algebre i analiticheskoi geometrii / V.I. Diskant, L.R. Bereza, O.P. Grizhuk, L.M. Zaharenko. K.: Vyssh shk., 2001. 303 p.
7. Kolpakov I.A., Ryabtsev V.G. Operations of transformation of vectors influences coordinates at diagnosing modern digital system // Proceedings of East-West Design & Test Workshop. Yalta, Alushta, Crimea, Ukraine, September 23–26, 2004. Kharkov: Kharkov National University of Radioelectronics, 2004. pp. 217–219.

УДК 544.08:620.1

## ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПОНИРОВАНИЯ НА СТАРЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ С ЗАЩИТНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

<sup>1</sup>Старцев О.В., <sup>1</sup>Молоков М.В., <sup>1</sup>Махоньков А.Ю., <sup>2</sup>Ерофеев В.Т., <sup>2</sup>Гудожников С.С.

<sup>1</sup>ФГУП «Всероссийский институт авиационных материалов» ГНЦ РФ,  
Москва, e-mail: startsevov@gmail.com;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»,  
Саранск, e-mail: yerofeevvt@mail.ru

Исследована эффективность защитных эпоксидных покрытий на изменение предела прочности и модуля упругости при изгибе 7 пород древесины при экспонировании в условиях умеренно теплого морского климата Геленджика. Показатели механических свойств древесины без защиты поверхности после натурального экспонирования существенно понижаются. Эффект снижения механических показателей зависит от продолжительности и условий экспонирования. Полимерные покрытия препятствуют климатическому старению древесины. Использование покрытий на основе эпоксидной смолы ЭД-20 с различными отвердителями и биоцидной добавкой после 12 месяцев экспонирования позволило сохранить среднюю прочность при изгибе на уровне не менее 92%, а в ряде случаев даже увеличить ее до 10%. Еще заметнее эффект защитного воздействия покрытий проявляется по изменению модуля Юнга при изгибе. Этот показатель для образцов с защитными покрытиями увеличился на 10–20% на различных этапах экспонирования. Причинами эффективности защиты является уменьшение предельного влагосодержания в защищенной древесине и доотверждение эпоксидных покрытий.

**Ключевые слова:** древесина, предел прочности при изгибе, модуль упругости, эпоксидное покрытие, доотверждение, влагонасыщение

## THE INFLUENCE OF NATURAL EXPOSURE CONDITIONS ON WEATHERING OF WOOD WITH PROTECTIVE COATINGS

<sup>1</sup>Startsev O.V., <sup>1</sup>Molokov M.V., <sup>1</sup>Makhonkov A.Y., <sup>2</sup>Erofeev V.T., <sup>2</sup>Gudozhnikov S.S.

<sup>1</sup>All-Russian Scientific-Research Institute of Aviation Materials, Moscow, e-mail: startsevov@gmail.com;

<sup>2</sup>Ogarev Mordovia State University, Saransk, e-mail: yerofeevvt@mail.ru

The protection properties of epoxy coatings on seven wood species were estimated after exposure to Gelendzhik maritime climate. The mechanical properties (flexural modulus and strength) of woods without surface protection significantly decreased after natural weathering. The decrease of mechanical properties is dependent on the exposure length and exposure conditions. The polymer coatings inhibit weathering of wood. The application of coatings based on ED-20 epoxy resin with different curatives and biocides provides good protection properties: after 12 month of natural exposure the mean flexural strength was 92% of the unexposed samples' flexural strength, while in some cases flexural strength even increased by 10%. Flexural modulus is highly affected by application of protective coatings: there was a 10–20% increase during the natural exposure. The protection is based on the decrease of maximum moisture content of wood and post cure of epoxy coatings.

**Keywords:** wood, flexural modulus, flexural strength, epoxy coating, post cure, moisture absorption

Древесина относится к одному из весьма распространенных строительных материалов. Высокая прочность и упругость древесины сочетается с малой плотностью, низкой теплопроводностью, высокой морозостойкостью, легкой обрабатываемостью. Вместе с тем древесина имеет ряд недостатков, которые ограничивают ее область применения в строительстве. Одним из таких недостатков является гигроскопичность и, как следствие, влажностные деформации, загниваемость и возгораемость. Путем применения различных технологических мероприятий указанные недостатки легко устраняются. Для обоснования применения древесных конструкционных и декоративных элементов в открытых климатических условиях необходимы достоверные сведения о способности древесины сохранять

показатели механических свойств в процессе климатического старения. При обработке древесины полимерными системами получают модифицированные материалы с повышенными значениями плотности, прочности, твердости, ударной вязкости. Для модификации древесины применяются фенолформальдегидные, фурановые, полиэфирные, эпоксидные и другие синтетические смолы [1–3]. Полимерные смолы и используемые для отверждения и стабилизации низкомолекулярные компоненты проникают в поверхностные слои дерева и полимеризуются в них. Древесина выполняет роль арматуры, а ее поры, капилляры заполняются полимером. В результате модификации полимерами получается древесина с улучшенными свойствами, с сохранением внешнего вида натурального дерева

и с повышенной стойкостью к воздействию влажности, солнечной радиации, воздействию бактерий, грибковой плесени и других агрессивных факторов [14].

Получению конструкционных материалов на основе древесины с биоцидными свойствами для строительного назначения повышенной долговечности в условиях климатических воздействий уделяется повышенное внимание [7, 21, 22, 23]. Несмотря на широкое распространение полимерных композиционных материалов на основе полимерных связующих [1–4, 6, 8–10, 12, 13, 16, 18], разработка древесных пластиков, устойчивых к климатическому воздействию, является актуальной задачей и требует исследования закономерностей их климатического старения.

**Целью настоящей работы** является исследование влияния защитных покрытий на климатическую стойкость древесины при экспонировании в условиях умеренно теплого морского климата Геленджика.

Объектами исследования выбраны следующие породы древесины: ясень, береза бородавчатая, сосна обыкновенная, дуб черешчатый, липа, клен, осина. Для защиты древесины от климатического воздействия использовали полимерные покрытия на основе эпоксидной смолы ЭД-20. Составы использованных покрытий подробно рассмотрены в [14].

Экспонирование древесины проводилось на открытой площадке Геленджикского центра климатических испытаний ВИАМ [4–8, 13], с суммарным воздействием факторов умеренно теплого климата и под навесом, где отсутствуют осадки и прямые солнечные лучи.

Исследование влияния условий экспонирования на развитие процессов климатического старения древесины без покрытия и с модифицирующими полимерными системами с помощью измерения предела прочности древесины, определения предельного влагонасыщения и коэффициента диффузии влаги, а также с помощью методов динамической механической спектрометрии (ДМС) в исходном состоянии и после различных условий экспозиции.

Для определения предела прочности  $\sigma_{\text{вн}}$  и модуля упругости  $E$  с помощью трехточечного изгиба были выполнены измерения 5 параллельных образцов древесины каждой породы (без защиты и с защитными покрытиями).

Эффективными методами исследования физических свойств древесины и материалов на ее основе являются методы динамической механической спектрометрии (ДМС) [16, 3, 24]. Этими методами полу-

чают информацию о релаксационных переходах при проявлении локальной и сегментальной подвижности цепей макромолекул целлюлозы, стеклования ее аморфной части, пластификацию влагой лигнина и гемицеллюлоз, плавление кристаллитов целлюлозы [3, 19]. Релаксационные механические спектры чувствительны к составу и присутствию модификаторов, технологическим режимам переработки, присутствию влаги. Методы ДМС информативны при исследовании механизмов старения [4, 5, 6, 8, 11, 15, 17, 25] и позволяют измерять такие показатели физических свойств, которые бы не зависели от неоднородностей строения и морфологии древесины. Такими показателями являются температуры стеклования  $T_g$  лигниноцеллюлозного комплекса и модифицирующих полимерных систем. В работе [14] представлена методика определения  $T_g$  древесины и ее защитных покрытий по температурам минимума производной динамического модуля сдвига  $dG'/dT$  и максимума динамического модуля потерь  $G''$  в главной релаксационной области.

ДМС-измерения в настоящей работе проведены с помощью обратного крутильного маятника, рассмотренного в [19]. Для повышения оперативности и чувствительности измерений маятник был оснащен автоматизированными системами регулирования температуры, контроля и обработки параметров затухающих колебаний. Измерения динамических механических характеристик выполнялись в температурном интервале 25–230 °С. Точность поддержания температуры составила 0,5 °С, абсолютное значение начальной амплитуды раскачки < 1°, скорость изменения температуры в камере 1 °С/мин. Относительная погрешность определения динамического модуля сдвига < 2%.

Результаты экспериментальных исследований и их обсуждение

Измерениями установлено, что после нанесения эпоксидных полимерных пленок на поверхность образцов во всех исследованных породах древесины происходит снижение предела прочности  $\sigma_{\text{вн}}$  и модуля упругости  $E$  (табл. 1). Возможной причиной такого уменьшения является вклад покрытий в увеличение толщины образцов. Для параллельных образцов характерен разброс показателей механических свойств на уровне 15–25%, обусловленный особенностями текстуры. Разнообразие размеров и взаимного расположения сосудов, сердцевинных лучей, древесных волокон и других анатомических элементов является причиной таких значительных различий в значениях  $\sigma_{\text{вн}}$  и  $E$  для образцов, вырезанных даже из близко расположенных участков пластины.

**Таблица 1**

Влияние полимерных покрытий на величину предела прочности, МПа (числитель) и модуля Юнга при изгибе, ГПа (знаменатель)

Состав защитного покрытия	Предел прочности, МПа (числитель) и модуль Юнга при изгибе, ГПа (знаменатель) для древесины различных пород						
	Береза	Дуб	Клен	Липа	Ясень	Осина	Сосна
Без защиты	197/15	157/13	156/12	101/10	115/7,0	107/10	120/11
ЭД-20 + АФ-2	125/6,5	126/5,8	112/4,4	82/3,9	99/4,1	119/5,9	64/2,9
ЭД-20 + ПЭПА	164/6,1	115/4,6	90/4,8	88/4,3	119/5,9	112/5,2	55/3,9
ЭД-20 + ПЭПА + Тефлекс	129/5,7	100/5,1	102/4,8	83/4,6	75/3,5	90/4,4	65/3,8

**Таблица 2**

Влияние условий и продолжительности экспонирования на усредненные показатели механических свойств семи пород древесины

Продолжительность климатического старения, месяцы	Условия экспонирования	Усредненные показатели механических свойств семи пород древесины*	
		Предел прочности при изгибе $\sigma_{\text{вн}}$ , МПа	Модуль Юнга при изгибе $E$ , ГПа
0	Исходное состояние	136/100	11,1/100
1	Атмосферный стенд	131/96	8,7/78
	Навес	135/99	9,3/84
3	Атмосферный стенд	110/81	6,1/55
	Навес	118/87	7,5/68
6	Атмосферный стенд	91/67	5,6/51
	Навес	104/76	6,8/61
12	Атмосферный стенд	102/75	5,4/49

Примечание. \* числитель – абсолютное значение, знаменатель – процент от исходного значения.

Показатели механических свойств древесины без защиты поверхности при натурном экспонировании существенно понижаются. В табл. 2 показано, что эффект снижения механических показателей зависит от продолжительности старения.

Например, после 6 месяцев экспонирования на открытом атмосферном стенде предел прочности при изгибе уменьшается на 33%, а модуль Юнга на 49%. Эффект снижения механических показателей зависит также от условий экспонирования. Образцы при выдержке под навесом изолированы от воздействия атмосферных осадков и прямой солнечной радиации. Температура образцов под навесом мало отличается от температуры воздуха, тогда как на открытом атмосферном стенде перегрев образцов в солнечные дни достигает 20–30 °С [13]. По этой причине умеренно теплый микроклимат под навесом менее агрессивен, чем в условиях открытой атмосферы. Под воздействием этих условий механические показатели древесины уменьшаются в меньшей степени. Для сравнения, после 6 месяцев экспонирования под навесом

средний предел прочности при изгибе для 7 пород древесины уменьшается на 24%, а модуль Юнга на 39%.

Результаты аналогичных измерений защищенных образцов представлены в табл. 3–5. Установлено, что полимерные покрытия препятствуют климатическому старению древесины. Использование покрытий на основе эпоксидной смолы ЭД-20 с различными отвердителями и биоцидной добавкой после 12 месяцев экспонирования позволило сохранить среднюю прочность при изгибе на уровне не менее 92%, а в ряде случаев даже увеличить ее до 10%. Еще заметнее положительный эффект проявляется по изменению модуля Юнга при изгибе. Этот показатель увеличился на 10–20% после 1, 3, 6, 12 месяцев по сравнению с аналогичными значениями в исходном состоянии.

Возможной причиной эффективности защиты является уменьшение предельного влагосодержания в древесине с нанесенными покрытиями. Для всех пород древесины на стадии предварительной сушки было установлено [16], что влагосодержание в присутствии покрытия уменьшается на

30–50%. Среднее предельное влагонасыщение древесины с защитными полимерными покрытиями в исходном состоянии и после

экспонирования на открытом атмосферном стенде также уменьшается на 20–30% (табл. 6).

Таблица 3

Влияние условий и продолжительности экспонирования на усредненные показатели механических свойств древесины с покрытием ЭД-20 + АФ-2

Продолжительность климатического старения, месяцы	Условия экспонирования	Усредненные показатели механических свойств древесины, защищенной системой ЭД-20 + АФ-2*	
		Предел прочности при изгибе $\sigma_{вн}$ , МПа	Модуль Юнга при изгибе $E$ , ГПа
0	Исходное состояние	104/100	4,8/100
1	Атмосферный стенд	108/104	5,8/121
	Навес	106/102	5,6/117
3	Атмосферный стенд	102/98	5,2/108
	Навес	103/99	5,6/117
6	Атмосферный стенд	91,5/88	4,9/102
	Навес	92,2/89	5,2/108
12	Атмосферный стенд	102/98	5,7/119

Примечание. \* числитель – абсолютное значение, знаменатель – процент от исходного состояния.

Таблица 4

Влияние условий и продолжительности экспонирования на усредненные показатели механических свойств древесины с покрытием ЭД-20 + ПЭПА

Продолжительность климатического старения, месяцы	Условия экспонирования	Усредненные показатели механических свойств древесины, защищенной системой ЭД-20 + ПЭПА*	
		Предел прочности при изгибе $\sigma_{вн}$ , МПа	Модуль Юнга при изгибе $E$ , ГПа
0	Исходное состояние	106/100	5,0/100
1	Атмосферный стенд	116/109	6,5/130
	Навес	104/96	5,8/116
3	Атмосферный стенд	108/102	6,1/122
	Навес	104/96	5,4/108
6	Атмосферный стенд	100/94	5,7/114
	Навес	98/93	5,4/108
12	Атмосферный стенд	98,5/93	5,6/112

Примечание. \* числитель – абсолютное значение, знаменатель – процент от исходного состояния.

Возрастание модуля Юнга защищенной древесины после различных сроков экспонирования в натуральных климатических условиях можно объяснить доотверждением эпоксидных покрытий по данным ДМС. На рисунке показан пример увеличения температуры стеклования покрытия ЭД-20 + АФ-2, нанесенного на образцы липы, в области перехода из стеклообразного в высокоэластическое состояние после экспонирования на открытом атмосферном стенде и под навесом. Атмосферная влага является катализатором доотверждения по

молекулярному механизму, ранее рассмотренному в [4, 15, 17, 25].

Ранее было показано [1], что значения температур стеклования полимерных покрытий в исходном состоянии определяются их химическим составом и находятся в интервале от 40 до 55 °С. Исследованные системы древесины – полимерное покрытие по характеру молекулярного движения подчиняются правилу простой смеси, так как порода древесины не влияет на температуры стеклования отвержденных смол с конкретным набором отвердителей и модификаторов.

**Таблица 5**

Влияние условий и продолжительности экспонирования на усредненные показатели механических свойств древесины с покрытием ЭД-20 + ПЭПА + Тефлекс

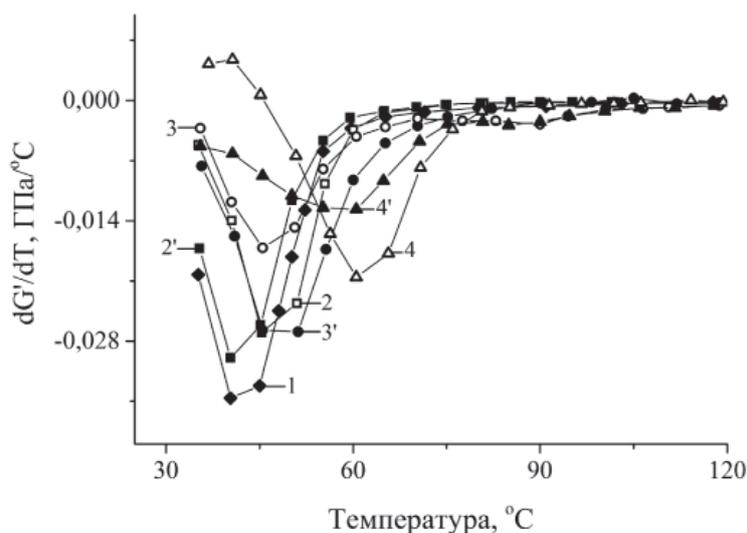
Продолжительность климатического старения, месяцы	Условия экспонирования	Показатели древесины, защищенной системой ЭД-20 + ПЭПА + Тефлекс*	
		Предел прочности при изгибе $\sigma_{\text{вн}}$ , МПа	Модуль Юнга при изгибе $E$ , ГПа
0	Исходное состояние	92/100	4,6/100
1	Атмосферный стенд	102/108	4,9/107
	Навес	100/111	5,5/120
3	Атмосферный стенд	88/96	5,4/117
	Навес	89/97	4,8/104
6	Атмосферный стенд	85/92	5,1/111
	Навес	86//93	4,7/102
12	Атмосферный стенд	91/99	5,4/117

Примечание. \* числитель – абсолютное значение, знаменатель – процент от исходного состояния.

**Таблица 6**

Среднее предельное влагонасыщение семи пород древесины без защиты и с защитными полимерными покрытиями в исходном состоянии и после 6 месяцев экспонирования на открытом атмосферном стенде

Состав защитного покрытия	Предельное влагонасыщение, %	
	в исходном состоянии	после 6 месяцев экспонирования на открытом атмосферном стенде
Древесина без покрытий	20,4	18,9
ЭД-20 + АФ-2	14,1	13,0
ЭД-20 + ПЭПА	14,2	13,8
ЭД-20 + ПЭПА + Тефлекс	16,8	15,9



Зависимости  $dG/dT$  древесины липы в области перехода из стеклообразного в высокоэластическое состояние покрытия на основе смолы ЭД-20 и отвердителя АФ-2 в исходном состоянии (1) и после экспонирования в течение 1 месяца (2, 2'), 3 месяцев (3, 3'), 6 месяцев (4, 4') под навесом (2, 3, 4) и на открытом атмосферном стенде (2', 3', 4')

Для образцов древесины, изготовленных из одной породы и покрытых одинаковой модифицирующей системой, наблюдается рост температуры стеклования с увеличением времени экспозиции на открытом атмосферном стенде и под навесом. Для динамического модуля потерь с течением времени экспозиции наблюдается снижение абсолютных значений этого показателя, что является признаком уменьшения эластичности эпокисоединений из-за происходящих под воздействием внешней среды реакций доотверждения [4, 14].

После 12 месяцев экспозиции в открытых климатических условиях для всех покрытий наблюдается возрастание температуры стеклования от 42–53 до 68–70 °С. Типичный пример представлен в табл. 7 для трех покрытий, нанесенных на образцы древесины липы, экспонированной на открытом атмосферном стенде в течение 12 месяцев.

хранить среднюю прочность при изгибе на уровне не менее 92 %, а в ряде случаев даже увеличить ее до 10 %. Еще заметнее эффект защитного воздействия покрытий проявляется по изменению модуля Юнга при изгибе. Этот показатель для образцов с защитными покрытиями увеличился на 10–20 % на различных этапах экспонирования.

Возможной причиной эффективности защиты является уменьшение предельного влагосодержания в древесине, защищенной покрытиями.

Возрастание модуля Юнга защищенной древесины после различных сроков экспонирования в натуральных климатических условиях обусловлено доотверждением эпоксидных покрытий. Для образцов древесины, изготовленных из одной породы и покрытых одинаковой модифицирующей системой, наблюдается рост температуры стеклования покрытия с увеличением времени экспозиции на открытом атмосферном стенде и под навесом.

Таблица 7

Влияние продолжительности экспонирования образцов липы с защитными полимерными покрытиями на температуру стеклования покрытий

Состав защитного покрытия	Температура стеклования защитного покрытия ( $T_g$ , °С) после экспонирования на открытом атмосферном стенде в течение, мес.				
	0	1	3	6	12
ЭД-20 + АФ-2	42,3	42,6	48	58	69,5
ЭД-20 + ПЭПА	53,8	54,6	55,0	59,6	68,4
ЭД-20 + ПЭПА + Тефлекс	48,7	52,3	54,8	56,5	68,1

### Заключение

Измерениями установлено, что после нанесения на поверхность образцов эпоксидных полимерных пленок во всех исследованных породах древесины происходит снижение предела прочности и модуля упругости при изгибе. Возможной причиной такого уменьшения является вклад покрытий в увеличение толщины образцов.

Показатели механических свойств древесины без защиты поверхности при натурном экспонировании в условиях умеренно теплого климата Геленджика существенно понижаются. Эффект снижения механических показателей зависит от продолжительности и условий экспонирования.

Полимерные покрытия препятствуют климатическому старению древесины. Использование покрытий на основе эпоксидной смолы ЭД-20 с различными отвердителями и биоцидной добавкой после 12 месяцев экспонирования позволило со-

*Работа выполнена в рамках гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 13-08-12097 «Исследование механизмов климатического старения и биодеструкции полимерных композитов на основе древесины методами динамической механической спектроскопии».*

### Список литературы

1. Бобрышев А.Н., Ерофеев В.Т., Козомазов В.Н. Полимерные композиционные материалы: учебное пособие. – М.: АСВ, 2013. – 480 с.
2. Бобрышев А.Н., Ерофеев В.Т., Козомазов В.Н. Физика и синергетика дисперсно-неупорядоченных конденсированных композитных систем. – СПб.: Наука, 2012. – 476 с.
3. Ерофеев В.Т., Соколова Ю.А., Богатов А.Д. и др. Эпоксидные полимербетоны, модифицированные нефтяными битумами, каменноугольной и карбамидными смолами и аминопроизводными соединениями / под общ. ред. Ю.А. Соколовой и В.Т. Ерофеева. – М.: Палеотип, 2008. – 244 с.
4. Каблов Е.Н., Старцев О.В., Кротов А.С., Кириллов В.Н. Климатическое старение композиционных материалов авиационного назначения. I. Механизмы старения // Деформация и разрушение материалов. – 2010. – № 11. – С. 19–26.

5. Каблов Е.Н., Старцев О.В., Кротов А.С., Кириллов В.Н. Климатическое старение композиционных материалов авиационного назначения. II. Релаксация исходной структурной неравновесности и градиент свойств по толщине // Деформация и разрушение материалов. – 2010. – № 12. – С. 40–46.
6. Каблов Е.Н., Старцев О.В., Кротов А.С., Кириллов В.Н. Климатическое старение композиционных материалов авиационного назначения. III. Значимые факторы старения // Деформация и разрушение материалов, 2011. – № 1. – С. 34–40.
7. Каблов Е.Н., Старцев О.В., Медведев И.М., Панин С.В. Коррозионная агрессивность приморской атмосферы. ч. 1. факторы влияния (обзор) // Коррозия: материалы, защита, 2013. – № 12. – С. 6–18.
8. Кириллов В.Н., Вапиров Ю.М., Дрозд Е.А. Исследование атмосферной стойкости полимерных композитных материалов в условиях атмосферы теплого влажного и умеренно теплого климата // Авиационные материалы и технологии. – 2012. – № 4. – С. 31–38.
9. Мелехина М.И., Кавун Н.С., Ракитина В.П. Эпоксидные стеклопластики с улучшенной влаго- и водостойкостью // Авиационные материалы и технологии. – 2013. – № 2. – С. 29–31.
10. Николаев Е.В., Кириллов В.Н., Скирта А.А., Гращенко Д.В. Исследование закономерностей влагопереноса и разработка стандарта по определению коэффициента диффузии и предельного влагосодержания для оценки механических свойств углепластиков // Авиационные материалы и технологии. – 2013. – № 3. – С. 44–48.
11. Офицерова М.Г., Хольшева Н.В., Новикова Т.А., Панин С.В., Конкина В.Н. Атмосферное старение лакокрасочных покрытий в умеренно теплом приморском климате г. Геленджика // Авиационные материалы и технологии. – 2008. – № 2. – С. 27–31.
12. Панин С.В., Старцев О.В., Кротов А.С. Диагностика начальной стадии климатического старения ПКМ по изменению коэффициента диффузии влаги // Труды ВИАМ. – 2014. – № 7. – Ст. 06 (viam-works.ru).
13. Старцев О.В., Медведев И.М., Кротов А.С., Панин С.В. Зависимость температуры поверхности образцов от характеристик климата при экспозиции в натуральных условиях // Коррозия: материалы, защита. – 2013. – № 7. – С. 43–47.
14. Старцев О.В., Махоньков А.Ю., Молоков М.В., Ерофеев В.Т., Гудожников С.С. Исследование молекулярной подвижности и температуры стеклования полимерных композитов на основе древесины методами динамической механической спектроскопии // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5. – Ч. 6. – С. 1177–1182.
15. Старцев О.В., Прокопенко К.О., Литвинов А.А., Кротов А.С., Аниховская Л.И., Дементьева Л.А. Исследование термовлажного старения авиационного стеклопластика // Герметики, клеи, технологии. – 2009. – № 8. – С. 18–22.
16. Старцев О.В., Фролов А.С., Махоньков А.Ю., Ерофеев В.Т., Гудожников С.С., Кротов А.С. Оценка параметров влагопереноса полимерных композитов на основе древесины на стадии предварительной сушки // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5 – Ч. 6. – С. 1183–1186.
17. Старцев О.В., Аниховская Л.И., Литвинов А.А., Кротов А.С. Повышение достоверности прогнозирования свойств полимерных композитных материалов при термовлажностном старении // Доклады академии наук, 2009. – Т. 428. – № 1. – С. 56–60.
18. Фролов А.С., Панин С.В. Оценка параметров влагопереноса углепластика авиационного назначения на начальной стадии натурной климатической экспозиции // Труды ВИАМ, 2014. – № 7. – Ст. 08 (viam-works.ru).
19. Филистович Д.В., Старцев О.В., Суранов А.Я. Автоматизированная установка для динамического механического анализа // Приборы и техника эксперимента. – 2003. – № 4. С. 163–164.
20. Шахзадян Э.А., Квачев Ю.П., Папков В.С. Динамические механические свойства некоторых пород древесины // Высокомолекулярные соединения. – 1994. – Т. 36(А). – № 8. – С. 1298–1303.
21. Javaid M., Abdul Khalil H., Alattas O.S. Woven Hybrid Biocomposites: Dynamic Mechanical and Thermal Properties // Composites. – 2012, A43: 288–293.
22. Hosseinaei O., Siqun Wang S., Enayati A., Rials T.G. Effects of Hemicellulose Extraction on Properties of Wood Flour and Wood-Plastic Composites // Composites. – 2012. – A43. – P. 686–694.
23. Naumann A., Stephan I., Noll M. Material Resistance of Weathered Wood-Plastic Composites Against Fungal Decay // International Biodeterioration & Biodegradation. – 2012. – Vol. 75, № 11. – P. 28–35.
24. Startsev O.V., Salin B.N., Skuridin Y.G., Utemesov R.M., Nasonov A.D. Physical Properties and Molecular Mobility of New Wood Composite Plastic «Thermobalite» // Wood Sci Technol. – 1999. – Vol. 33. – P. 73–83.
25. Startsev O.V., Krotov A.S., Golub P.D. Effect of Climatic and Radiation Ageing on Properties of Glass Fiber Reinforced Epoxy Laminates // Polymers and Polymer Composites. – 1998. – Т. 6. – № 7. – P. 481–488.

## References

1. Bobryshev A.N., Erofeev V.T., Kozomazov V.N. Polimernye kompozicionnye materialy: uchebnoe posobie. M.: ASV, 2013. 480 s.
2. Bobryshev A.N., Erofeev V.T., Kozomazov V.N. Fizika i sinergetika dispersno-neuporjadochennykh kondensirovannykh kompozitnykh sistem. SPb.: Nauka, 2012. 476 p.
3. Erofeev V.T., Sokolova Ju.A., Bogatov A.D. [i dr.]. Jepoksidnye polimerbetony, modifitsirovannye neftyanymi bitumami, kamennougolnoj i karbamidnymi smolami i aminoproizvodnymi soedinenijami / pod obshh. red. Ju. A. Sokolovoj i V.T. Erofeeva. M.: Paleotip, 2008. 244 s.
4. Kablov E.N., Starcev O.V., Krotov A.S., Kirillov V.N. Klimaticheskoe starenie kompozicionnykh materialov aviacionnogo naznachenija. I. Mehanizmy starenija // Deformacija i razrushenie materialov, 2010. no. 11. pp. 19–26.
5. Kablov E.N., Starcev O.V., Krotov A.S., Kirillov V.N. Klimaticheskoe starenie kompozicionnykh materialov aviacionnogo naznachenija. II. Relaksacija ishodnoj strukturnoj neravnovesnosti i gradient svojstv po tolshine // Deformacija i razrushenie materialov. 2010. no. 12. pp. 40–46.
6. Kablov E.N., Starcev O.V., Krotov A.S., Kirillov V.N. Klimaticheskoe starenie kompozicionnykh materialov aviacionnogo naznachenija. III. Znachimye faktory starenija // Deformacija i razrushenie materialov, 2011. no. 1. pp. 34–40.
7. Kablov E.N., Starcev O.V., Medvedev I.M., Panin S.V. Korrozionnaja agressivnost primorskoj atmosfery. ch. 1. faktory vlijanija (obzor) // Korrozija: materialy, zashhita, 2013. no. 12. pp. 6–18.
8. Kirillov V.N., Vapirov Ju.M., Drozd E.A. Issledovanie atmosfernoj stojkosti polimernykh kompozitnykh materialov v uslovijah atmosfery teplogo vlazhnogo i umerenno teplogo klimata // Aviacionnye materialy i tehnologii, 2012. no. 4. pp. 31–38.
9. Melekhina M.I., Kavun N.S., Rakitina V.P. Jepoksidnye stekloplastiki s uluchshennoj vlago- i vodostojkostju // Aviacionnye materialy i tehnologii, 2013. no. 2. pp. 29–31.
10. Nikolaev E.V., Kirillov V.N., Skirta A.A., Grashhenkov D.V. Issledovanie zakonomernostej vlagoperenosa i

razработка standarta po opredeleniju koeficienta diffuzii i predelnogo vlagosoderzhanija dlja ocenki mehanicheskikh svojstv ugleplastikov // *Aviacionnye materialy i tehnologii*, 2013. no. 3. pp. 44–48.

11. Oficerova M.G., Holsheva N.V., Novikova T.A., Panin S.V., Konkina V.N. Atmosfernoe starenie lakokrasochnykh pokrytij v umerenno teplom primorskom klimata g. Gelendzhika // *Aviacionnye materialy i tehnologii*, 2008. no. 2. pp. 27–31.

12. Panin S.V., Starcev O.V., Krotov A.S. Diagnostika nachalnoj stadii klimaticeskogo starenija PKM po izmeneniju koeficienta diffuzii vlazi // *Trudy VIAM*, 2014. no. 7. St. 06 (viam-works.ru).

13. Starcev O.V., Medvedev I.M., Krotov A.S., Panin S.V. Zavisimost temperatury poverhnosti obrazcov ot harakteristik klimata pri jekspozicii v naturnykh uslovijah // *Korroziya: materialy, zashhita*, 2013. no. 7. pp. 43–47.

14. Starcev O.V., Mahonkov A.Ju., Molokov M.V., Erofeev V.T., Gudozhnikov S.S. Issledovanie molekularnoj podvizhnosti i temperatury steklovanija polimernykh kompozitov na osnove drevesiny metodami dinamicheskoi mehanicheskoi spektrometrii // *Fundamentalnye issledovanija*. 2014. no. 5. Ch. 6. pp. 1177–1182.

15. Starcev O.V., Ppokopenko K.O., Litvinov A.A., Krotov A.S., Anihovskaja L.I., Dementeva L.A. Issledovanie termovlazhnostnogo stopenija aviacionnogo stekloplastika // *Germetiki, klei, tehnologii*, 2009. no. 8. pp. 18–22.

16. Starcev O.V., Frolov A.S., Mahonkov A.Ju., Erofeev V.T., Gudozhnikov S.S., Krotov A.S. Ocenka parametrov vlagoperenosa polimernykh kompozitov na osnove drevesiny na stadii predvaritelnoj sushki // *Fundamentalnye issledovanija*. 2014. no. 5 Ch. 6. pp. 1183–1186.

17. Starcev O.V., Anihovskaja L.I., Litvinov A.A., Krotov A.S. Povyshenie dostovernosti prognozirovanija svojstv

polimernykh kompozitnykh materialov pri termovlazhnostnom starenii // *Doklady akademii nauk*, 2009. T. 428. no. 1. pp. 56–60.

18. Frolov A.S., Panin S.V. Ocenka parametrov vlagoperenosa ugleplastika aviacionnogo naznachenija na nachalnoj stadii naturnoj klimaticeskoi jekspozicii // *Trudy VIAM*, 2014. no. 7. St. 08 (viam-works.ru).

19. Filistovich D.V., Starcev O.V., Suranov A.Ja. Avtomatizirovannaja ustanovka dlja dinamicheskogo mehanicheskogo analiza // *Pribory i tehnika jeksperimenta*, 2003. no. 4. pp. 163–164.

20. Shahzadjan Je.A., Kvachev Ju.P., Papkov V.S. Dinamicheskie mehanicheskie svojstva nekotorykh porod drevesiny // *Vysokomolekuljarnye soedinenija*, 1994. T. 36(A). no. 8. pp. 1298–1303.

21. Javaid M., Abdul Khalil H., Alattas O.S. Woven Hybrid Biocomposites: Dynamic Mechanical and Thermal Properties // *Composites*, 2012, A43: 288–293

22. Hosseinaei O., Siqun Wang S., Enayati A., Rials T.G. Effects of Hemicellulose Extraction on Properties of Wood Flour and Wood-Plastic Composites // *Composites*, 2012, A43, 686–694.

23. Naumann A., Stephan I., Noll M. Material Resistance of Weathered Wood-Plastic Composites Against Fungal Decay // *International Biodeterioration & Biodegradation*, 2012. Vol. 75, no. 11, pp. 28–35.

24. Startsev O.V., Salin B.N., Skuridin Y.G., Utemesov R.M., Nasonov A.D. Physical Properties and Molecular Mobility of New Wood Composite Plastic «Thermobalite» // *Wood Sci Technol*. 1999. Vol. 33. pp. 73–83.

25. Startsev O.V., Krotov A.S., Golub P.D. Effect of Climatic and Radiation Ageing on Properties of Glass Fiber Reinforced Epoxy Laminates // *Polymers and Polymer Composites*. 1998. T. 6. no. 7. pp. 481–488.

УДК 621.004.421

## ОБЩИЕ ВОПРОСЫ И ПРОБЛЕМЫ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО МОЛНИЕЗАЩИТЕ И ЗАЗЕМЛЕНИЮ НА ОБЪЕКТАХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Сухачев И.С., Чепур П.В.

*Тюменский государственный нефтегазовый университет, Тюмень,  
e-mail: ilya@suhachev.com; chepur@me.com*

Рассмотрена отечественная и зарубежная нормативно-техническая база в области защиты от атмосферных перенапряжений, устройств заземлений зданий, сооружений, технических средств, объектов автоматики и телемеханики, электросвязи. Проанализированы используемые в Российской Федерации при проектировании молниезащиты нормативные документы. Предложена принципиальная схема защитного устройства от перенапряжения, позволяющего значительно снизить кратность перенапряжений и количество отказов, связанных с электропробоем и со снижением сопротивления изоляции погружных электродвигателей в составе УЭЦН. Установлено, что требования нормативных документов в ряде случаев не отвечают применяемым в настоящее время техническим средствам и вновь разработанным принципам, системам и устройствам защиты от перенапряжений. Показано, что для решения проблемы защиты от перенапряжений необходим комплексный подход, подобно ранее разработанной Инструкции Минэнерго СО-153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций», только более усовершенствованный, включающий в себя имеющийся научный и производственный потенциал.

**Ключевые слова:** молниезащита, заземление, ТЭК, нормативная документация, НТД

## GENERAL ISSUES AND CHALLENGES NORMATIVE DOCUMENTATION ON LIGHTNING PROTECTION AND GROUNDING ON OBJECTS OF FUEL AND ENERGY COMPLEX

Sukhachev I.S., Chepur P.V.

*Tyumen State Oil and Gas University, Tyumen, e-mail: ilya@suhachev.com, chepur@me.com*

Considered domestic and foreign legal and technical basis for the protection against atmospheric overvoltage, grounding devices, buildings, structures, facilities, objects of automation and remote control, telecommunications. Analyzes used in the Russian Federation in the design of lightning protection regulations. A schematic diagram of the security device against overvoltage, can significantly reduce the multiplicity of the surge and the number of failures associated with electric failure and with a reduction in insulation resistance of submersible electric motors as part of the ESP. It has been established that the requirements of regulations in some cases do not meet the currently used technical means and the newly developed principles, systems and overvoltage protection devices. It is shown that the solution to the problem of overvoltage protection requires an integrated approach, like the previously developed instructions Energy CO 153-34.21.122-2003 «Instructions for lightning protection of buildings, structures and industrial communications», only more refined, including the existing scientific and production potential.

**Keywords:** lightning protection, grounding, energy complex, regulatory documentation, technical documentation

В представляемой работе авторами рассмотрена отечественная и зарубежная нормативно-техническая база в области защиты от атмосферных перенапряжений, устройств заземлений зданий, сооружений, технических средств, объектов автоматики и телемеханики, электросвязи.

Анализ проводился по следующим группам документов:

- стандарты организаций (СТО), руководящие документы (РД), правила и другие документы, разработанные структурами предприятий топливно-энергетического комплекса (ТЭК);

- стандарты Международной электротехнической комиссии (МЭК; англ. International Electrotechnical Commission, IEC);

- корпоративные документы ведущих зарубежных фирм, в том числе сотрудничающих с российскими компаниями;

- инструкции, правила, руководящие документы, нормы технологического проектирования (НТП), типовые материалы проектирования (ТМП), технические решения (ТР), методические указания (МУ), приказы, указания и распоряжения, действующие на территории Российской Федерации.

В Российской Федерации при проектировании молниезащиты в основном используют следующие нормативные документы:

1. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений РД 34.21.122-87.

2. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. СО-153-34.21.122-2003, утвержденная приказом Минэнерго № 280 от 30.06.03 – Совместное действие норматива с РД 34.21.122-87 подтверждено письмом Управления по надзору в электроэнергетике № 10-03-04/182 от 01.12.2004).

3. Стандарт по молниезащите МЭК IEC 62305 – Допускается к использованию на территории РФ, если его требования более жесткие, чем аналогичные требования отечественных нормативов.

4. Отраслевые стандарты предприятий и организаций, которые не должны противоречить национальным нормативам.

Несмотря на большое количество нормативных документов, методик и правил по расчету молниезащиты и заземления, а также самих видов устройств, исследование снижения риска возникновения и уменьшения последствий техногенных катастроф на экологически опасных производственных объектах топливно-энергетического комплекса (ТЭК) остается по-прежнему актуальным не только для энергетиков, но и работников многих других сфер: железнодорожного транспорта, связистов, военных и др.

В нормативном документе РД 34.21.122-87 основной акцент делается на вопросы обеспечения пожаро- и взрывобезопасности, где для каждого типа здания и сооружения определена одна из трёх категорий молниезащиты, отличающихся по степени взрыво- и пожароопасности. Однако учитывая многолетний опыт эксплуатации электрооборудования на отечественных и зарубежных объектах ТЭК, отметим, что в приведённом стандарте не учитываются важные факторы, представляющие большую опасность как для оборудования, так и для обслуживающего персонала: высокочастотные помехи в кабелях при ударе молнии, электромагнитное воздействие молнии, высокое значение тока растекания молнии и др.

В действующих документах не всегда и не в полной мере учитывается, что защищаемые от перенапряжений объекты и системы разных объектов инфраструктуры находятся в постоянной взаимосвязи через заземляющие устройства, источники электропитания, общие токопроводящие коммуникации и могут располагаться в одном служебно-техническом здании в зоне взаимного электромагнитного влияния. Хотя, заземление представляет собой неотъемлемую часть системы молниезащиты. При использовании таких видов заземления, как одиночного заземлителя, контурного заземления и модульно-штыревого заземления, существует ряд нерешенных проблем [1].

При монтаже одиночного заземления невозможно достичь сопротивления заземляющего устройства меньшего, чем обязательное сопротивление, которое в соответствии с требованиями правил устройств электроустановок (ПУЭ) указывается для специальных объектов: промышленные

предприятия, музеи и археологические памятники, средства связи, электростанции, нефтеперерабатывающие предприятия, химический завод и т.д. Для монтажа контурного заземления при достижении требуемого результата необходимо затратить немалое количество заземлителей, с привлечением группы специалистов. Модульно-штыревое заземление имеет ограничение по применению в некоторых видах грунта. Монтаж затруднен в плотных глинистых грунтах и невозможен без применения специальной техники в твердых песчаных и каменистых грунтах, а также в условиях вечной мерзлоты.

Отдельным видом защиты является электролитическое заземление, которое по своему принципу отличается, помимо конструктивного исполнения, использованием минеральных электролитических солей для повышения электропроводности и понижения замерзания грунта вокруг заземлителя. В результате использования такого дополнительного материала происходит засоление грунта и образование зоны талика, которая может представлять опасность для фундамента рядом стоящего здания или дорожного покрытия. Также такой тип заземления неприменим для заповедных и охраняемых территорий.

Существующие стандарты по молниезащите включают три основных способа защиты: отвод тока молнии в грунт, ведь это самый простой и понятный способ, которому уже более 200 лет; экранирование защищаемых объектов; ограничение токов и напряжений, вызванных в электрических цепях оборудования защищаемых объектов. Прогресс не стоит на месте, и с каждым годом появляются все новые способы активного воздействия как на сам канал молнии, так и на грозовое облако, но при внедрении данные системы защиты не находят широкого применения.

Что касается экранирования технических объектов, то этот метод молниезащиты может быть с успехом использован как путем размещения всего защищаемого объекта в цельнометаллическом корпусе (защитном экране), так и его отдельных частей, содержащих электронное, радио- и электротехническое оборудование, слабоустойчивое к внешним мощным импульсным электромагнитным полям, большим импульсным токам и высоким импульсным напряжениям и поэтому особо подвергаемое пагубному воздействию молнии. При этом особое внимание должно уделяться надежному и эффективному заземлению наружных металлических оболочек (брони) вводимых в технический объект и выводимых из него кабелей (электропитания, управления

и связи) и защитных экранов. Как правило, от качества системы заземления элементов защищаемого объекта в значительной мере зависит и эффективность всей системы его молниезащиты.

Меры защиты следует считать эффективными, только если они соответствуют требованиям защиты от нанесения вреда персоналу и физического повреждения здания (сооружения) и требованиям нормативных документов для защиты от отказов внутренних систем.

Методы защиты от молнии и перенапряжений должны быть выбраны на стадии проектирования, чтобы максимально использовать конструктивные элементы служебно-технических зданий для комплексного решения вопросов уравнивания потенциалов и оптимального решения по устройству внешней и внутренней молниезащитной систем.

В настоящее время анализ опыта эксплуатации скважин, оборудованных установками электрических центробежных насосов (УЭЦН), предприятий нефти и газа указывает на низкую надежность погружных электродвигателей (ПЭД), вследствие повреждения его изоляции из-за импульсных всплесков напряжения, вызванных коммутациями электроаппаратов, атмосферными разрядами или др., поэтому их исследование и разработка систем защиты от перенапряжений остается весьма актуальной проблемой [2].

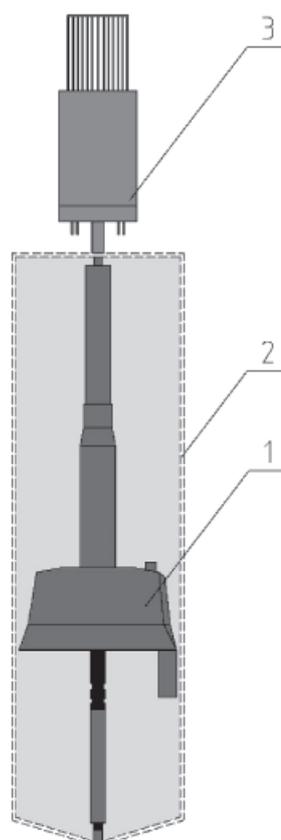
Существующие на данный момент решения для ограничения перенапряжений представлены только в виде наземного оборудования, устанавливаемого на трансформаторных подстанциях или на воздушных линиях, подходящих к станции управления скважин. Такое решение не позволяет ограничивать перенапряжения в изоляции погружных электродвигателей УЭЦН, что приводит к преждевременному выходу их из рабочего состояния. Таким образом, необходимы погружные ограничители перенапряжения (ОПН), которые позволят снизить общие затраты на эксплуатацию скважин (ремонт и расходные материалы, простой оборудования) на величину порядка 5 % [3].

Защитное устройство, представленное на рисунке, целесообразно подключать к присоединения защищаемого объекта, т.к. такое присоединение имеет следующие преимущества:

- обеспечивает защиту изоляции электрооборудования при любой коммутации;
- при включенных выключателях присоединения обеспечивает защиту изоляции всей сети, имеющей небольшую протяженность;

– выключатель присоединения является как бы предохранителем при повреждениях самих защитных аппаратов.

Благодаря применению данного защитного устройства становится возможным значительно снизить кратность перенапряжений и количество отказов, связанных с электропробоем и со снижением сопротивления изоляции погружных электродвигателей в составе УЭЦН.



*Внутрискважинный ограничитель перенапряжений, соединенный с погружным электродвигателем:*

- 1 – внутрискважинный ограничитель перенапряжений; 2 – корпус внутрискважинного ограничителя перенапряжений; 3 – погружной электродвигатель*

Требования документов не гармонизированы, отдельные положения в разных документах повторяются, а иногда противоречат друг другу или успели устареть. Требования нормативных документов в ряде случаев не отвечают применяемым в настоящее время техническим средствам и вновь разработанным принципам, системам и устройствам защиты от перенапряжений.

Необходим комплексный подход к решению проблемы защиты от перенапряжений, подобно ранее разработанной Инструкции

Минэнерго СО-153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций», только более усовершенствованный, включающий в себя имеющийся научный и производственный потенциал.

#### Список литературы

1. Копырин В.А., Сухачев И.С. Устройство заземления для вечномёрзлых грунтов // Энергосбережение и инновационные технологии: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых учёных и специалистов. – Тюмень, 2015. – С. 82–83.
2. Сухачев И.С. К вопросу повышения надежности погружного электродвигателя путем ограничения перенапряжений // Энергосбережение и инновационные технологии: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых учёных и специалистов. – Тюмень, 2015. – С. 82–83.
3. Пат. 159922 РФ. Внутрискважинный ограничитель перенапряжений / В.В. Сушков, И.С. Сухачев. – Изобретения. Полезные модели, 2016. – № 5.
4. Сухачев И.С., Чепур П.В. Разработка программного алгоритма эффективной молниезащиты // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11–2. – С. 291–295.
5. Тарасенко А.А., Чепур П.В., Грученкова А.А. Использование критериев стандарта API-653 для оценки допустимой величины осадки дна резервуаров // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12–7. – С. 1418–1422.
6. Тарасенко А.А., Чепур П.В., Тарасенко Д.А. Численное моделирование процесса деформирования резервуара при развитии неравномерных осадок // Нефтяное хозяйство. – 2015. – № 4. – С. 88–91.

7. Чирков С.В., Тарасенко А.А., Чепур П.В. Определение оптимального количества тросов поддержки дна при подъеме резервуара // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2014. – № 5. – С. 72–78.

#### References

1. Kopyrin V.A., Suhachev I.S. Ustrojstvo zazemlenija dlja vechnomerzlyh gruntov // Jenergosberezhenie i innovacionnye tehnologii: sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii studentov, aspirantov, molodyh uchjonyh i specialistov. Tjumen, 2015. pp. 82–83.
2. Suhachev I.S. K voprosu povыshenija nadezhnosti pogruzhnogo jelektrodvigatelja putem ogranichenija perenaprjazhenij // Jenergosberezhenie i innovacionnye tehnologii: sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii studentov, aspirantov, molodyh uchjonyh i specialistov. Tjumen, 2015. pp. 82–83.
3. Pat. 159922 RF. Vnutriskvazhinnyj ogranichitel perenaprjazhenij / V.V. Sushkov, I.S. Suhachev. Izobretenija. Poleznye modeli, 2016. no. 5.
4. Suhachev I.S., Chepur P.V. Razrabotka programmno algoritma jeffektivnoj molniezashhity // Fundamentalnye issledovanija. 2014. no. 11–2. pp. 291–295.
5. Tarasenko A.A., Chepur P.V., Gruchenkova A.A. Ispolzovanie kriteriev standart API-653 dlja ocenki dopustimoj velichiny osadki dnishha rezervuarov // Fundamentalnye issledovanija. 2014. no. 12–7. pp. 1418–1422.
6. Tarasenko A.A., Chepur P.V., Tarasenko D.A. Chislennoe modelirovanie processa deformirovanija rezervuara pri razviti neravnomyh osadok // Neftjanoe hozjajstvo. 2015. no. 4. pp. 88–91.
7. Chirkov S.V., Tarasenko A.A., Chepur P.V. Opredelenie optimalnogo kolichestva trosov podderzhki dnishha pri podeme rezervuara // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Neft i gaz. 2014. no. 5. pp. 72–78.

УДК 55.556

## ОЦЕНКА РОЛИ ВЛИЯНИЯ МЕСТНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ ОКА

<sup>1</sup>Уразгулова М.М., <sup>2</sup>Ксандров Н.В.

<sup>1</sup>Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,  
Нижегород, e-mail: nntu@nntu.nnov.ru;

<sup>2</sup>Дзержинский политехнический институт (филиал), Нижегородский государственный  
технический университет имени Р.Е. Алексеева, Дзержинск, e-mail: sekretar@dfngtu.nnov.ru

В данной работе рассмотрено изменение загрязнённости в нижнем течении реки Оки по мере приближения её к устью. Анализ показателей загрязнения проведен на основании опубликованных данных Министерства экологии и природных ресурсов Нижегородской области за 6 лет. Данные, полученные по анализу, не подтверждают представления о ведущей роли Н. Новгорода, Дзержинска и Павлова в загрязнении воды Оки в её нижнем течении. Представление данных о загрязнённости поверхностных вод по конкретным створам без усреднения по территории региона обеспечивает возможность анализа распределения локализации источников загрязнений по отдельным участкам течения реки. Для улучшения качества воды реки Ока при её впадении в Волгу в зоне Чебоксарского водохранилища необходимо, в первую очередь сокращение загрязняющих стоков, поступающих в Оку в ее среднем течении, как за счет непосредственного сброса загрязнений в главную реку, так и за счет выноса загрязнений основными притоками.

**Ключевые слова:** равновесная растворимость, легкоокисляемые органические вещества, химическая потребность кислорода, биологическое потребление кислорода, концентрация меди, концентрация цинка

## EVALUATION OF THE INFLUENCE OF LOCAL POLLUTION ON THE SURFACE WATERS IN THE LOWER REACHES OF THE OKA RIVER

<sup>1</sup>Urazgulova M.M., <sup>2</sup>Ksandrov N.V.

<sup>1</sup>Nizhny Novgorod State technical university

named after R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod, e-mail: nntu@nntu.nnov.ru;

<sup>2</sup>Dzerzhinsky Polytechnic Institute (branch) of Nizhny Novgorod State technical university  
named after R.E. Alekseev, Dzerzhinsk, e-mail: sekretar@dfngtu.nnov.ru

In the present paper the change of pollution in the lower reaches of the Oka river as it approaches her mouth. Analysis of pollution parameters conducted on the basis of published data of the Ministry of ecology and natural resources of the Nizhny Novgorod region for 6 years. The information analysis does not support the concept of the leading role of the N. Novgorod, Dzerzhinsk and Pavlov in the water pollution of the Oka river in its lower reaches. The presentation of data on the contamination of surface waters by specific sections without averaging over the region allows analysis of the distribution of localization of sources of contamination on certain sections of the river. To improve the water quality of the Oka river at its confluence into the Volga in the area of Cheboksary reservoir is necessary, first of all, the reduction of polluting effluents entering the eye in its middle course, as by direct discharge of contaminants to the main river, and by the removal of contaminants main tributaries.

**Keywords:** equilibrium solubility, oxidation-resistant organic substances, chemical oxygen demand, biological oxygen demand, the concentration of copper, the concentration of zinc

Современный уровень развития техники обуславливает актуальность защиты окружающей среды, в том числе природных вод, от техногенных загрязнений. Для минимизации загрязнений крупных рек необходимо знать наряду с составом и уровнем загрязнений их распределение по течению реки. В данной работе рассмотрено изменение загрязнённости в нижнем течении Оки по мере приближения её к устью. Длина Оки более 1400 км, площадь бассейна на территории 7 областей Европейской России 245000 км<sup>2</sup>, средний расход воды в устье 1300 м<sup>3</sup>/с. Клязьма – приток Оки в нижнем течении приносит 147 м<sup>3</sup>/с. В устье Оки ле-

жит Нижний Новгород (1,3 млн жителей), выше устья расположен ряд городов с общим населением более 0,3 млн человек. Крупнейшие из них – Павлово и Дзержинск наряду с Нижним Новгородом генерируют заметный тоннаж техногенных отходов. В СМИ и в массовом сознании существует мнение о ведущей роли промышленных объектов, находящихся в нижнем течении Оки, в её загрязнении.

**Цель исследования.** Оценка доли вкладов в загрязнение нижнего течения Оки хозяйственных объектов, находящихся в её низовьях, и фоновых загрязнений, поступающих из зоны среднего течения.

### Материалы и методы исследования

Анализ показателей загрязнения Оки, известных из докладов Министерства экологии и природных ресурсов Нижегородской области [1]. Пробы отбирали в 8 створах (сверху вниз по течению): 2 – в Павлово, 1 створ в Горбатове, 3 створа в Дзержинске, 2 – в Нижнем Новгороде. Верхний створ для каждого города именуется фоновым, нижний – замыкающим. В отличие от подобных докладов по соседним областям, цитируемый источник характеризует загрязнение воды не по региону в целом, а в каждом створе, что позволяет оценить качество воды на различных участках реки.

### Результаты исследования и их обсуждение

Качество природных вод оценивают по классам загрязненности, отличающимся УКИЗВ (удельным комбинаторным индек-

сом загрязненности воды), определяемым частотой и кратностью превышения ПДК по ряду веществ. УКИЗВ оценивает долю загрязняющего эффекта, вносимого в общую степень загрязненности воды, обусловленную одновременным присутствием ряда загрязняющих веществ. В природных водах УКИЗВ варьирует от 1 до 16. Большому значению индекса соответствует худшее качество воды [5].

Данные табл. 2, в которой приведены показатели качества воды в нижнем течении Оки, показывают, что в 2009–2014 гг. вода на этом участке Оки характеризовалась как очень загрязненная и грязная. Ниже для локализации источников загрязнения проанализировано изменение качества воды от фонового створа в г. Павлово до устья.

Таблица 1

Определение класса и разряда загрязненности природных вод

Класс	Разряд	УКИЗВ	Название
1		< 1	условно чистая
2		1–2	слабо загрязнённая
3	а	2–3	загрязнённая
	б	3–4	очень загрязнённая
4	а	4–6	грязная
	б	6–8	грязная
	в	8–10	очень грязная
	г	10–11	очень грязная
5		больше 11	экстремально грязная

Таблица 2

Среднегодовые гидрохимические показатели воды в нижнем течении Оки в 2009–2014 гг.

Пункт наблюдений	Створ	Класс, разряд	Отношение концентраций загрязнителей к ПДК при концентрации $\geq$ ПДК и насыщенность воды кислородом, мг/л									
			SO <sub>4</sub>	НП	Zn	Cu	NO <sub>2</sub>	фенол	ХПК	БПК <sub>5</sub>	O <sub>2</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2009 год												
г. Павлово	1	ЗБ	–	–		4	1,1	–	1,9	1	–	
	2	ЗБ	–	–	1	5	1	–	2	–	–	
г. Горбатов	1	ЗБ	–	–	1,1	4		1	2	1	–	
г. Дзержинск	1	ЗБ	–	–	–	4	2	1	2	1,2	–	
	2	ЗБ	–	–	1,2	6	1,1	1	2	1,4	–	
	3	ЗБ	–	–	1,2	6	2	–	2	1,3	–	
г. Н. Новгород	1	ЗБ	–	1,1	–	5	2	–	2	1,3	–	
	2	ЗБ	–	3	1,3	6	1,3	1	2	1,1	–	
2010 год												
г. Павлово	1	ЗБ	–	–	1,1	5	2	–	1,9	1,2	–	
	2	4А	1	–	1,4	5	2	–	2	1	–	
г. Горбатов	1	ЗБ	1	1,3	1,5	6	2	1	2	1	–	
г. Дзержинск	1	ЗБ	1,3	–	1,3	6	3	–	1,9	1,2	–	
	2	ЗБ	1	–	1,4	5	2	1,4	1,9	1,3	–	
	3	4А	1,4	–	1,4	7	2	1,3	1,9	1	–	

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
г. Н. Новгород	1	4А	1,1	–	1,3	5	1,4	–	1,9	1,1	–
	2	4А	–	1,7	1,4	5	3	1,3	2	1,4	–
2011 год											
г. Павлово	1	4А	1,7	–	1,8	5	3	–	1,8	1,1	–
	2	4А	1,7	–	1,8	5	3	2	2	1,2	–
г. Горбатов	1	4А	3	–		7	3	–	1,8	1,2	–
г. Дзержинск	1	4А	1,5	–	2	5	3	2	1,9	1,3	–
	2	4А	1,5	–	1,9	6	3	2	2	1,4	–
	3	4А	1,4	–	2	6	3	–	1,9	1,3	–
г. Н. Новгород	1	4А	1,9	–	1,9	7	4	–	1,9	1,3	–
	2	4А	1,6		2	6	3	1,5	1,8	1,2	–
2012 год											
г. Дзержинск	2	4А	0,9		1,9	6	2,2	1,4	1,9	1,1	9,31
г. Н. Новгород	1	4А	0,9			6	1,2	1,4		1	–
2013 год											
г. Павлово	1	4А	1,2	1,2	–	6	1,2	–	2	1,8	9,39
	2	4А	1,7	1,6	1,9	7	–	–	2	1,1	9,50
г. Горбатов	1	4А	–	–	1,6	6	1	1,1	2	1,2	9,25
г. Дзержинск	1	4А	–	–	1,7	5	1,1	1,6	2	–	9,31
	2	4А	1,1	–	1,7	5	1,5	1,8	2,1	1,2	
	3	4А	1,5	–	1,8	5	1,5	1,8	–	1,2	9,39
г. Н. Новгород	1	4А	1,1	–	До 1,5	7	2	–	2	1,3	9,20
	2	4А	1,9	–	–	7	2	0,6	2	1,3	9,30
2014 год											
г. Павлово	1	3Б	–	–	до 1,9	5	1,3	до 1,9	до 1,9	до 1,9	9,11
	2	3Б	1	–	до 1,8	6	1,6	до 1,8	до 1,8	до 1,8	9,0
г. Горбатов	1	4А	1,9	–	до 1,9	6	до 1,9	до 1,9	до 1,9	до 1,9	9,14
г. Дзержинск	1	3Б	–	–	до 1,9	5	до 1,9	до 1,9	до 1,9	1,3	9,55
	2	3Б	–	–	2	6	–	1,6	–	1	9,45
	3	3Б	–	–	1,7	6	–	0,8	–	1	9,45
г. Н. Новгород	1	3Б	–	–	1,8	6	–	0,7	До 1,9	До 1,3	8,83
	2	3Б	–	–	2	6	–	1,3	До 1,9	До 1,3	8,78

Из табл. 2 видно, что в течение четырех из шести лет класс и разряд загрязнения на замыкающем створе остаются теми же, что и на фоновом створе г. Павлово. В 2014 г. рост загрязнений отмечен лишь в устье Оки, и лишь в 2010 г. – одном из шести – качество воды в трёх нижних створах заметно ухудшилось по сравнению с вышерасположенными. Относительно стабильны с 2011 г. превышения ПДК по ряду загрязнений, причём иногда вода на нижележащих створах менее загрязнена, чем на створах, расположенных выше. Так, например, в 2011 г. превышения по ХПК и БПК на фоновом створе г. Павлово состав 1,8 и 1,1; те же величины на замыкающем створе Нижнего Новгорода равнялись 1,8 и 1,2. Такое же сопоставление для 2013 года даёт значения 2 и 1,8 для фоновом створа и 2 и 1,3 для замыкающего. В 2011 г. содержание цинка превышает ПДК на фоновом

створе в 1,8 раза; это превышение возрастает к замыкающему створу только до 2-х. Такой же рост превышения загрязнения воды цинком на сравниваемых створах в 2014 г. равен 0,1 ПДК. Аналогичные примеры можно найти для трёх последних лет и по отношению к другим видам загрязнений, например, фенолу в 2014 г. Во многих случаях прирост превышения загрязнений над ПДК увеличивается при движении воды от фоновом к замыкающему створу на величину относительно небольшую по сравнению с загрязнением на фоновом створе. Только загрязнённость медью, как правило, возрастает на 15–20% на замыкающем створе по сравнению с фоновым. Наряду с этим отмечено [1] отсутствие загрязнения воды хлорсодержащими пестицидами; по крайней мере, их содержание в окской воде ниже уровня, достоверно определяемого по рекомендуемой методике.

Содержание кислорода от 8,8 до 9,5 мг/л соответствует равновесной растворимости кислорода в воде из азотно-кислородной газовой смеси, соответствующей по составу земной атмосфере, при давлении 100 кПа и температуре воды 20–16 °С [4].

Ориентировочной характеристикой уровня загрязнённости воды может служить сумма превышений в данном створе уровня загрязнений над ПДК. Отношение суммы превышений концентраций загрязняющих веществ на фоновом створе в г. Павлово к той же величине на замыкающем створе Нижнего Новгорода, вычисленное по данным табл. 2, непрерывно возрастает с 2009 по 2014 год с 0,57 до 1,06. Это изменение показывает, что в период 2009–2013 годов увеличивается доля фоновых загрязнений, поступающих на верхний створ рассматриваемого участка реки, в общей массе загрязнений Оки на прилегающем к устью реки участке с 57 до 89%, причём в 2014 г. масса внесённых в таблицу загрязнений, обнаруженных около устья Оки, меньше чем на фоновом створе у г. Павлово. Можно предположить, что положительную роль в уменьшении относительного вклада городов, расположенных в нижнем течении Оки, в загрязнении её вод сыграли систематически проводимые природоохранные мероприятия и частичная диверсификация промышленного производства в г. Дзержинске, выразившаяся в уменьшении доли химических предприятий в общем объёме промышленного производства и отходообразования.

К аналогичному выводу приводит сравнение значений УКИЗВ за 2009–2011 гг., известных по данным [1]. Среднее значение УКИЗВ на фоновом створе г. Павлово составляет 3,7, та же величина на замыкающем створе 11 Нижнего Новгорода равна 4,0.

Таким образом, по приведённым оценкам вклад трёх крупных промышленных центров, расположенных в нижнем течении Оки, в загрязнение речной воды в устье Оки не превышает 0,1 массы загрязнений, поступающих с участков реки, расположенных выше г. Павлово, причём по ряду компонентов вода в устье Оки загрязнена не более, чем на фоновом створе.

Насколько можно судить по имеющимся данным, окская вода на рассматриваемом участке реки достаточно насыщена кислородом для сохранения способности воды к самоочищению. Табличные данные соответствуют отсутствию монотонности изменения содержания органических веществ по величине химической потребности кислорода (ХПК) и легкоокисляемых органических веществ по величине биоло-

гического потребления кислорода (БПК<sub>5</sub>) при сравнении загрязнения окской воды в различных створах.

Развитию процесса самоочищения в определённой степени препятствует поступление в Оку загрязнённой воды из притоков. Из табл. 2 видно, что практически всегда после впадения Клязьмы (перед фоновым створом Дзержинска) незначительно возрастает содержание соединений азота в воде Оки. Клязьма, после протекания по территории Московской и Владимирской областей, в устье несёт воду со средним содержанием соединений азота с превышением над ПДК по аммонийному азоту в 2,4 раза, нитритам в 1,2 раза. На территории Московской области воды реки Клязьма относятся к классам 4В и 4Г [3]. В 2011 году УКИЗВ во Владимире в водах р. Клязьма составлял 4,65 [2]; на замыкающем створе Н. Новгорода 4,33 [1]. Высокую загрязнённость окской воды поддерживает сток реки Сейма. Среднее превышение концентрации загрязнений над ПДК в устье Сеймы составляет: по содержанию меди 5; по содержанию цинка 1,7; по ХПК и БПК<sub>5</sub> 2.

Следует отметить, что в формировании загрязнений Оки выше фонового створа г. Павлово заметный вклад вносят притоки – реки Теша и Ворсма. Среднее превышение загрязнённости реки Теша по отношению к ПДК составляет за 2009–2014 г.: по меди 5; по цинку 1,7; по сульфатам 3,2; по ХПК 1,7. За тот же период средние показатели воды реки Ворсма характеризовались следующими превышениями загрязнённости по сравнению ПДК: по меди 6,3; по цинку 2,1; по сульфатам 10 (природное загрязнение) по ХПК 1,9 [1]. К сожалению, аналогичные данные для реки Москвы неизвестны.

### Выводы

1. Представление данных о загрязнённости поверхностных вод по конкретным створам без усреднения по территории региона обеспечивает возможность анализа распределения локализации источников загрязнений по отдельным участкам течения реки.

2. Имеющиеся данные не подтверждают представления о ведущей роли Н. Новгорода, Дзержинска и Павлова в загрязнении воды Оки в её нижнем течении.

3. Для улучшения качества воды реки Ока при её впадении в Волгу в зоне Чебоксарского водохранилища необходимо в первую очередь сокращение загрязняющих стоков, поступающих в Оку в её среднем течении, как за счет непосредственного

сброса загрязнений в главную реку, так и за счет выноса загрязнений основными притоками.

### Список литературы

1. Доклад «Состояние окружающей среды и природных ресурсов Нижегородской области» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mineco-nn.ru/doklad-sostoyanie-okruzhayushey-sredy-i-prirodnih-resursov-nizhegorodskoy-oblasti/> (дата обращения: 17.01.2016).
2. Ежегодный доклад «О состоянии окружающей среды и здоровья населения Владимирской области в 2011 году» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dpp.avo.ru/activities/education/63-1/> (дата обращения: 17.01.2016).
3. Информационный выпуск «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Московской области в 2014 году» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mep.mosreg.ru/meropriyatia/analiticheskie-doklady-i-obzory-informatsionnogo-kharaktera-podgotovlennye-ministers-tvom/08-07-2015-16-30-36-informatsionnyy-vypusk-o-sostoyanii-prirodnikh-res/> (дата обращения: 17.01.2016).
4. Коган В.Б. Справочник по растворимости т. 1, кн. 1 / В.Б. Коган, В.М. Фридман, В.В. Кафаров. – М.-Л.: ИАН СССР, 1961.
5. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям: РД 52.24.643-202. – Р., 2002 – С. 5–6.

### References

1. *Doklad Sostoyanie Okruzhayushey Sredy I Prirodnikh Resursov Nizhegorodskoy Oblasty* (The report The State of the environment and natural resources of the Nizhny Novgorod region) Available at: <http://mineco-nn.ru/doklad-sostoyanie-okruzhayushey-sredy-i-prirodnih-resursov-nizhegorodskoy-oblasti/> (accessed 17 January 2015).
2. *Ezhegodnyy Doklad O Sostoyanii Okruzhayushey-sredy Izdorove Naseleniya Vladimirskoy Oblasti V 2011 Godu* (Annual report the state of the environment and the health of the population of Vladimir oblast in 2011) Available at: <http://dpp.avo.ru/activities/education/63-1/> (accessed 17 January 2015).
3. *Informacionnyy Vypusk O Sostoyanii Prirodnih Resursov I Okruzhayusheysredy Moskovskoy Oblasti V 2014 Godu* (Newscast about the state of natural resources and environment of Moscow region in 2014) Available at: <http://mep.mosreg.ru/meropriyatia/analiticheskie-doklady-i-obzory-informatsionnogo-kharaktera-podgotovlennye-ministerstvom/08-07-2015-16-30-36-informatsionnyy-vypusk-o-sostoyanii-prirodnikh-res/> (accessed 17 January 2015).
4. Kogan V.B. *Spravochnik Po Rastvorimosti T.1 Kn.1* (Handbook of solubility), Moscow IAN SSSR, Publ 1961.
5. Method for complex estimation of pollution degree of surface water on hydrochemical indicators: RD 52.24.643-202. R.: 2002. pp. 5–6.

УДК 004.75 / 004.031.4

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ В СЕВЕРНЫХ РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Царегородцев А.Л.

*Автономное учреждение Ханты-Мансийского автономного округа – Югры  
«Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий»,  
Ханты-Мансийск, e-mail: tsaregorodtseval@uriit.ru*

В статье рассмотрен вопрос предоставления качественной медицинской помощи жителям отдаленных малонаселенных пунктов северных территорий Российской Федерации за счет использования телемедицинских технологий. Сформулирована актуальность использования телемедицинских систем в северных регионах Российской Федерации и описаны задачи, которые позволяют решать телемедицинские технологии. Описаны два направления использования телемедицинских систем в России: проведение видеоконсультаций и телемедицинские консультации между врачами или между врачами и пациентами. Показана эффективность использования телемедицинских консультаций в Ханты-Мансийском автономном округе. Рассмотрена концептуальная схема и взаимодействие подсистем телемедицинской системы Ханты-Мансийского автономного округа. Определены и формализованы процессы и потоки данных, которые возникают между участниками телемедицинского консультирования. Предложен ряд решений, позволяющих наладить работу врачей в телемедицинских системах, описан механизм обеспечения юридической значимости телемедицинских консультаций за счет использования электронной подписи.

**Ключевые слова:** телемедицинские технологии, телемедицина северных регионов, удаленное консультирование врачей, информационные технологии

## THE TELEMEDICINE USING EFFECTIVENESS IN THE NORTHERN REGION OF THE RUSSIAN FEDERATION

Tsaregorodtsev A.L.

*Ugra Research Institute of Information Technologies,  
Khanty-Mansiysk, e-mail: tsaregorodtseval@uriit.ru*

The present article is concerned with the high quality medicine assistance for residents of remote sparsely populated Northern regions of the Russian Federation with the use of telemedicine technologies. The relevance of telemedicine systems using in Northern regions of the Russian Federation is formed. Also the article deals with issues which can be solved with the use of telemedicine technologies. There are two ways of using telemedicine systems in Russia: conducting online lectures and telemedicine consultations between doctors or doctors and patients. The telemedicine consultations using effectiveness in Khanty – Mansiysk autonomous district – Ugra (KhMAD – Ugra) is shown. The conceptual framework and cooperation of telemedicine systems in KhMAD is observed. Processes and data flows between telemedicine consultations participants are estimated and formalized. There are some solutions for establishing doctors work flow using telemedicine systems. A mechanism of telemedicine consultations legal value supplying with the use of computer-generated signature is described.

**Keywords:** telemedicine technology, telemedicine northern regions, remote consulting doctors, information technology in medicine

Начиная с 1990 года вплоть до последних лет наблюдалась отрицательная динамика численности населения практически во всех северных регионах России. В последние несколько лет этот процесс почти остановлен, а в таких регионах, как Республика Саха (Якутия), Чукотский, Ненецкий и Ямало-Ненецкий автономные округа, даже зафиксирован стабильный естественный прирост населения. Несмотря на низкую плотность населения в северных регионах России, требуется обеспечить работу медицинских учреждений в отдаленных труднодоступных малонаселенных пунктах с целью обеспечения прав граждан на охрану здоровья, доступную и качественную медицинскую помощь. Эффективная работа медицинских учреждений невозможна без высококвалифицированного медицинского

персонала. И хотя обеспеченность средним медицинским персоналом в северных регионах превышает среднероссийский уровень от 30 до 66% [7], обеспеченность врачами недостаточная. Кроме того, уровень заболеваемости населения в северных регионах РФ выше, чем в южных районах, что, естественно, связано с более суровыми условиями, в которых проживает население.

Решить описанные выше проблемы успешно помогают телемедицинские технологии. Телемедицина – относительно новое направление в области здравоохранения, сформировавшееся на стыке информационных технологий и медицины. В последнее время это направление принято называть термином «Телемедицинские технологии». Телемедицинские технологии – это не просто «новая перспективная технология»,

а уже неотъемлемая часть современного здравоохранения, приносящая положительный клинический, экономический, моральный и организационный эффект [1].

При этом сам термин «телемедицина», введенный R. Mark в 1974 году, объединяет множество телекоммуникационных и информационных методов, применяемых в здравоохранении, а также их разнообразные клинические приложения [4]. Само определение слова «телемедицина» имеет разные значения, отличающиеся, как по степени проработанности, так и по функциональному смыслу. Такое разнообразие связано, прежде всего, с широким спектром направлений телемедицины, используемых на практике, например, таких, как телемедицинские консультации, теленаблюдение за пациентами, домашняя телемедицина, телемедицина чрезвычайных ситуаций и катастроф, телеобучение, телехирургия, дистанционное обследование и т.д.

Наиболее удачное и универсальное определение дано в монографии А.В. Владимировского [2]: телемедицина – это отрасль медицины, которая использует телекоммуникационные и электронные информационные технологии для предоставления медицинской помощи и услуг в сфере здравоохранения в точке необходимости (в таких случаях, когда географическое расстояние является критическим фактором).

При этом основная задача телемедицины – оказание медицинских услуг, в том числе образовательных и консультативных, на расстоянии [3].

Рассмотрим организацию телемедицинского консультирования в северных регионах России, основная цель которого заключается в предоставлении возможности врачам осуществлять взаимное консультирование по медицинским вопросам, что, в свою очередь, позволяет приблизить высококвалифицированную и специализированную помощь работников ведущих медицинских центров к отдаленным районам и тем самым существенно сэкономить затраты пациентов [6].

Наиболее часто на практике применяются два направления:

1. Видеолекции и видеоконсилиумы.

2. Телемедицинские консультации (между врачами или между врачами и пациентами).

Первое направление используют крупные лечебные учреждения в нашей стране. В составе практически каждого крупного медицинского учреждения имеются телемедицинские центры, оснащенные видеоконференцсвязью. Очень часто это направление телемедицины принято называть «телеконсультации в режиме реального времени», «синхронные консультации»,

«телеобучение» и т.п. Обсуждение по консультации происходит в реальном времени одновременно всеми участниками консультирования. Инструментом для проведения таких консультаций является видеоконференцсвязь. Перед проведением видеоконференции подписанное заключение возможно либо на бумажном носителе по почте, либо передавать в документе, подписанном электронной подписью с использованием стороннего программного обеспечения. Все эти шаги требуют регламентации процессов консультирования. Данный тип телемедицинских систем используется для проведения операций, в медицине катастроф, в службе скорой медицинской помощи, для проведения консилиумов между врачами как внутри медицинского учреждения, так и между врачами из других медицинских организаций.

Второе направление применяется для консультирования лечащих врачей и пациентов как в рамках одного медицинского учреждения, так и в масштабах целого района, города, региона или даже на межрегиональном уровне. Данный тип телемедицинских систем принято называть «отложенные телеконсультации», «асинхронное консультирование» и т.д. В процессе этой разновидности телеконсультирования, при которой врачи работают с телемедицинской системой последовательно, обмен информацией между участниками производится в различные промежутки времени. Длительность таких консультаций составляет 1–3 дня. Обычно они используются для оказания плановой медицинской помощи пациентам, обмена сопроводительной информацией для проведения видеоконсультаций, консультирования лечащих врачей врачами-экспертами с целью верификации диагноза, тактики лечения. Нередко такие телемедицинские системы могут иметь в своем составе функционал для проведения видеоконференций или для обмена мгновенными сообщениями между врачами.

Независимо от направленности телемедицинских систем встает вопрос обеспечения юридической значимости консультаций, который возможно решить, строго регламентируя процессы консультирования и использования электронной подписи при формировании запроса по консультации от лечащего врача и на этапе подготовки заключения врачом-консультантом. Проблема в этом случае заключается в том, что современные телемедицинские системы в большинстве своем не поддерживают механизм подписания электронных документов электронной подписью с использованием российских криптографических средств защиты информации.

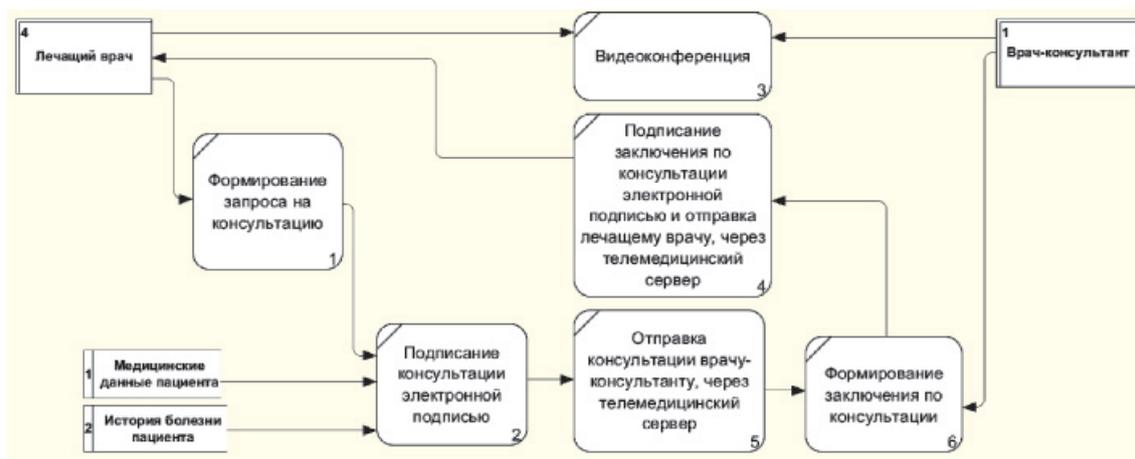


Рис. 1. Процесс консультирования между лечащим врачом и врачом-консультантом

Рассмотрим, как должен проходить процесс консультирования в телемедицинской системе:

1. Лечащий врач формирует запрос по консультации, подписывает запрос и сопроводительную информацию (медицинские данные и историю болезни пациента) электронной подписью, после чего отправляет консультацию на телемедицинский сервер.

2. Консультация заносится в единую базу данных на сервере телемедицинских консультаций.

3. Врач-консультант изучает данные по консультации, подготавливает заключение по консультации, при необходимости проводит видеоконференцию с лечащим врачом и пациентом.

4. Врач-консультант подписывает заключение по консультации и сопроводительную информацию электронной подписью и отправляет лечащему врачу.

Пример удачно функционирующих телемедицинских систем есть в Красноярском крае, где телемедицинская система функционирует с 2008 года. Она позволяет проводить медицинские консультации в режиме видеоконференцсвязи. Так за 2013–2014 гг. Красноярским краевым реанимационно-консультативным центром (ККРКЦ) были проведены 6532 консультации.

В Ямало-Ненецком автономном округе в 2006 году начата работа по созданию телемедицинских центров. В 2013 году в 37 учреждениях здравоохранения автономного округа были созданы крупные телекоммуникационные центры.

В Ханты-Мансийском автономном округе телемедицинская сеть функционирует с 2006 года, в этом же году к системе было подключено 52 лечебных учреждения, оснащено более 100 рабочих мест и проведено обучение врачей. Структура телемедицинской системы представлена на рис. 2.

В 2007 г. в городе Ханты-Мансийске на базе Югорского научно-исследовательского института информационных технологий был создан региональный центр поддержки телемедицинского сервиса. С 2007 года центр осуществляет работы по программно-техническому сопровождению, эксплуатации телемедицинской сети и разработке новых версий программного обеспечения [5]. С 2006 по 2015 годы между врачами проведено свыше 23 000 консультаций различного профиля. На рис. 3 показано распределение консультаций в 2015 году по месяцам.

На рис. 4 представлено распределение количества консультаций по годам. Спад в 2013 году обусловлен изменением регламента консультирования перинатальных пациентов.

Количество проведенных консультаций между врачами показывает актуальность использования телемедицины в северных регионах России, в частности в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре.

Кроме стандартного функционала телемедицинских систем (обмен консультациями, дополнительной медицинской информацией, захват видео с медицинских приборов, проведение видеоконсультаций, отправка уведомлений об этапах прохождения консультаций по электронной почте и СМС, построение аналитических отчетов о работе системы), телемедицинская система Ханты-Мансийского автономного округа позволяет использовать электронную подпись для обеспечения юридической значимости медицинских консультаций между врачами. При этом используется электронная подпись, выданная удостоверяющим центром, прошедшим процедуру аккредитации (требования Министерства связи и массовых коммуникаций РФ) согласно Федеральному закону от 06.04.2011 № 63-ФЗ «Об электронной подписи».

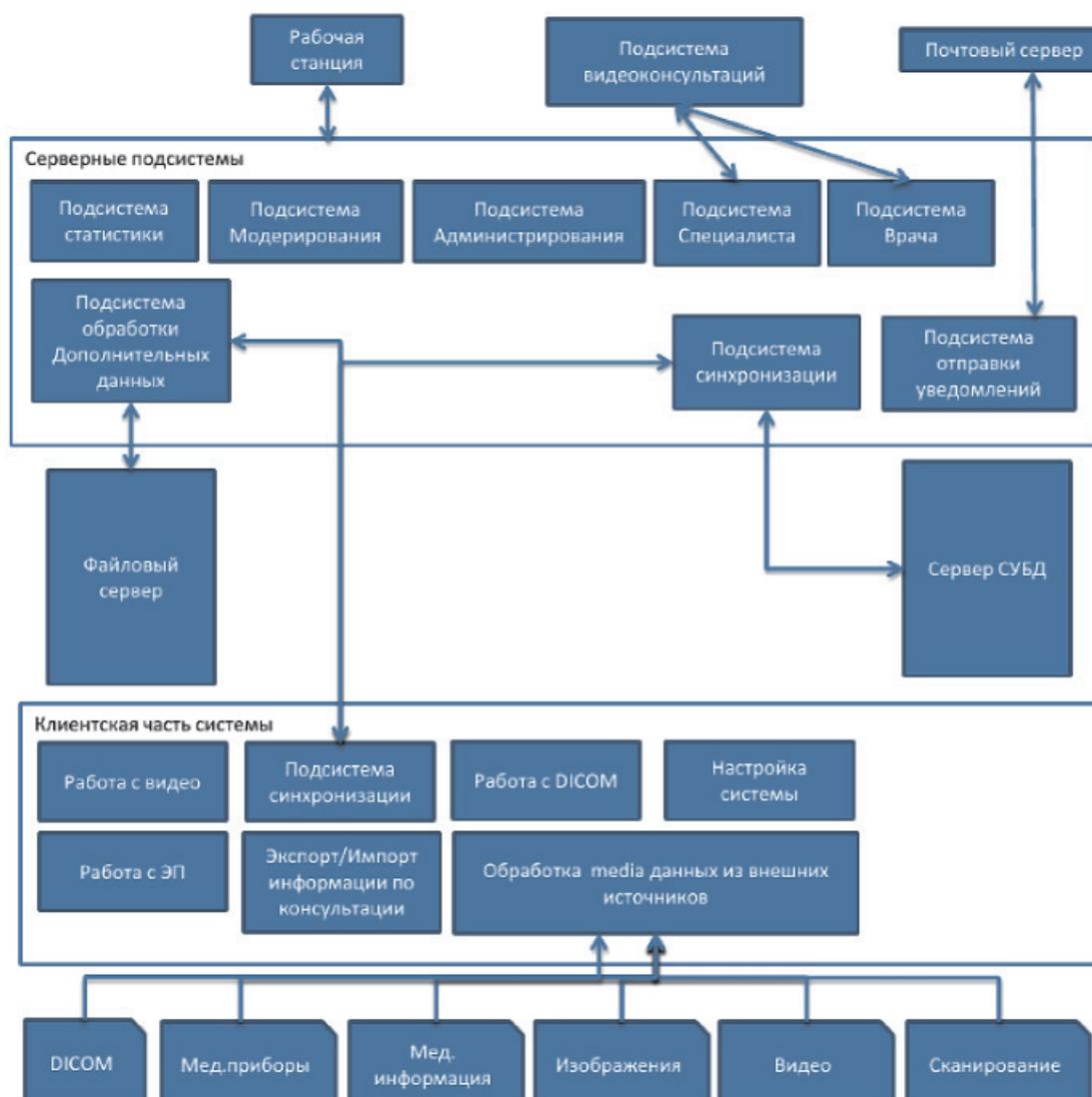


Рис. 2. Структура телемедицинской системы

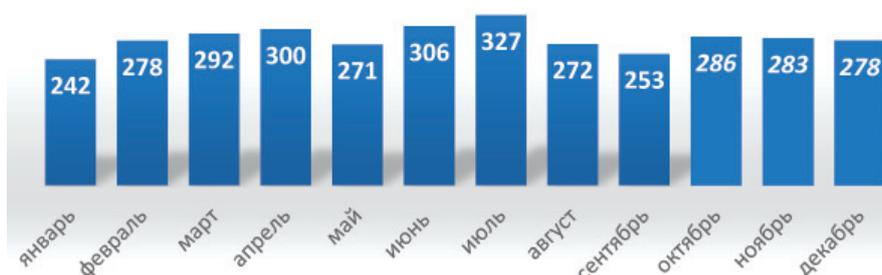


Рис. 3. Количество консультаций в 2015 году по месяцам

Рассмотрим, как происходит консультирование в телемедицинской системе. Лечащий врач, используя специализированную клиентскую программу либо стандартный Web-браузер, подготавливает данные о пациенте. Затем выбирает вра-

чей-специалистов, от которых хотел бы получить консультацию. Далее лечащий врач формирует запрос по консультации, прикрепляет дополнительные данные по истории болезни, включая видео- и аудиоинформацию, графическую и текстовую

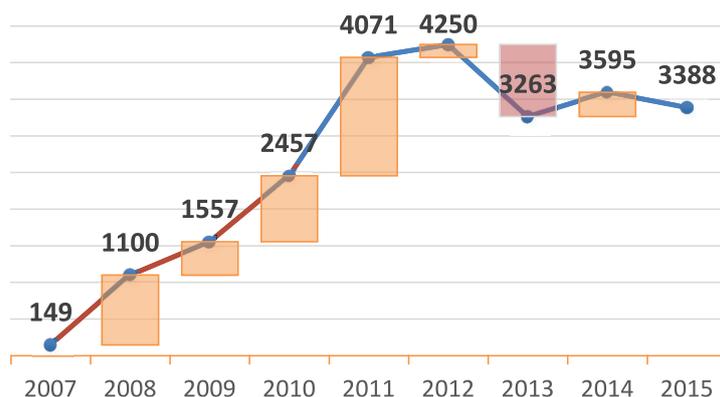


Рис. 4. Количество проведенных консультаций за период с 2007 по 2015 год

информацию, подписывает электронной подписью вопрос и дополнительную информацию по консультации и отправляет на сервер телеконсультаций. На сервере запрос автоматически обрабатывается, фиксируется в единой базе данных телемедицинских консультаций и рассылается по списку врачам-специалистам. Модератор телемедицинской системы в случае необходимости корректирует список врачей-специалистов. Врач-специалист, для которого предназначена данная консультация, получает консультацию с сервера телеконсультаций, изучает данные по консультации и формирует заключение по консультации. Заключение подписывается электронной подписью и направляется на сервер телеконсультаций. Поступившая на сервер телеконсультаций информация заносится в единую базу данных телемедицинской системы. Далее лечащий врач делает запрос на сервер телеконсультаций и забирает подготовленные консультации. Лечащий врач изучает заключения и рекомендации своих коллег и при необходимости может продолжить консультирование в режиме реального времени с использованием встроенной системы видеоконференцсвязи.

Опыт работы Югорского научно-исследовательского института информационных технологий показывает, что среднее время консультации в пределах одного региона составляет одни сутки.

Кроме того, в России появилось огромное количество корпоративных телемедицинских систем как в рамках одной организации, так и в масштабах целого региона. Телемедицинские проекты есть у таких компаний, как ОАО РЖД, Cisco и т.п.

### Заключение

Актуальность внедрения телемедицинских технологий в северных регионах России обусловлена большими расстояниями и слабо развитой транспортной инфраструктурой между населенными пунктами, количество которых в труднодоступных районах только увеличивается. На сегодняшний день использование телемедицинских технологий позволяет решать следующие задачи:

1. Предоставление высококачественной специализированной медицинской помощи в удаленные малонаселенные пункты.

2. Минимизация стоимости предоставления медицинских услуг в удаленных малонаселенных пунктах за счет отсутствия потребности в высокоскоростных каналах связи.

3. Обеспечение юридической значимости консультаций с помощью использования электронной подписи при подписании телемедицинских консультаций.

4. Решение проблемы отсутствия высококвалифицированных медицинских кадров в удаленных малонаселенных пунктах.

5. Оптимизация предоставления медицинской помощи населению за счет регламентации процессов консультирования.

6. Создание условий для взаимодобного общения врачей между собой.

Благодаря использованию телемедицинских технологий, в северных регионах России есть уникальная возможность для медицинских работников в малонаселенных пунктах оперативно проконсультироваться с коллегами из медицинских центров в крупных областных и районных городах, что снимает проблему профессиональной изолированности медицинских работников из глубинки и дает возможность минимизировать врачебную ошибку.

**Список литературы**

1. Баранов А.А., Вишнева Е.А., Намазова-Баранова Л.С. Телемедицина – перспективы и трудности перед новым этапом развития // Педиатрическая фармакология. – Вып. № 3. – Том 10. – 2013.
2. Владзимирский А.В. Телемедицина: монография. – Донецк: Изд-во «Ноулидж» (донецкое отделение), 2011. – 436 с.
3. Конюхов В.Н. Основы телемедицинских систем [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие; Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С.П. Королева (нац. исслед. ун-т). – Самара, 2012.
4. Куделина О.В., Хлынин С.М. Медицинская информатика. – Томск: СибГМУ. 2009. – 83 с.
5. Царегородцев А.Л., Огородников И.Н., Дружинин В.А. Опыт создания телемедицинской сети в Ханты-Мансийском автономном округе // Украинский журнал телемедицины и медицинской телематики. – 2013. – Т.11, № 1. – С. 187–193.
6. Царегородцев А.Л. Проблемы хранения и обработки медицинских данных в региональной телемедицинской информационной системе ХМАО // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2007. – № 3. – С. 7.
7. Центр стратегических исследований Республики Саха (Якутия) [Электронный ресурс] // Социально-экономическое развитие субъектов Российской Федерации с территориями Арктической зоны. – URL: <http://src-sakha.ru/wp-content/uploads/2015/07/Analiticheskaya-zapiska-po-regionam-AZ-RF.pdf>.

**References**

1. Baranov A.A., Vishneva E.A., Namazova-Baranova L.S. Telemedicina perspektivy i trudnosti pered novym etapom razvitija // Pediatricheskaja farmakologija. Vypusk no. 3. Tom 10. 2013.
2. Vladzimirskij A.V. Telemedicina: monografija / A.V. Vladzimirskij. Doneck: Izd-vo «Noulidzh» (doneckoe ot-delenie), 2011. 436 p.
3. Konjuhov V.N. Osnovy telemedicinskih sistem [Elektronnyj resurs]: jelektron. ucheb. posobie / V.N. Konjuhov; Minobrnauki Rossii, Samar. gos. ajerokosm. un-t im. S.P. Koroleva (nac. issled. un-t). Samara, 2012.
4. Kudelina O.V., Hlynin S.M. Medicinskaja informatika. Tomsk: SibGMU. 2009. 83 p.
5. Tsaregorodtsev A.L., Ogorodnikov I.N., Druzhinin V.A. Opyt sozdaniya telemedicinskoj seti v Hanty-Mansijskom avtonomnom okruge // Ukrainskij zhurnal telemediciny i medicinskoj telematiki. 2013. T.11, no. 1. pp. 187–193.
6. Tsaregorodtsev A.L. Problemy hranenija i obrabotki medicinskih dannyh v regionalnoj telemedicinskoj informacionnoj sisteme HMAO // Nauka i obrazovanie: nauchnoe izdanie MGTU im. N.Je. Baumana. 2007. no. 3. pp. 7.
7. Centr strategicheskikh issledovanij Respubliki Saha (Jakutija) [Elektronnyj resurs] // Socialno-jekonomicheskoe razvitie sub#ektov Rossijskoj Federacii s territorijami Arkticheskoy zony. URL: <http://src-sakha.ru/wp-content/uploads/2015/07/Analiticheskaya-zapiska-po-regionam-AZ-RF.pdf>.

УДК 621.7.01

## ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ КОНЦЕВЫХ ФРЕЗ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

<sup>1</sup>Чазов П.А., <sup>1</sup>Беспалов П.Н., <sup>2</sup>Коровин Г.И.

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»,

Томск, e-mail: [chapaese@gmail.com](mailto:chapaese@gmail.com);

<sup>2</sup>ООО ПК МИОН, e-mail: [pk-mion@mail.ru](mailto:pk-mion@mail.ru)

Статья посвящена анализу современных тенденций в области обработки резанием труднообрабатываемых сталей и титановых сплавов в условиях отечественного и зарубежного авиакосмического производства. Показана актуальность разработки специализированного режущего инструмента – монолитных концевых фрез, рассмотрены вопросы эффективности фрезерования титановых сплавов и труднообрабатываемых сталей, доля применения которых в общей массе изделий авиакосмической техники неуклонно растет. Проведен анализ конструкций концевых фрез ведущих мировых производителей и выявлены основные современные тенденции в области проектирования данных режущих инструментов. Показано, что совершенствование геометрических параметров является основной современной тенденцией в области проектирования концевых фрез для обработки титановых сплавов и труднообрабатываемых сталей, направленной на обеспечение эффективности обработки и выполнение специфичных требований к обработанной поверхности изделий авиакосмической техники.

**Ключевые слова:** обработка резанием, фрезерование, обработка титановых сплавов, геометрические параметры инструмента, волнообразный зуб

## FEATURES APPLICATIONS OF END MILLS FOR PROCESSING TITANIUM ALLOY AND HARD STEELS

<sup>1</sup>Chazov P.A., <sup>1</sup>Bespalov P.N., Korovin G.I.

<sup>1</sup>National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, e-mail: [chapaese@gmail.com](mailto:chapaese@gmail.com);

<sup>2</sup>ООО ПК МИОН, e-mail: [pk-mion@mail.ru](mailto:pk-mion@mail.ru)

This article analyzes the current trends in the field of machining of hard steel and titanium alloys in terms of domestic and foreign aerospace production. The urgency of developing a specialized cutting tools – solid end mills, the issues of efficiency of milling titanium alloys and hard-steels, which share the use of a total weight of aerospace products has been steadily increasing. The analysis of structures of end mills world's leading manufacturers, and identified the main current trends in the design of the cutting instruments. It is shown that the improvement of the geometric parameters of a major current trend in the design of end mills for machining titanium alloys and hard-steels, aimed at ensuring the effectiveness of treatment and the implementation of specific requirements for the machined surface of aerospace engineering products.

**Keywords:** machining, milling, processing of titanium alloys, the geometric parameters of the tool, wavy tooth

Современная тенденция к уменьшению веса летательных аппаратов способствует более широкому применению новых передовых материалов в авиакосмической промышленности, таких как композиты, титановые сплавы и сплавы Инконель. Поскольку эти материалы значительно легче и прочнее традиционных сплавов, каждый из них создает ряд трудностей при обработке, в особенности при фрезеровании и сверлении [10].

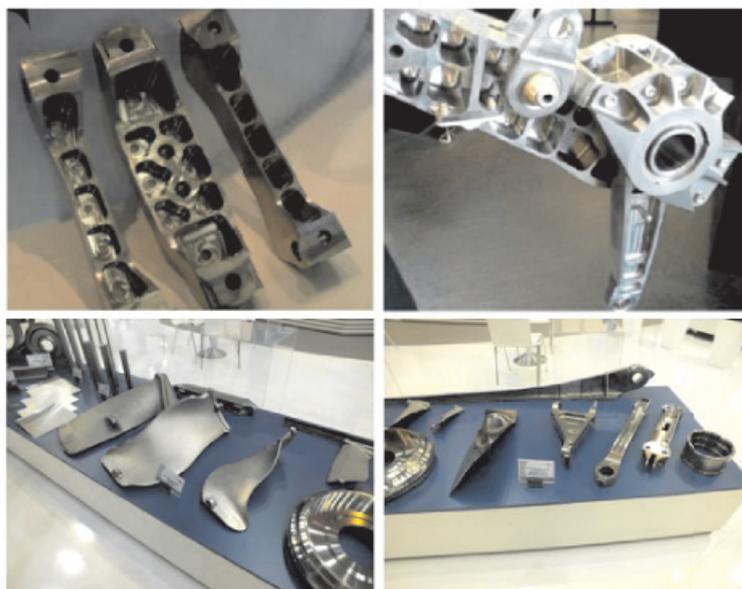
В данном отношении авиакосмическая отрасль обладает выраженной спецификой в плане конструктивной сложности изделий, особых физико-механических свойств применяемых материалов, специальных требований к технологическим методам получения и обработки изделий. При этом постоянное совершенствование конструкций авиакосмической техники требует все большего применения высокопрочных титановых сплавов и труднообрабатываемых

сталей. В настоящее время содержание титановых сплавов в конструкциях современной авиации составляет около 15%, сталей – до 10% (в том числе труднообрабатываемых), и в последующих поколениях авиакосмической техники их доля будет неизбежно расти.

Механическая обработка изделий из данных материалов характеризуется пониженной производительностью. При этом большая часть изделий обладает сложной пространственной формой, имеет множество карманов, тонких стенок и иных сложных в обработке элементов (рисунок). В результате чего при обработке резанием в стружку может уходить до 95% обрабатываемого материала, а операции черного и чистового фрезерования занимают 60–80% от всей трудоемкости механической обработки. Трудоемкость механической обработки титановых сплавов в 3–4 раза больше, чем для углеродистых

сталей, и в 5–7 раз выше, чем для алюминиевых сплавов. По данным ММПШ «Салют» коэффициент относительной обрабатываемости по отношению к стали 45 для титановых сплавов BT5 и BT5-1 составляет 0,35–0,48 и 0,22–0,26 для сплавов BT6, BT20 и BT22 [3].

пример, при изучении обработанных поверхностей деталей видны дефекты, как по шероховатости, так и по ее механическому состоянию. Также встречаются прижоги на поверхностях, в результате чего возникает необходимость дополнительной обработки деталей. Процесс резания сопровождается



*Детали авиационной техники*

В авиакосмической промышленности, а также в других отраслях индустрии, где есть необходимость не только в обработке крупногабаритных деталей – фрезерование больших карманов и уступов, но и в производстве сложных и высокоточных компонентов небольших размеров, таких как фитинги, кронштейны и другие точные детали из труднообрабатываемых материалов, применение фрез с механическим креплением пластин становится невозможно из-за большого диаметра инструмента. Поэтому для выполнения задачи единственно доступным инструментом являются монолитные фрезы.

Исследования, проводимые в области резания [20], показали, что главная проблема при обработке нержавеющей стали и титана – это высокая температура на кромке и высокая адгезия, ведущая к образованию нароста. Из-за этого титан обрабатывается на низких скоростях с относительно высокой и равномерной подачей. При низких скоростях резания наблюдается абразивный и адгезионный износ, которые дополняют друг друга. Повышение скорости и подачи ведет к увеличению концентрации температур и напряжений у режущих кромок инструмента [2]. На-

выкрашиванием и чрезмерным износом режущих кромок инструмента [8].

Другой серьезной проблемой является обеспечение требуемого качества поверхности, формируемой после обработки резанием, в отношении физико-механических характеристик поверхностного слоя, являющихся критичными для эксплуатационных свойств изделий авиакосмической техники. Титановые сплавы и труднообрабатываемые стали склонны к деформационному упрочнению, возникающему вследствие специфики напряженно-деформированного состояния в зоне резания, особых механических и теплофизических свойств.

Особенности кинематики процесса фрезерования в сочетании со специфическими физико-механическими свойствами титановых сплавов и труднообрабатываемых сталей приводят к возникновению вибраций технологической системы, приводящих к значительному падению качества обработанной поверхности, снижению ресурса инструмента и производительности процесса механической обработки. Данная проблема особенно остро проявляется при фрезеровании инструментом с соотношением длины рабочей части к диаметру более трех, применение которого обусловлено

необходимостью обработки изделий сложной пространственной формы, характерных для авиакосмической техники [18].

Согласно ряду исследований [1, 17], ключевую роль в плавности процесса резания играет угол наклона винтовой канавки концевой фрезы. Именно он оказывает решающее влияние на ее виброустойчивость, так как от его величины зависит величина осевых усилий, стремящихся выдернуть фрезу из шпинделя. Следует отметить, что фреза гладко обрабатывает поверхность заготовки только тогда, когда ее положение стабильно, то есть в любой момент времени хотя бы одно из режущих лезвий постоянно находится в контакте с обрабатываемой поверхностью [6]. Это условие определяет минимальную глубину заглупления фрезы, которое определяется расстоянием между витками в вертикальной плоскости, проходящей через ось фрезы. Если это условие нарушается, и фреза перестает контактировать с обрабатываемой заготовкой, она сразу подвергнется ударной нагрузке, которая будет стремиться изогнуть ее. Естественно, при этом возникают вибрации, которые приводят к более быстрому износу режущих кромок [22].

Практикой было установлено, что на угол наклона винтовой канавки концевой фрезы сильное влияние оказывают свойства обрабатываемого материала. Чем он мягче, тем угол наклона больше. Например, для обработки алюминия и меди он равняется 35–40 градусам, а для фрезерования стали – 25 градусам и меньше [4]. Чтобы сделать концевые фрезы универсальными, то есть пригодными для обработки разных материалов, угол винтовой канавки стали выполнять переменным [9]. Это позволяет не только улучшить отвод стружки, но и ускорять обработку прочных и сверхпрочных материалов.

Тенденции современного рынка режущего инструмента таковы, что для поддержания конкурентоспособности производители режущего инструмента вынуждены постоянно искать новые решения для обеспечения эффективности механической обработки. Разрабатываются такие новые геометрии режущей части концевых фрез, чтобы ими стало возможно работать с конкретными группами материалов. Постоянно идут эксперименты с формой режущей кромки, чтобы обеспечить обработку резанием на более высоких скоростях и одновременно при этом получать отфрезерованные поверхности с лучшим качеством.

Наиболее крупными мировыми производителями, специализирующимися на производстве фрез для обработки титановых сплавов и труднообрабатываемых сталей, являются следующие компании: Minicut

International Inc (Канада), Hanita metal works (Израиль), Melin Tool Company (США), Dauphin Precision Tool (США), ООО «ПК МИОН» (Россия) и др.

Так фрезы серии LIST M фирмы Minicut International Inc. (Канада), предназначенные для черновой обработки титановых сплавов и других труднообрабатываемых материалов, имеют заднюю поверхность с выкружками, чередующимися в шахматном порядке от зуба к зубу, что обеспечивает деление срезаемого слоя и эффективное стружкодробление, а также способствует повышению производительности [11]. Зубья фрез серии Crest-Kut тип KPSC, KPAC фирмы Weldon (США), предназначенных для черновой и чистой обработки авиационных материалов, выполнены таким образом, что развертка режущей кромки является синусоидой, которая способствует удалению стружки из зоны резания и повышению качества поверхности [12]. Аналогичную конструкцию имеют фрезы серии Aero-Cut тип CCAC4 и CCAC6 фирмы Melin (США) [13]. Фрезы серии WavCut фирмы Hanita (Израиль) предназначены для обработки титановых сплавов и нержавеющей сталей, в том числе при большой ширине фрезерования, они имеют переменный угол наклона стружечных канавок, за счет чего обеспечивается повышение производительности и улучшается отвод стружки из зоны резания [14]. Конструкция фрез серии 711, выпускаемых ООО «ПК МИОН», имеет режущую кромку, находящуюся на цилиндрической образующей, и переменный угол наклона стружечных канавок [15].

Таким образом, становится очевидным, что совершенствование геометрических параметров является основной современной тенденцией в области проектирования концевых фрез для обработки титановых сплавов и труднообрабатываемых сталей, направленной на обеспечение эффективности обработки и выполнение специфических требований к обработанной поверхности изделий авиакосмической техники.

### Список литературы

1. Афонасов А.И. Влияние среды на процесс резания титановых сплавов // Известия Томского политехнического института. – 1970. – № 173. – С. 137–141.
2. Бондарь С.В., Ласуков А.А. Изучение образования стружки при обработке жаропрочного сплава // Проблемы повышения эффективности металлообработки в промышленности на современном этапе. Материалы 10-ой Всероссийской науч.-практич. Конференции. – Новосибирск.
3. Давыденко Л.В. Обоснование требований к режимам термической обработки «альфа»+«бета»-титановых сплавов, обеспечивающим оптимальный комплекс механических свойств и обрабатываемости резанием: дис. ... канд. техн. наук: 05.16.01. – М., 2003.
4. Емельянов В.Д. Формообразование осевого инструмента с переменным углом подъема спирали для обработки

труднообрабатываемых материалов // Актуальные вопросы технических наук: материалы II междунар. науч. конф. (г. Пермь, февраль 2013 г.). – Пермь: Меркурий, 2013. – С. 53–55.

5. Ласуков А.А. Повышение работоспособности инструмента ионной имплантацией в условиях элементарного стружкообразования при обработке труднообрабатываемых сплавов: дис. ... канд. техн. наук. – Юрга, 2006.

6. Ласуков А.А. Некоторые вопросы при обработке жаропрочных и титановых сплавов // Современные технологические системы в машиностроении (СТСМ2003): сборник тезисов докладов междунар. науч.-практ. конференции. – Барнаул: Изд-во Алт. Гос. Тех. ун-та им. Ползунова.

7. Пачурин Д. В., Орлова Н. Ю. Обработка титана и титановых сплавов // Научная Сессия НИЯУ МИФИ-2014. Сборник научных. – С. 93.

8. Полетика М.Ф., Афонасов А.И. Характер износа твёрдосплавного инструмента при точении труднообрабатываемых сплавов титана // Известия Томского политехнического института. – 1976. – Т. 224. – С. 144–147.

9. Потапова М.С., Виноградов Д.В. Обзор фрез с криволинейной режущей кромкой // Наука и образование: электронное научно-техническое издание. – 2014. – № 11.

10. Фаворский В.В. М.И.В. Космонавтика и ракетно-космическая промышленность. Книга 2. Развитие отрасли (1976-1992). Сотрудничество в космосе. – М.: Машиностроение, 2003. – 434 с. – 2000 экз. – ISBN 5-217-03194-8.

11. Каталог режущего инструмента. – URL: [http://minicut.com/wp-content/uploads/catalogues/catch\\_the\\_wave\\_titanium.pdf](http://minicut.com/wp-content/uploads/catalogues/catch_the_wave_titanium.pdf).

12. Каталог режущего инструмента. – URL: <https://heritagecutter.com/BrubakerWeldon/PublicStore/catalog/M42-Multi-Flute-CC,228.aspx>.

13. Каталог режущего инструмента. – URL: <http://www.endmill.com/pages/software.html>.

14. Каталог режущего инструмента. – URL: [https://www.widia.com/content/dam/kennametal/widia/common/resources/downloads/literature/WIDIA%20Catalogs/Hanita-Rubig\\_A-09-02077EN\\_mm.pdf](https://www.widia.com/content/dam/kennametal/widia/common/resources/downloads/literature/WIDIA%20Catalogs/Hanita-Rubig_A-09-02077EN_mm.pdf).

15. Каталог режущего инструмента. – URL: [http://tdmion.ru/files/Frezy\\_koncevye\\_iz\\_bystrorezhushhej\\_stali-4.pdf](http://tdmion.ru/files/Frezy_koncevye_iz_bystrorezhushhej_stali-4.pdf).

16. Каталог режущего инструмента. – URL: <http://vsegost.com/Catalog/32/32392.shtml>.

17. Durul U., Özel T. Machining induced surface integrity in titanium and nickel alloys.

18. Huang P. et A. Milling force vibration analysis in high-speed-milling titanium alloy using variable pitch angle mill // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2012. – Т. 58. – № 1–4. – С. 153–160.

19. Wan M., Zhang W.-H., Yang Y. Phase width analysis of cutting forces considering bottom edge cutting and cutter runout calibration in flat end milling of titanium alloy // Journal of Materials Processing Technology. – Vol. 211, Iss. 11. – 2011.

20. Wang Z., Nakashima S., Larson M. Energy Efficient Machining of Titanium Alloys by Controlling Cutting Temperature and Vibration «in» All Documents; did you mean 6. wavy z., nakashima s., large m. eng efficient machining of titanium allows by controlling.

21. Yang D., Liu Z. Surface topography analysis and cutting parameters optimization for peripheral milling titanium alloy Ti–6Al–4V // International Journal of Refractory Metals and Hard Materials. – 2015. – Т. 51. – С. 192–200.

22. Zelinsky P. Getting the time out of titanium // Modern Machine Shop. – 2005.

современном этапе. Материалы 10-ой Всероссийской науч.-практ. Конференции. Новосибирск.

3. Davydenko L.V. Obosnovanie trebovanij k rezhimam termicheskoj obrabotki «alfa»+beta-titanovyh spлавov, obespechivajushhim optimalnyj kompleks mehanicheskikh svojstv i obrabatyvaemosti rezaniem // dissertacija kandidata tehniceskikh nauk : 05.16.01 Moskva 2003.

4. Emeljanov V.D. Formoobrazovanie oseвого instrumenta s peremennym uglom podema spirali dlja obrabotki trudnoobrabatyvaemyh materialov // Aktualnye voprosy tehniceskikh nauk: materialy II mezhdunar. науч. конф. (g. Perm, fevral 2013 g.). Perm: Merkurij, 2013. pp. 53–55.

5. Lasukov A.A. povyshenie rabotosposobnosti instrumenta ionnoj implantacij v uslovijah jelementnogo struzhkoobrazovanija pri obrabotke trudnoobrabatyvaemyh spлавov // dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehniceskikh nauk / Jurga, 2006.

6. Lasukov A.A. Nekotorye voprosy pri obrabotke zharoprochnyh i titanovyh spлавov // Sovremennye tehnologicheskie sistemy v mashinostroenii(STSM2003) / Sbornik tezisov dokladov mezhdunar. науч.-prakt. Konferencii. Barnaul: Izd-vo Alt. Gos. Teh.un-ta im.Polzunova.

7. Pachurin D. V., Orlova N. Ju. Obrabotka titana i titanovyh spлавov // Nauchnaja Sessija NIJaU MIFI-2014. Sbornik nauchnyh. pp. 93.

8. Poletika M.F., Afonasov A.I. Harakter iznosa tvjordospavnogo instrumenta pri tochenii trudnoobrabatyvaemyh spлавov titana // Izvestija Tomskogo politehnicheskogo instituta. 1976. T. 224. pp. 144–147.

9. Potapova M.S., Vinogradov D.V. Obzor fрез s krivolinejnoy rezhushhej kromkoj // Nauka i obrazovanie: jelektronnoe naučno-tehnicheskoe izdanie. 2014. no. 11.

10. Favorskij V.V. M.I.V. Kosmonavtika i raketno-kosmicheskaja promyshlennost. Kniga 2. Razvitie otrasli (1976–1992). Sotrudnichestvo v kosmose. M.: Mashinostroenie, 2003. 434 p. 2000 jekz. ISBN 5-217-03194-8.

11. Каталог rezhushhego instrumenta. URL: [http://minicut.com/wp-content/uploads/catalogues/catch\\_the\\_wave\\_titanium.pdf](http://minicut.com/wp-content/uploads/catalogues/catch_the_wave_titanium.pdf).

12. Каталог rezhushhego instrumenta. URL: <https://heritagecutter.com/BrubakerWeldon/PublicStore/catalog/M42-Multi-Flute-CC,228.aspx>.

13. Каталог rezhushhego instrumenta. URL:<http://www.endmill.com/pages/software.html>.

14. Каталог rezhushhego instrumenta. URL: [https://www.widia.com/content/dam/kennametal/widia/common/resources/downloads/literature/WIDIA%20Catalogs/Hanita-Rubig\\_A-09-02077EN\\_mm.pdf](https://www.widia.com/content/dam/kennametal/widia/common/resources/downloads/literature/WIDIA%20Catalogs/Hanita-Rubig_A-09-02077EN_mm.pdf).

15. Каталог rezhushhego instrumenta. URL: [http://tdmion.ru/files/Frezy\\_koncevye\\_iz\\_bystrorezhushhej\\_stali-4.pdf](http://tdmion.ru/files/Frezy_koncevye_iz_bystrorezhushhej_stali-4.pdf).

16. Каталог rezhushhego instrumenta. URL: <http://vsegost.com/Catalog/32/32392.shtml>.

17. Durul U., Özel T. Machining induced surface integrity in titanium and nickel alloys.

18. Huang P. et A. Milling force vibration analysis in high-speed-milling titanium alloy using variable pitch angle mill. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2012. T. 58. no. 1–4. pp. 153–160.

19. Wan M., Zhang W.-H., Yang Y. Phase width analysis of cutting forces considering bottom edge cutting and cutter runout calibration in flat end milling of titanium alloy. Journal of Materials Processing Technology, Vol. 211, Iss. 11. 2011.

20. Wang Z., Nakashima S., Larson M. Energy Efficient Machining of Titanium Alloys by Controlling Cutting Temperature and Vibration «in» All Documents; did you mean 6. wavy z., nakashima s., large m. eng efficient machining of titanium allows by controlling.

21. Yang D., Liu Z. Surface topography analysis and cutting parameters optimization for peripheral milling titanium alloy Ti–6Al–4V International Journal of Refractory Metals and Hard Materials. 2015. T. 51. pp. 192–200.

22. Zelinsky P. Getting the time out of titanium Modern Machine Shop. 2005.

## References

1. Afonasov A.I. Vlijanie sredy na process rezanija titanovyh spлавov //Izvestija Tomskogo politehnicheskogo instituta. 1970. no. . 173. pp. 137–141.

2. Bondar S.V., Lasukov A.A. Izuchenie obrazovanija struzhki pri obrabotke zharoprochnogo spлавa // Problemy povyshenija jeffektivnosti metalloobrabotki v promyshlennosti na

УДК 330.341.44

## ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В СИСТЕМЕ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКУПОК НА ЭФФЕКТИВНОЕ РАСХОДОВАНИЕ БЮДЖЕТНЫХ СРЕДСТВ И ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ГОСУДАРСТВА

Агапова Е.В.

*ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», Москва, e-mail: agapova@ranepa.ru*

В статье рассмотрены принципы контрактной системы, даны основные подходы к формированию понятия эффективности в сфере закупок, а также эффективного расходования бюджетных средств. Закреплен исчерпывающий перечень полномочий заказчиков контрактной системы (установление персональной ответственности), что позволит сформировать правоприменительную практику, учитывающую наиболее эффективные решения в сфере государственных и муниципальных закупок. Реализация антикризисных мер в 2015–2016 годах направлена на активизацию структурных изменений в российской экономике, стабилизацию работы системообразующих организаций в ключевых отраслях и достижение сбалансированности рынка труда, достижение положительных темпов роста и макроэкономической стабильности в среднесрочной перспективе. Важным механизмом является вовлечение государства в инновационные процессы посредством закупок продукции, обеспечивая экономический рост и поддержку предпринимательских структур.

**Ключевые слова:** контрактная система, эффективность закупок, сфера закупок, инновационная продукция, антикризисные меры, эффективное расходование средств

## MEASURES OF IMPACT OF CHANGE OF THE LEGISLATION IN SYSTEM OF GOVERNMENT PROCUREMENTS ON THE EFFECTIVE EXPENDITURE OF BUDGETARY FUNDS AND ECONOMIC ACTIVITY OF THE STATE

Agapova E.V.

*Federal State Budget Educational Institution of Higher Education The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, e-mail: agapova@ranepa.ru*

The article describes the principles of the contract system, are the main approaches to the formation of the concept of efficiency in procurement, and effective budget spending. Secured an exhaustive list of the powers of contract customers (establishing personal liability), which will form the legal practice taking into account the most effective solutions in the field of public procurement. The implementation of anti-crisis measures in 2015–2016 years is aimed at strengthening the structural changes in the Russian economy, stabilization of systemically important institutions in key sectors and the achievement of a balanced labor market, achieving positive growth rates and macroeconomic stability in the medium term. An important mechanism is the involvement of the state in the procurement processes through innovative products, providing economic growth and support of entrepreneurial structures.

**Keywords:** contract system, the efficiency of procurement, procurement, innovative products, anti-crisis measures, effective budget spending

Современный период развития и совершенствования системы государственных и муниципальных закупок характеризуется новыми подходами к формированию контрактной системы нашего государства. Указанные подходы базируются на шести принципах контрактной системы согласно Федеральному закону от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» (далее – Закон 44-ФЗ) [12]. В соответствии с принятым Законом 44-ФЗ контрактная система в сфере закупок основывается на принципах открытости, прозрачности информации о контрактной системе в сфере закупок, обеспечения конкуренции, профессионализма заказчиков, стимулирования инноваций, единства контрактной системы в сфере закупок, ответственно-

сти за результативность обеспечения государственных и муниципальных нужд, эффективности осуществления закупок [2]. Положением новой контрактной системы стало закрепление принципа персональной ответственности должностных лиц при осуществлении государственных и муниципальных закупок. Проанализируем принцип ответственности за результативность обеспечения государственных и муниципальных нужд и эффективность осуществления таких закупок.

Показатель результативности осуществляемой государством закупки в контрактной сфере должен сопоставляться с целями закупки, которые прописаны в обосновании закупки. Для привлечения к персональной ответственности должностных лиц такой критерий, как результативность, достаточно нетрудно проверить в рамках проводимого

мониторинга выполнения всех предписаний Закона 44-ФЗ. В оценке же эффективности преобладает субъективный фактор, невозможно установить единые стандарты при выборе форм и методов управленческого воздействия и проследить, чем руководствовало то или иное должностное лицо при формировании и обосновании конкретного вида государственной закупки.

Именно государственные и муниципальные нужды должны быть основными при формировании государственной закупки и выбора поставщика. Таким образом, можно сделать вывод: принцип ответственности за результативность обеспечения государственных и муниципальных нужд, эффективность осуществления закупок предполагает, что заказчик обязан исходить из необходимости достижения заданных результатов обеспечения государственных и муниципальных нужд. Установление персональной ответственности заказчиков контрактной системы, закрепление исчерпывающего перечня их полномочий позволит сформировать достойную правоприменительную практику, учитывающую наиболее эффективные решения в сфере государственных и муниципальных закупок.

Приоритетным условием эффективности закупок выступает действие принципа единства стандартов и действия соответствующей системы на всех уровнях государственных и корпоративных заказчиков. Очевидно, что результативность, экономичность и конкуренция близко связаны между собой и должны постоянно совершенствоваться. Соблюдение каждого должно сопровождать весь процесс закупок, и, главное – несоблюдение одного принципа на любой стадии определения поставщика влечет нарушение всей системы закупок и организационного процесса в том числе. Закрепленные основные гарантии в Федеральном законе от 18.07.2011 № 223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» (далее Закон 223-ФЗ) [13] и Законе 44-ФЗ неразрывно связаны с самим механизмом закупок, который должен быть результативным инструментом поддержки и развития малого и среднего предпринимательства. Ведь на протяжении всего периода становления системы закупок специалисты и практики говорят о ряде «барьеров», препятствующих правильной организации процесса, и выстраивании алгоритма определения поставщиков.

В государственных закупках разнообразностью коррупции являются необо-

снованные затраты. Они характеризуются тем, что при хищении бюджетных средств должностными лицами наносится вред национальной экономике. Следствием растраты бюджетных денег является общественное недоверие к государственному управлению. Общей проблемой коррупционности и протекционизма в закупках также является их безнаказанность и отсутствие ответственности за несоблюдение законодательства о закупках.

Для корпоративных и государственных заказчиков – это сговоры и недобросовестная конкуренция, а для малого бизнеса – это потеря интереса и стимула в участии в таких закупках. Потенциальных поставщиков субъектов малого предпринимательства вынуждают принимать такой «антиконкурентный регламент» деятельности в данной сфере. Поэтому государство и общество должны быть заинтересованы в прозрачности закупок и поддержке субъектов малого предпринимательства как в прямом или косвенном участии в закупках (предоставлении льгот и преференций), так и в их профессиональном образовании, что в контрактной системе выделяется отдельным принципом.

Использование механизмов процедур и способов определения поставщика является главной направляющей в совершенствовании основополагающих принципов закупок. Для получения информации о закупке товаров, работ, услуг и об условиях участия потенциальным поставщикам необходимо найти информацию на официальном сайте [3].

Государство должно стремиться к тому, чтобы все стороны процесса были опытными практиками-специалистами, исключая ошибки в своей важной работе. Рядом особенностей и в какой-то степени сложностью отличается работа, например, бюджетных учреждений. Такие заказчики являются распорядителями бюджетных средств, однако они имеют право на различный порядок организации закупок, который зависит от источников поступления финансовых средств. Так, при расходовании полученных субсидий заказчики обязаны руководствоваться процедурным Законом 44-ФЗ. А поступившие внебюджетные средства от приносящей доход деятельности такие заказчики имеют право тратить в соответствии с более лояльным на данный момент, рамочным Законом 223-ФЗ. Тем самым законодатель возвращается к основам формирования такого типа учреждений в период плановой экономики, при которых

бюджетные учреждения активно занимались предпринимательской деятельностью.

В настоящее время в России отмечается неблагоприятный сценарий развития экономики: происходит отток капитала, ослабляется рубль, повысились кредитные ставки, идет быстрое увеличение инфляции, сжатие инвестиционного и потребительского спроса. Наряду с вышеперечисленным в стране наблюдается слабая конкуренция, высокие административные барьеры и коррупционная составляющая. Выход из сложившейся экономической ситуации невозможен лишь силами самого предпринимательского сектора, без участия в этом государства. Сложившиеся факторы требуют вмешательства государственных инструментов для поддержания экономического баланса [1].

Реализация антикризисных мер Правительством Российской Федерации, начатая в декабре 2014 года, привела к необходимости создания комплексного документа, охватывающего все сферы деятельности субъектов экономических отношений в Российской Федерации. 27 января 2015 года появился утвержденный План первоочередных мероприятий по обеспечению устойчивого развития экономики и социальной стабильности в 2015 году [11] (далее – План).

Данный План нацелен на обеспечение устойчивого развития экономики и социальной стабильности в период наиболее сильного влияния неблагоприятной внешнеэкономической и внешнеполитической конъюнктуры. В 2015–2016 годах будут реализованы меры, направленные на активизацию структурных изменений в российской экономике, стабилизацию работы системообразующих организаций в ключевых отраслях и достижение сбалансированности рынка труда, снижение инфляции и смягчение последствий роста цен на социально значимые товары и услуги для семей с низким уровнем доходов, достижение положительных темпов роста и макроэкономической стабильности в среднесрочной перспективе.

Ключевые направления действий Правительства Российской Федерации в течение ближайших месяцев включают в себя:

- поддержку импортозамещения и экспорта по широкой номенклатуре несырьевых, в том числе высокотехнологичных, товаров;
- содействие развитию малого и среднего предпринимательства за счет снижения финансовых и административных издержек;
- создание возможностей для привлечения оборотных и инвестиционных

ресурсов с приемлемой стоимостью в наиболее значимых секторах экономики, в том числе при реализации государственного оборонного заказа;

- компенсацию дополнительных инфляционных издержек наиболее уязвимым категориям граждан (пенсионеры, семьи с несколькими детьми);

- снижение напряженности на рынке труда и поддержку эффективной занятости;

- оптимизацию бюджетных расходов за счет выявления и сокращения неэффективных затрат, концентрации ресурсов на приоритетных направлениях развития и выполнении публичных обязательств;

- повышение устойчивости банковской системы и создание механизма санации проблемных системообразующих организаций.

Для сферы государственных закупок представляются интересными следующие нормативные акты Правительства Российской Федерации, федеральных органов исполнительной власти, администраций субъектов Российской Федерации, принятые с целью реализации мер Антикризисного плана:

1. Постановление Правительства РФ от 5 марта 2015 г. № 196 «О случаях и порядке предоставления заказчиком в 2015 году отсрочки уплаты неустоек (штрафов, пеней) и (или) осуществления списания начисленных сумм неустоек (штрафов, пеней)» [5].

2. Постановление Правительства РФ от 6 марта 2015 г. № 198 «Об утверждении Правил изменения по соглашению сторон срока исполнения контракта, и (или) цены контракта, и (или) цены единицы товара, работы, услуги, и (или) количества товаров, объема работ, услуг, предусмотренных контрактами, срок исполнения которых завершается в 2015 году» [6].

3. Постановление Правительства РФ от 6 марта 2015 г. № 199 «О случаях и условиях, при которых в 2015 году заказчик вправе не устанавливать требование обеспечения исполнения контракта в извещении об осуществлении закупки и (или) проекте контракта» [7].

4. Постановление Правительства РФ от 20 марта 2015 г. № 256 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2014 г. № 1563» [8].

5. Приказ Федеральной антимонопольной службы от 3 февраля 2015 г. № 45/15 «Об утверждении Плана первоочередных мероприятий ФАС России по обеспечению устойчивого развития экономики и социальной стабильности в 2015 году» [10].

6. Приказ Министерства связи и массовых коммуникаций РФ от 1 апреля 2015 г. № 96 «Об утверждении плана импортозамещения программного обеспечения» [9].

7. Постановление Правительства Москвы от 10 февраля 2015 г. № 40-ПП «Об утверждении Плана обеспечения устойчивого развития экономики и социальной стабильности города Москвы в 2015 году» [4].

Многие запланированные мероприятия касаются снижения налоговой нагрузки и уменьшения давления со стороны государственных заказчиков при заключении и исполнении государственных контрактов.

В настоящее время одной из задач государства в закупочной политике является стимулирование научно-исследовательской деятельности, что позволяет опосредованно увеличивать предложение инновационных товаров безотносительно к объему спроса на них. В целом государство, увеличивая расходы на закупки, создает дополнительный спрос на инновационные товары и услуги, что, в свою очередь, вызывает рост валового внутреннего продукта. Крайне важно стимулировать вложения бизнеса в новые разработки, модернизацию производства и передовые технологии.

Вовлечение государства в инновационные процессы посредством закупок продукции является не только важным механизмом обеспечения экономического роста, но и основой поддержки предпринимательских структур, особенно молодых, так как позволяет им претендовать на приток денежных средств на ранних стадиях жизненного цикла и гарантирует появление спроса на продукцию, еще не завоевавшую рыночной доли. «Получив оплату от государства за поставленную инновационную продукцию, хозяйствующие субъекты увеличивают свои расходы на основе собственной предельной склонности к потреблению. Тем самым они способствуют увеличению общего спроса и росту ВВП. За счет этого механизма рост государственных расходов запускает процесс мультипликационного национального дохода, аналогичный тому, который возникает при увеличении частных инвестиций». Таким образом, государственная закупочная политика выполняет функцию стимулирования закупок продукции инновационного характера, развития экономики, способствует повышению макроэкономических показателей на уровне государства и ре-

гиона. Помимо гарантий получения дохода, частные компании, выполняющие государственные заказы, имеют возможность продемонстрировать рынку свою продукцию, что является основой увеличения прибыльности бизнеса в будущем. Основными проблемами закупок инновационной продукции в настоящее время являются сложность научного экспертного обоснования цели, потребности и объемов выделяемых материальных ресурсов; недостаточная транспарентность информации и отсутствие действенного контроля за расходованием бюджетных средств.

Во многих случаях прозрачность выполнения государственных закупок инновационной продукции только формальна. На практике часть из них представляет собой так называемые завуалированные субсидии. Как результат, возникают сложности при оценке объема фактически выделяемых средств на приобретение инновационной продукции. В связи с тем, что государственная закупочная политика приобретает особое значение в условиях роста инновационной составляющей в стратегии развития российской экономики, актуальным для заказчиков становится вопрос оценки экономической эффективности научно-исследовательских опытно-конструкторских работ (НИОКР). В рамках повышения требований к качеству приобретаемой продукции, развития конкурентной среды, оценки результативности реализации программ необходимо создание в регионах координационных советов, состоящих из представителей органов власти, бизнес-структур, общества и экспертов, занимающихся отраслевой спецификой. Данные советы должны обеспечить необходимый обмен информацией и взаимодействие заказчика с организациями сектора исследований и разработок.

Принятые изменения законодательства в сфере закупок в 2015 году позволят увеличить долю закупок инновационной продукции, вовлекут в российскую экономику молодые научные коллективы с новыми перспективными разработками. В свою очередь реализация Правительством Российской Федерации антикризисных мер в 2015 – 2016 годах защитит российскую экономику от последствий санкций крупных развитых стран в отношении России и позволят отечественному производителю частично укрепить позиции.

## Список литературы

1. Андреева Л.В. Закупки товаров и энергосервисных работ для федеральных государственных нужд: правовое регулирование. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Волтерс Клувер, 2011. – 302 с.
2. Ломтева Е.В. Малое инновационное предприятие – развитие столичного образования // Научные исследования в образовании. – 2013. – № 3. – С. 24–26.
3. Официальный сайт Единой информационной системы в сфере закупок. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zakupki.gov.ru/epz/main/public/home.html> (дата обращения 29.02.2016).
4. Постановление Правительства Москвы от 10 февраля 2015 г. № 40-ПП «Об утверждении Плана обеспечения устойчивого развития экономики и социальной стабильности города Москвы в 2015 году».
5. Постановление Правительства РФ от 5 марта 2015 г. № 196 «О случаях и порядке предоставления заказчиком в 2015 году отсрочки уплаты неустоек (штрафов, пеней) и (или) осуществления списания начисленных сумм неустоек (штрафов, пеней)».
6. Постановление Правительства РФ от 6 марта 2015 г. № 198 «Об утверждении Правил изменения по соглашению сторон срока исполнения контракта, и (или) цены контракта, и (или) цены единицы товара, работы, услуги, и (или) количества товаров, объема работ, услуг, предусмотренных контрактами, срок исполнения которых завершается в 2015 году».
7. Постановление Правительства РФ от 6 марта 2015 г. № 199 «О случаях и условиях, при которых в 2015 году заказчик вправе не устанавливать требование обеспечения исполнения контракта в извещении об осуществлении закупки и (или) проекте контракта».
8. Постановление Правительства РФ от 20 марта 2015 г. № 256 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2014 г. № 563».
9. Приказ Министерства связи и массовых коммуникаций РФ от 1 апреля 2015 г. № 96 «Об утверждении плана импортозамещения программного обеспечения».
10. Приказ Федеральной антимонопольной службы от 3 февраля 2015 г. № 45/15 «Об утверждении Плана первоочередных мероприятий ФАС России по обеспечению устойчивого развития экономики и социальной стабильности в 2015 году».
11. Распоряжение Правительства РФ от 27.01.2015 № 98-р «Об утверждении плана первоочередных мероприятий по обеспечению устойчивого развития экономики и социальной стабильности в 2015 году».
12. Федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_law\\_144624/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_144624/) (дата обращения 30.11.2015).
13. Федеральный закон от 18.07.2011 № 223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридиче-

ских лиц» // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_law\\_116964/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_116964/) (дата обращения 30.11.2015).

## References

1. Andreeva L.V. Zakupki tovarov i jenergoservisnyh rabot dlja federalnyh gosudarstvennyh nuzhd: pravovoe regulirovanie. 2-e izd., pererab. i dop. M.: Volters Kluver, 2011. 302 p.
2. Lomteva E.V. Maloe innovacionnoe predpriatie razvitiye stolichnogo obrazovaniya // Nauchnye issledovaniya v obrazovanii. 2013. no. 3. pp. 24–26.
3. Oficialnyj sajt Edinoj informacionnoj sistemy v sfere zakupok. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://zakupki.gov.ru/epz/main/public/home.html> (data obrashheniya 29.02.2016).
4. Postanovlenie Pravitelstva Moskvy ot 10 fevralja 2015 g. no. 40-PP «Ob utverzhenii Plana obespecheniya ustojchivogo razvitiya jekonomiki i socialnoj stabilnosti goroda Moskvy v 2015 godu».
5. Postanovlenie Pravitelstva RF ot 5 marta 2015 g. no. 196 «O sluchajah i porjadke predostavleniya zakazchikom v 2015 godu otsrochki uplaty neustoeok (shtrafov, penej) i (ili) osushhestvleniya spisaniya nachislennyh summ neustoeok (shtrafov, penej)».
6. Postanovlenie Pravitelstva RF ot 6 marta 2015 g. no. 198 «Ob utverzhenii Pravil izmeneniya po soglasheniju storon ispolneniya kontrakta, i (ili) ceny kontrakta, i (ili) ceny edinicy tovara, raboty, uslug, i (ili) kolichestva tovarov, obema rabot, uslug, predusmotrennyh kontraktami, srok ispolneniya kotoryh zavershaetsja v 2015 godu».
7. Postanovlenie Pravitelstva RF ot 6 marta 2015 g. no. 199 «O sluchajah i uslovijah, pri kotoryh v 2015 godu zakazchik vprave ne ustanavlivat trebovanie obespecheniya ispolneniya kontrakta v izveshhenii ob osushhestvlenii zakupki i (ili) proekte kontrakta».
8. Postanovlenie Pravitelstva RF ot 20 marta 2015 g. no. 256 «O vnesenii izmenenij v postanovlenie Pravitelstva Rossijskoj Federacii ot 27 dekabrja 2014 g. no. 563».
9. Prikaz Ministerstva svjazi i massovyh kommunikacij RF ot 1 aprelja 2015 g. no. 96 «Ob utverzhenii plana importozamesheniya programmnoho obespecheniya».
10. Prikaz Federalnoj antimonopolnoj sluzhby ot 3 fevralja 2015 g. no. 45/15 «Ob utverzhenii Plana pervoocherednyh meroprijatij FAS Rossii po obespecheniju ustojchivogo razvitiya jekonomiki i socialnoj stabilnosti v 2015 godu».
11. Rasporjazhenie Pravitelstva RF ot 27.01.2015 no. 98-r «Ob utverzhenii plana pervoocherednyh meroprijatij po obespecheniju ustojchivogo razvitiya jekonomiki i socialnoj stabilnosti v 2015 godu».
12. Federalnyj zakon ot 05.04.2013 no. 44-FZ «O kontraktnoj sisteme v sfere zakupok tovarov, rabot, uslug dlja obespecheniya gosudarstvennyh i municipalnyh nuzhd» // [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_law\\_144624/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_144624/) (data obrashheniya 30.11.2015).
13. Federalnyj zakon ot 18.07.2011 no. 223-FZ «O zakupkah tovarov, rabot, uslug otdelnymi vidami juridicheskikh lic» // [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_law\\_116964/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_116964/) (data obrashheniya 30.11.2015).

УДК 338.14

## ДИНАМИКА ОСНОВНЫХ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ РОССИИ В КОНТЕКСТЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ САНКЦИЙ

**Асланова Л.О., Батова Б.З., Аликаева М.В.**

*ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова»,  
Нальчик, e-mail: lorik7773@mail.ru*

Дана характеристика экономического положения России в мире. Раскрыта система макроэкономических индикаторов, которые позволяют определить уровень экономической безопасности государства, а также оценены макроэкономические результаты. Обосновано, что территориальная плотность и организация экономической жизни, инфраструктурная освоенность территории, ее инновационность влияют на конкурентоспособность российской экономики, на ее возможность стать центром региональной интеграционной группировки. Высказана гипотеза о том, что санкции направлены на ограничение присутствия российских компаний в различных сегментах мирового и, прежде всего, европейского рынка. Предположено, что основными факторами, влияющими на глубину кризиса, являются: цены на нефть на мировом рынке; экономические санкции против России; готовность правительства и Центрального банка к адекватным действиям во время кризиса.

**Ключевые слова:** макроэкономика, санкции, индикаторы экономики, геополитика, конкурентоспособность, инновации

## DYNAMICS OF THE MAIN MACROECONOMIC INDICATORS OF RUSSIA IN THE CONTEXT OF ECONOMIC SANCTIONS

**Aslanova L.O., Batova B.Z., Alikaeva M.V.**

*Kabardino-Balkarian state University of H.M. Berbekov,  
Nalchik, e-mail: lorik7773@mail.ru*

The characteristic of Russian economic situation in the world. Discloses a system of macroeconomic indicators, which allow us to determine the level of economic security of the state, as well as the estimated macroeconomic results. It is proved that the territorial density and organization of economic life, the infrastructural development of the territory and its innovative impact on the competitiveness of the Russian economy, on its ability to become a center of regional integration grouping. It is hypothesized that the sanctions are aimed at limiting the presence of Russian companies in various segments of the world and, above all, the European market. It is expected that the main factors affecting the depth of the crisis are: the price of oil on the world market; economic sanctions against Russia; government readiness and the Central Bank to appropriate actions during the crisis.

**Keywords:** macroeconomics, the sanctions, the indicators of the economy, geopolitics, competitiveness, innovation

Позиции России в глобальной экономике во многом определяются особенностями ее пространства, его свойствами и качествами. Территориальная плотность и организация экономической жизни, инфраструктурная освоенность территории, ее инновационность в немалой степени влияют на конкурентоспособность российской экономики и ее возможность стать центром региональной интеграционной группировки [2].

Экономика России имеет достаточный потенциал для поступательного развития. Страна обладает 6% мировых запасов нефти, почти четвертью мировых запасов газа, около 10% воды, 8% пахотных земель и 23% мирового лесного массива. Имея 2% мирового населения Земли, Россия занимает 25-е место (из 139) по количественным параметрам образования, а по размеру внутреннего рынка – 9-е место в мире. И российская экономика должна расти быстрее глобальной эконо-

мики, чтобы сократить отставание от экономических лидеров. За последние годы в России наблюдается положительная динамика фундаментальных макроэкономических индикаторов, однако за всем этим внешним благополучием кроются серьезные проблемы, копившиеся не одно десятилетие [1].

К основным проблемам в первую очередь относятся структурные диспропорции. Наличие собственных природных богатств уже давно превратилось из конкурентного преимущества на мировом рынке в помеху экономического прогресса, сделав возможной сырьевую ориентацию отечественной экономики. Без учета доходов от нефти и газа дефицит федерального бюджета в ближайшие три года составит 10%. Это означает, что российское макроэкономическое благополучие критически зависит от цены углеводородов на мировом рынке. Конечно, российская экономика испытывает серьезные

трудности. Об этом говорит почти вдвое обесценившийся рубль, который крепко «привязан» к цене на нефть. Однако не только дешевающее сырье способствует обнажению старых проблем и появлению новых.

Еще одной проблемой для нашей страны стали санкции со стороны других государств. Уже в 2014–2015 годах экономика РФ испытывала международный прессинг. Отличительной особенностью данных санкций является их избирательная направленность, т.е. ограничения накладываются не на государство в целом, как на единый геоэкономический субъект, а на отдельных резидентов страны: коммерческие структуры и физические лица. Также отдельно следует отметить, что санкции исходят не только от отдельных государств, но и от экстерриториальных организаций.

Согласно распространенной в экспертном сообществе точке зрения, введение санкций против РФ связано главным образом с ее политической позицией касательно украинского кризиса. И в связи с последними политическими реалиями существенно возросла неопределенность, связанная с дальнейшим развитием событий, касающихся как возможного экономико-политического курса России, так и международной реакции на него. Тем не менее причины санкций против России многосложные в своей основе и хронологии, и их можно разделить как на политические, так и на финансово-экономические [3].

С распадом СССР у экономики Российской Федерации оказалось не так много отраслей, способных конкурировать на мировом рынке. Если проанализировать отраслевую структуру санкций против России, то можно обнаружить, что они направлены против ключевых отраслей экономики РФ: нефтяной, газовой, атомной и военной промышленности, а также против российского банковского капитала.

Поскольку большая доля экспорта России ориентирована на европейский рынок, то на практике санкции, направленные против РФ, означают вытеснение российских компаний с европейского рынка. Стремительный рост нефтедобычи и газодобычи внутри некоторых стран ведёт к глобальному переделу мирового рынка в данном сегменте. При сохранении или расширении текущих санкций можно ожидать уменьшения доли рос-

сийских компаний на нефтяном и газовом рынке Европы и замещение их американскими и британскими компаниями, которые ранее работали на рынок США. Таким образом, зависимость России от поставок сырья на рынок ЕС дала о себе знать, соответственно, диверсификация рынков сбыта становится приоритетной задачей для экономики РФ, требующей форсированного разрешения.

Кроме того продвижение крупного бизнеса на внешние рынки чаще всего сопряжено с продвижением банковского капитала на данные рынки. Усиление позиций российского бизнеса на европейском рынке было связано с экспансией российского банковского капитала на рынок Европы с целью поддержки российских экспортных компаний и участия российского капитала в крупных международных инвестиционных проектах. Финансовые резервы, накопленные РФ, позволили российским государственным и полугосударственным банкам в первые годы после мирового финансового кризиса начать приобретать зарубежные банковские активы и расширять филиальную сеть за рубежом. Тем более что многие банки Европы и мира оказались в затруднительном финансовом положении и меняли собственников. Рост валютных резервов и капитализации российских банков, а также финансовые затруднения ведущих мировых банковских институтов позволили России осуществить экспансию на внешние финансовые рынки и закрепиться на них с целью поддержки российских компаний за рубежом. Ведущие российские банки операционно и финансово поддерживают деятельность нефтегазовых, атомных, авиационных, оборонных, информационных и иных компаний России на внешних рынках. Следовательно, введение санкций против российских банков расширяет инструментарий для вытеснения российских компаний с внешних рынков и прежде всего – европейского.

Рассматривая фундаментальные макроэкономические индикаторы, в России только с середины 2009 года по 2013 год можно наблюдать положительную динамику. В 2014 году эти же показатели демонстрировали спад. В 2015 году негативные тенденции сохранились. Потери от санкций оцениваются по итогам 2015 г. в 75 млрд евро, или 4,8% ВВП, а по итогам I квартала – в 1,5% от ВВП, или 25 млрд евро (таблица) [8].

Динамика основных макроэкономических индикаторов за 2009–2014 гг. (включая 1 и 2 квартал 2015 г.) [1, 8]

Макроэкономический индикатор	2009	2010	2011	2012	2013	2014	1 кв, 2015	2 кв, 2015
ВВП, млрд руб.	38807,22009	46308,52010	155799,6	20262599,1	21366190,1	71406,4	16 564,8	–
Индекс базовых отраслей (промышленность, %)	90,7	107,3	105,0	103,4	100,4	101,7	99,6	95,1
Инвестиции в основной капитал, млрд руб.	7976,0	9152,1	11035,7	12568,8	13255,5	13527,7	1 969,7	3 020,8
Изменение иностранных обязательств нефинансового сектора, млрд долл. («+» – увеличение, «–» – сокращение)	34,2	24,9	62,2	39,9	105,7	19,0	–8,0	3,9
Реальные располагаемые доходы населения	103,1	105,1	100,4	104,4	104,0	99,3	98,7	95,4
Общий уровень безработицы, млн чел	6,3	5,6	5,0	4,1	4,1	4,2	–	–
Общий уровень безработицы, %	8,4	7,5	6,6	5,7	5,5	5,3	–	5,4
ИПЦ, %	108,8	108,8	106,1	106,6	106,5	111,4	–	–
ИППЦ, %	113,9	116,7	112,0	105,1	103,7	105,9	–	–
Золотовалютные резервы, млрд долл.	439,0	479,4	498,6	537,6	509,6	385,5	356,4	361,6
Денежная база, млрд руб	6467,3	8190,3	8644,1	9899,6	10503,9	11332,0	9 662,5	9 706,5
Денежная масса М2, млрд руб	15267,6	20011,9	24483,1	27405,4	31404,7	32110,5	31 636,7	32 492,8
Официальный валютный курс	30,2	30,5	32,2	30,4	32,7	56,3	58,5	55,5
Индекс реального курса рубля к доллару	99,6	104,0	101,0	107,2	98,2	65,6	65,4	71,0
Цена нефти Urals	60,4	77,9	109,0	110,4	107,7	97,7	52,2	59,9
Экспорт, млрд долл	303,4	400,6	522,0	530,8	523,3	497,8	89,9	92,7
Импорт, млрд долл	191,8	248,6	323,8	335,4	341,3	308,0	45,4	48,5
Счет текущих операций, млрд долл	48,6	71,1	98,8	81,2	34,8	59,5	28,9	19,2
Доходы консолидированного бюджета, млрд руб	13599,7	15715,9	20853,7	23088,7	24082,4	26371,1	6 044,6	6 704,0
Расходы консолидированного бюджета, млрд руб	15847,3	17301,0	20004,8	22825,8	24931,1	27216,0	6 491,8	7 139,7
Дефицит/профицит	–2426,6	–1585,1	848,9	262,9	–848,7	–844,9	–447,2	–435,7
Государственный внутренний долг в ценных бумагах, млрд руб	–	–	–	3977,2	4358,4	4427,1	5383,0	–
Активы банковского сектора, млрд руб	28 022,3	29 430,0	33 804,6	41 627,5	49 509,6	26500	35200	20500
Инфляция, %	8,8	8,78	6,1	6,58	6,45	11,36	11,17	11,17
Ставка рефинансирования, %	9,0	7,75	10,5	8,8	8,25	8,25	11,0	11,0

Стабилизировался валютный рынок, экономика постепенно адаптируется к плавающему курсу рубля. Сохраняется по-прежнему невысокий уровень государственного долга. Дефицит федерального бюджета, хотя и несколько увеличился, по итогам этого года остался на экономически безопасном уровне. Безработица остается в пределах разумных показателей, она низкая применительно к сопоставимым условиям в других странах. Субъектам РФ в текущем году будет выделено 27,2 млрд руб. из федерального бюджета на цели поддержания занятости населения. По мере замедления инфляции снижается и ключевая ставка Банка России. ЦБ РФ прогнозирует инфляцию на уровне 7% в середине 2016 года. Если внешнее давление будет усиливаться, цены на нефть сохранятся на критически низком уровне надолго, придется развиваться в другой экономической реальности. «Впервые за всю историю России после распада СССР, а в чем-то вообще за всю историю России в XX веке, в период советский и постсоветский, наша страна оказалась под воздействием сразу двух внешних шоков: резкого падения цен на нефть и беспрецедентно жесткого санкционного давления, – заявил премьер Д.М. Медведев. – С таким набором одновременных вызовов мы никогда не сталкивались».

Продолжительное сохранение санкций может привести к нарастающим потерям в объеме производства в среднесрочной перспективе до 9% ВВП, учитывая, что уменьшение накопления капитала и передачи технологий ведет к ослаблению снижающегося роста производительности.

В результате введения санкций в стране произошли следующие события, приведшие к экономическим потерям (таблица):

- рост оттока капитала до 130 млрд долл., из них на период после введения санкций пришлось около 96 млрд долл.;
- девальвация национальной валюты;
- закрытие рынка внешних кредитов при сжатии российского кредитного рынка;
- сокращение нефтегазовых доходов в долларовом выражении;
- закрытие иностранных компаний, вывод иностранных активов;
- рост инфляции;
- сокращение доходов населения;
- банковский кризис, спровоцированный ужесточением денежно-кредитной политики ЦБ и массовым оттоком вкладов физических лиц из-за девальвации и др. [7].

Делая прогнозы относительно состояния экономики в 2015–2016 гг., эксперты

рассматривают три основных фактора влияния на глубину кризиса:

- цены на нефть на мировом рынке;
- экономические санкции против России;
- готовность правительства и Центробанка к адекватным действиям во время кризиса.

Нынешняя сырьевая структура российской экономики делает цены на энергоносители главным фактором, влияющим на масштабы кризиса. 2015 год стал тяжелым для российской экономики. При продолжающемся падении цен на нефть и обесценивании рубля потребительский рынок показал резкий рост цен и падение спроса. Соответственно, объемы производства упали, экономика вошла в рецессию. Уровень рецессии составил примерно 2%, инвестиции сократились на 10%, а реальные доходы граждан упали на 2%. Кризис остановил целые отрасли промышленности. Уже сейчас ощутимо упали объемы производства в машиностроении, автомобильной промышленности и в строительстве. Естественно, связанные со строительством отрасли также оказались на грани остановки. Экономика России достаточно зависима от ввоза наукоемких технологий, продукции машиностроения, лекарств, в значительной степени и продовольствия. Основными партнерами России по импорту являются как раз страны Евросоюза, те, что применили против РФ санкции. Если экономическая компонента соответствующих мер приобретет системный характер, то дефицит импортной продукции не заставит себя долго ждать. Результатом снижения притока инвестиций может быть замедление роста ВВП.

Влияние санкций на экономику России может явным образом прослеживаться в аспекте привлечения иностранных инвестиций. В частности, могут пострадать кредитные рейтинги РФ, являющиеся основным индикатором привлекательности страны для зарубежного капитала. Принятая Центробанком ключевая ставка в 17% делает кредитование бизнеса невозможным, а ожидаемый массовый невозврат кредитов из-за снижения уровня доходов заемщиков угрожает банковской системе большими потерями.

Приходится констатировать, что экономика России в 2016 году может столкнуться с серьезными трудностями. Как ни парадоксально, это может явиться поводом для структурной перестройки экономики, становления собственного конкурентного и инновационного производства и ухода от сырьевой модели.

**Список литературы**

1. Асланова Л.О., Батова Б.З. Геоэкономическое положение России в мире: проблемы и перспективы. Современные проблемы науки и образования: интернет – журнал. URL: <http://www.science-education.article/view?id=12359>.
2. Барт А.А. Совершенствование механизма обеспечения экономической безопасности России в условиях глобализации: монография. – Saarbrücken: Lap Lambert Academic Publishing GmbH & Co, 2011.
3. Дмитриев Ю.А., Гундорова М.А. Многоуровневый анализ функционирования региональных социально-экономических систем в условиях инновационной трансформации: монография. – М., 2012.
4. Доклад об экономике России МВФ 2014–2015: URL: <http://www.worldbank.org/content/dam/worldbank/document/eca/russia/rer33-rus.pdf>.
5. Официальный сайт Министерства финансов Российской Федерации: URL: <http://www.minfin.ru>.
6. Неклесса А.И. Глобальное сообщество: новая система координат (подходы к проблеме) / РАН. науч. сов. по ист. миров. культуры, нац. ин-т развития, центр геоэконом. и соц. исслед. и др. – СПб.: Алетейя, 2000.
7. Санкции против России: ожидания и результаты. – URL: <http://www.eurointegration.com.ua/articles/2015/06/22/7035095>.
8. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс] // Официальная статистика / Национальные счета: сайт. – URL: [http://www.gks.ru/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/accounts](http://www.gks.ru/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/accounts).
9. Центральный Банк Российской Федерации [Электронный ресурс]: сайт. – URL: <http://www.cbr.ru>.

**References**

1. Aslanova L.O., Batova B.Z. Geoeconomic position of Russia in the world: problems and perspectives. Modern problems of science and education: internet journal. URL: <http://www.science-education.article/view?id=12359>.
2. Bart A.A. Sovershenstvovanie mehanizma obespechenija jekonomicheskoj bezopasnosti Rossii v uslovijah globalizacii: monografija. Saarbrücken: Lap Lambert Academic Publishing GmbH & Co, 2011.
3. Dmitriev Ju.A., Gundorova M.A. Mnogourovnevnyj analiz funkcionirovanija regionalnyh socialno-jekonomicheskikh sistem v uslovijah innovacionnoj transformacii: monografija. M., 2012.
4. Doklad ob jekonomike Rossii MVF 2014–2015: URL: <http://www.worldbank.org/content/dam/worldbank/document/eca/russia/rer33-rus.pdf>.
5. Oficialnyj sajt Ministerstva finansov Rossijskoj Federacii: URL: <http://www.minfin.ru>.
6. Neklessa A.I. Globalnoe soobshhestvo: novaja sistema koordinat (podhody k probleme) / RAN. nauch. sov. po ist. mirov. kultury, nac. in-t razvitija, centr geojekonom. i soc. issled. i dr. SPb.: Aletejja, 2000.
7. Sankcii protiv Rossii: ozhidanija i rezultaty. URL: <http://www.eurointegration.com.ua/articles/2015/06/22/7035095>.
8. Federalnaja sluzhba gosudarstvennoj statistiki. [Elektronnyj resurs] // Oficialnaja statistika / Nacionalnye scheta: sajt. URL: [http://www.gks.ru/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/accounts](http://www.gks.ru/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/accounts).
9. Centralnyj Bank Rossijskoj Federacii [Elektronnyj resurs]: sajt. URL: <http://www.cbr.ru>.

УДК 33.338.462

## ОСОБЕННОСТИ МОТИВАЦИИ СОТРУДНИКОВ АУТСОРСИНГОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

**Балдин О.В.**

*ГОУ ВПО «Донской государственный технический университет»,  
Ростов-на-Дону, e-mail: o.baldin@yandex.ru*

Предметом рассмотрения статьи являются особенности оценки количественных и качественных показателей в работе сотрудников аутсорсинговых компаний и соответствующие способы мотивации их труда. Базируясь на методе реперных точек, предложенных автором в статье «Основные направления повышения эффективности в деятельности ИТ-аутсорсинговых предприятий», была проведена апробация данной методики в аутсорсинговой компании. Результаты проведенного исследования и организационные выводы представлены в данной статье. Важнейшим результатом апробации «метода реперных точек» стало изменение подхода руководства фирмы к оценке причинно-следственной связи между показателями сервисного обслуживания с одной стороны – и экономической стабильностью предприятия – с другой. По результатам проведенного анализа сделаны выводы о путях и методах повышения эффективности предприятий ИТ-аутсорсинга.

**Ключевые слова:** аутсорсинг, мотивация персонала, бизнес-процесс, SLA-договор

## FEATURES OF MOTIVATION OF EMPLOYEES OF OUTSOURCING COMPANIES

**Baldin O.V.**

*Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: o.baldin@yandex.ru*

The subject of the article are the features of evaluation of quantitative and qualitative indicators of the employees of outsourcing companies, and appropriate ways to motivate their work. Based on the method of reference points, proposed by the author in the article «The main directions of improving the efficiency of IT outsourcing enterprises», was carried out testing of this methodology in the outsourcing company. The results of the research and organizational conclusions presented in this article. The most important result of testing «the method of reference points» was a change in leadership of the company approach to the assessment of the cause – effect relationship between indicators of service on the one hand – and the economic stability of the enterprise – on the other. According to the results of the analysis were made conclusions about the ways and means of enhancing the effectiveness of IT – outsourcing enterprises.

**Keywords:** outsourcing, business-process, staff motivation, SLA-contract

Рассматривая проблематику мотивации специалистов сервисных компаний вообще и аутсорсинговых предприятий – в частности, необходимо руководствоваться специфическими особенностями их функционирования. Мотивационная составляющая в работе отдельных специалистов должна способствовать повышению эффективности функционирования всей системы аутсорсинга. Мотивация должна выполнять стимулирующую роль не только для поощряемого работника, но также и для остальных, показывая ориентиры и критерии, достижение которых приведет к реализации их ожиданий в поощрении со стороны администрации компании.

**Целью исследования** является определение взаимосвязи между оценкой эффективности работы специалистов аутсорсинговой компании и методов мотивации их труда. В качестве инструмента оценки эффективности применялся метод «реперных точек», предложенный в [1].

Говоря об особенностях функционирования сервисных и, в том числе, аут-

сорсинговых компаний, следует выделить следующие:

1. Направленность фирмы на работу с клиентами.

2. Зависимость доходов и финансовой стабильности компании от качественных и количественных показателей работы, обуславливающих степень удовлетворенности заказчиков от взаимодействия с аутсорсинговым предприятием.

3. Активный поиск и расширение клиентской базы с привлечением для этой цели всех сотрудников аутсорсинговой компании.

4. Минимизация издержек за счет оказания услуг высокого качества.

5. Повышение производительности труда посредством оптимизации технологических процессов обслуживания.

6. Профессиональное самосовершенствование, способствующее развитию приведенных выше особенностей функционирования предприятий аутсорсинга.

Главной особенностью в работе предприятий сервисного обслуживания любых видов деятельности является их направленность

на работу с клиентом. Целью сервисных компаний является получение дохода посредством предоставления услуг. Размеры дохода обусловлены количественными и качественными характеристиками сервисного обслуживания. В деятельности аутсорсинговых предприятий преимущественным является вектор на решение задач, поставленных заказчиками. Таким образом, доход компании формируется посредством разрешения проблем контрагентов (рис. 1, 2). Следовательно, от соблюдения и совершенствования временных, качественных и иных показателей их выполнения напрямую зависит экономическая стабильность компании. В свою очередь, решение широкого спектра задач, поставленных внешними заказчиками, по принципу обратной связи, обуславливает необходимость совершенствования внутренних технологических процессов компании, развития компетенций кадрового состава, технологических процессов предоставляемых видов сервиса, совершенствования материально-технической базы.

Немаловажным фактором, определяющим ряд показателей сервисного обслуживания, являются договоры, имеющие структуру SLA (service level agreement), широко распространенные в аутсорсинговых отношениях. Нарушение определенных такими договорами критериев влечет за собой материальную ответственность

исполнителя. Такой подход сам по себе является серьезным стимулом для постоянного контроля руководства аутсорсинговой компании как за выполнением текущих плановых задач, выполняемых сотрудниками, так и за временем отклика при возникновении нестандартных ситуаций, а также скоростью их устранения.

Поскольку сервисные организации (в том числе аутсорсинговые) функционально имеют внешнюю направленность в работе, существуют объективные сложности оценки и контроля показателей эффективности отдельных специалистов. Однако такой контроль необходимо выполнять перманентно, с целью недопущения сбоев бизнес-процессов клиентов, которые могут возникнуть по следующим причинам:

1. Халатное отношение отдельных специалистов к своим обязанностям.
2. Болезни, отпуска сотрудников и другие причины, препятствующие оказанию услуг в установленные сроки.
3. Недостаток компетенций отдельных специалистов, что приводит к необходимости вовлечения нескольких сотрудников для решения отдельных задач клиента.
4. Непредвиденные системные технологические остановки оборудования клиента.
5. Возникновению различного рода форс-мажорных обстоятельств, препятствующих оказанию услуг сервисного обслуживания.

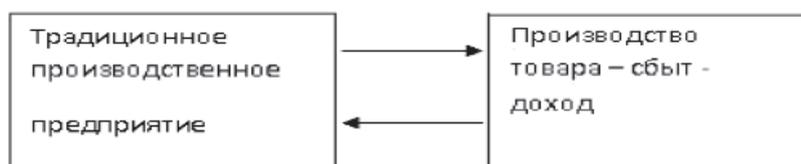


Рис. 1. Форма работы традиционного производственного предприятия

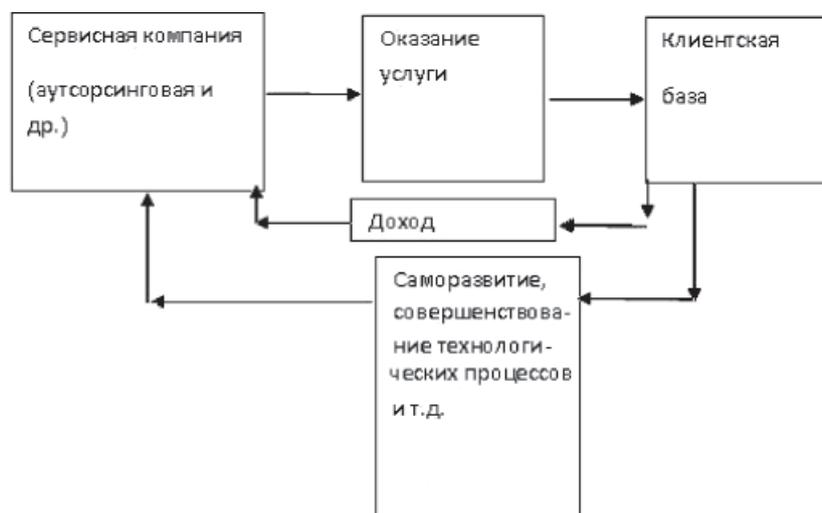


Рис. 2. Направленность работы и развития аутсорсинговой компании

Для минимизации вероятности появления подобных сбоев у клиентов руководству сервисного предприятия необходимо проводить постоянный мониторинг работы своих сотрудников с целью оценки эффективности работы специалистов и ее корреляции с требованиями, установленными договором.

Для осуществления такого контроля целесообразно использовать как методы анкетирования клиентов, так и различные методики оценки эффективности аутсор-

синговых компаний. Одной из таких методик является «Метод реперных точек», предложенный в [1]. Суть данного метода заключается в проведении периодической оценки работы специалиста со стороны компании-заказчика. Последний оценивает количественные и качественные показатели в работе инженера, отвечающего за взаимодействие с данным клиентом. По результатам такой оценки делается вывод о необходимости применения к сотруднику поощрительных либо штрафных мер.

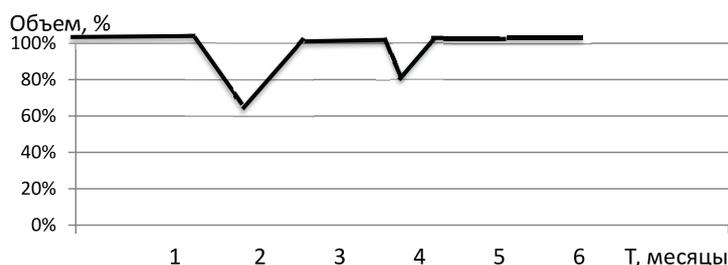


Рис. 3. Показатели объема работ выполненных специалистом

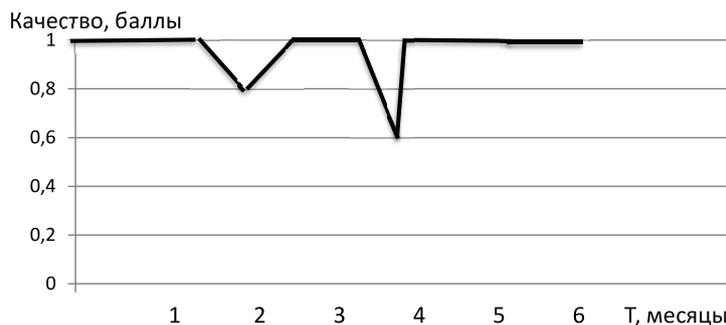


Рис. 4. Качественные показатели работ выполненных специалистом

Таблица 1

Определение причин нарушения показателей сервисного обслуживания

Период, мес.	1	2	3	4	5	6
Характеристики						
Причины нарушения сроков	нет	Различное понимание целей и задач партнерами	нет	Болезнь сотрудника, временная кадровая замена	нет	нет
Причины нарушения качественных характеристик работ	нет	Различное понимание целей и задач партнерами	нет	Болезнь сотрудника, временная кадровая замена	нет	нет
Пути повышения эффективности	нет	Корректировка постановки задачи и четкое формулирование поставленных целей	нет	Оптимизация работы в режиме кадровой подмены	нет	нет

Таким образом возможно определить количественные и качественные показатели работы как отдельных специалистов, так и аутсорсинговой компании в целом, базирясь на текущих оценках со стороны заказ-

чиков. Кроме того, использование таблицы (табл. 1) позволяет применять меры оперативного воздействия для корректировки текущих функциональных сбоев в работе аутсорсинговой компании.

**Таблица 2**

Результат апробации метода реперных точек в аутсорсинговой компании  
ООО «Сервисный центр Смарт-Лайн» (г. Ростов-на-Дону)

Наименование аутсорсинговой компании	Производительность труда, %		Привлечение новых корпоративных клиентов, ед. мес.		Средний уровень оценки качественных показателей в работе инженеров		Кол. нештатных ситуаций, возникших по вине инженеров, ед. мес.	
	До	После	До	После	До	После	До	После
Экономические показатели ООО «Сервисный центр Смарт-Лайн»	73	88	0	2	0,8	0,9	2	0

Автором были выполнены исследования влияния мотивационных факторов в работе сотрудников аутсорсинговой компании ООО «Сервисный центр Смарт-Лайн» в июле – декабре 2015 г.

Методики оценки эффективности работы и стимулирования сотрудников данной компании сводились к следующему:

1. Был апробирован метод реперных точек по работе каждого специалиста, а также компании в целом.

2. Поскольку заработная плата инженеров данных аутсорсинговых фирм имеет процентную зависимость от доходов, получаемых по результатам сервисного обслуживания, сотрудник, имевший лучшие показатели в течение всего периода исследования, получил дополнительную прибавку в размере 5% на следующий квартал.

3. На основании анкетирования сотрудников компаний были выявлены недостающие компетенции отдельных специалистов и обеспечены межколлегиальные связи инженеров. Это позволило, с одной стороны, повысить эффективность функционирования всей аутсорсинговой системы компании, а с другой – улучшить психологический климат в коллективе.

4. Двое специалистов фирмы прошли переобучение с целью повышения квалификации и расширения спектра оказываемых услуг аутсорсинга.

5. Для сотрудников, привлекающих новых корпоративных заказчиков, были предусмотрены разовые премиальные выплаты со стороны администрации компании.

6. Лучшим инженерам были выделены дополнительные дни к отпускному периоду.

7. В качестве мер дисциплинарного воздействия были предусмотрены штрафные санкции в отношении работников, могущих допустить нарушение технологических процессов и соответственно – спровоцировать сбой качественных, сроковых и других критериев сервисного обслуживания.

В результате предпринятых мотивационных мер были улучшены некоторые показатели сервисного обслуживания (табл. 2).

Таким образом, по результатам апробации метода реперных точек вкупе с различными способами мотивации сотрудников аутсорсинговой компании ООО «Сервисный центр Смарт-Лайн» удалось добиться повышения эффективности функционирования данной фирмы, что положительно отразилось на ряде ключевых показателей сервисного обслуживания.

**Список литературы**

1. Агарков А.А. Оценка эффективности аутсорсинга информационной системы управления организаций малого и среднего бизнеса // Управление экономическими системами; электронный научный журнал. – 2011. – № 8. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.uecs.ru/uecs-32-322011/item/570-2011-08-19-06-27-08> (дата обращения 08.02.16).
2. Балдин О.В. Основные направления повышения эффективности в деятельности ИТ-аутсорсинговых предприятий. Современные проблемы науки и образования, электронный журнал. – 2015. – № 1–2. – С. 58 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=20239>.
3. Балдин О.В., Иванов Г.И. Актуальные проблемы ИТ – аутсорсинга в России/Актуальные проблемы экономического развития России в условиях глобализации и некоторые вопросы методологии // Ученые записки ИУБиП. Сер. «Экономика». – Ростов-на-Дону, 2013. – С. 262–265.
4. Бравар Ж.Л. Эффективный аутсорсинг. Понимание, планирование и использование успешных аутсорсинговых отношений. – Днепропетровск: Баланс бизнес букс, 2007. – 288 с.
5. Дейнека А.В., Жуков Б.М. Современные тенденции в управлении персоналом: учеб. пособие. – М.: Академия естествознания, 2009. – 368 с.

**References**

1. Agarkov A.A. Ocenka effektivnosti outsorsinga informacionnoi sistemy upravlenija organozacii malogo i srednego biznesa. *Management of economic systems*. 2011, no. 8, available at: <http://uecs.ru/uecs-32-322011/item/570-2011-08-19-06-27-08>.
2. Baldin O.V. Osnovnije napravlenija povishenija effektivnosti v dejatelnosti IT – outsorsingovich predpriyatii. *Modern problems of science and education*, 2015, Vol. 1 no 2, available at: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=20239>.
3. Baldin O.V., Ivanov G.I. Aktualnyje problemy IT – outsorsinga v Rossii. *Actual problems of economic development of Russia in the conditions of globalization and some methodological issues*, *Scientific notes of IUBIP, Vol. Economics*, 2013, pp. 262–265.
4. Bravar G.L. Effektivnii outsorsing. Ponomanije, planirovanije i ispolzovanoje uspeshnoch outsorsingovich odnoshenii. [Balance biseness books]. Dnepropetrovsk, 2007. 288 p.
5. Deineka A.V., Zgukov B.M. Sovremennije tendencii upravlenija personalom [Academy of natural sciences]. Moscow, 2009. 368 p.

УДК 330.341.44

## ИНТЕГРАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ: ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТИ

**Гавриленко Т.Ю., Зулкашева Д.Н.**

*ФГБОУ ВО «Московский государственный университет информационных технологий, радиотехники и электроники», Москва, e-mail: gavrilenko@mirea.ru, zulkasheva@mirea.ru*

На протяжении последних лет в высшем образовании наблюдаются новые тенденции. Одной из таких тенденций стали интеграционные процессы. Чрезмерно большое количество учебных заведений явилось предпосылкой слияния и поглощения в сфере образования. Одним из решений, которое бы позволило повысить эффективность и качество образования, стало объединение вузов по территориальному принципу и принципу схожести учебных программ и специализаций. В связи с этим в статье систематизированы вопросы, которые необходимо исследовать при разработке методических подходов к оценке эффективности интеграционных процессов, происходящих в отечественной высшей школе. Особо выделены проблемы создания регламента проведения процедур объединения и укрупнения университетов, а также обозначены основные его составляющие с целью повышения результативности, выявлены особенности в процедурах слияний и поглощений в сфере образования.

**Ключевые слова:** интеграционные процессы, управление, высшее образование, университеты, слияние, эффективность, критерии оценки

## INTEGRATION PROCESSES IN HIGH SCHOOL: RESEARCH TASK OF MANAGEMENT AND EFFECTIVENESS

**Gavrilenko T.Y., Zulkasheva D.N.**

*Federal State budget Educational Institution of Higher Education  
Moscow State University of Information Technologies, Radioengineering and Electronics,  
Moscow, e-mail: gavrilenko@mirea.ru, zulkasheva@mirea.ru*

In recent years, there are new trends in higher education. One of these trends began to integration processes. Overly large number of educational institutions was a prerequisite for mergers and acquisitions in the field of education. One of the solutions that would improve the efficiency and quality of education, was the consolidation of universities on the territorial principle and the principle of the similarity of training programs and specializations. Concerning in the article the questions that need to explore the development of methodologies for assessing the effectiveness of the integration processes taking place in the national high school. Highlighted the problem of creating the rules of procedures of association and the consolidation of universities and designated its main components in order to improve performance, the features in the procedures of mergers and acquisitions in the field of education.

**Keywords:** integration processes, management, higher education, universities, merge and acquisition, efficiency, evaluation criteria

В конце 2015 года в составе укрупненных вузов России появился Московский технологический университет, в состав которого вошли известные московские вузы вместе со своими филиалами. Это, прежде всего, университет МИРЭА, затем МГУПИ и МИТХТ им. Ломоносова. Это событие – яркий пример четко наметившейся парадигмы в развитии российского высшего образования – создания крупных современных учебных организаций – университетов III поколения. Ректор Московского технологического университета С.А. Кудж так определяет это новое для российской образовательной отрасли явление: «Университет III поколения – это синтез трех целей:

- 1) преподавание;
- 2) исследование;
- 3) практическое внедрение инноваций.

Университет должен стать «гнездом инноваций». Университет III поколения должен быть основан на актуальных теоре-

тических и прикладных исследованиях, базирующихся на трех принципах:

- 1) образовательная ценность знаний;
- 2) необходимость обучения через действие;
- 3) объединение профессиональных и гуманитарных наук» [3].

Образование нового учебного заведения происходит вполне закономерно, т.к. отвечает стратегической задаче в развитии высшего образования в Российской Федерации, которая неоднократно была обозначена министром образования и науки РФ Дмитрием Ливановым. Так, в июне 2013 года, выступая на площадке Международного экономического форума, проходившего в Санкт-Петербурге, руководитель отечественного образования предсказал грядущие перемены: «Мы будем свидетелями активного слияния и поглощения вузов, гораздо более активного, чем это происходит сегодня. Оно происходит не в результате административного давления, а в результате объективных факторов» [4].

Процессы интеграции вузов и их укрупнения начались в 2006 году с создания первого в нашей стране федерального университета, которым стал Сибирский федеральный университет (СФУ), в состав которого вошли, прежде всего, Красноярский государственный университет, а также ещё три крупных вуза города Красноярска. Объединение произошло в соответствии с Распоряжением Правительства РФ от 4.11.2006 года № 1518-р, и это означает, что уже в течение почти 10 лет российское высшее образование на пути, пожалуй, самых глобальных перемен в своей многовековой истории [5]. И на протяжении всего этого периода не утихают споры в среде теоретиков, практиков, ученых, деятелей и руководителей сферы образования, педагогического сообщества и широкой общественности о целесообразности данных преобразований и о том, каков же результат приложенных усилий. Важно сделать правильные выводы, учесть уроки, наметить дальнейшие шаги. В России сегодня функционируют около 3,5 тыс. вузов, где обучаются 7,9 млн студентов, при этом до распада Советского Союза число вузов составляло всего 514 и обучение в них проходили 2,8 млн студентов [2].

На сегодняшний день в достаточной мере выявлены основные причины, которые стали двигателем исследуемых процессов. Но остаётся открытым ряд вопросов, связанных с конкретными процедурами создания и развития укрупненных образовательных структур в виде современных университетов, т.к. каждое такое событие в определенной мере требует индивидуального подхода, как в понимании количественных параметров (например, какое конкретное количество вузов будет объединено, сколько будет обучающихся, какое количество образовательных программ сможет предложить новый вуз и т.п.), так и, пожалуй, в главном – верно оценить эффект от проводимых мероприятий. Именно поиск, разработка и применение методических подходов к адекватной оценке эффективности интеграционных процессов в высшем образовании с максимально возможных точек зрения, при учете синергетических эффектов, возникающих в силу эмергентности и эффекта масштаба является актуальной задачей сегодняшнего дня.

Решение поставленной задачи представляется сложной и требует рассмотрения с различных сторон. Так следует

сказать несколько слов о том, что существуют в теории и реализуются на практике разнообразные формы организационного взаимодействия и интеграции между образовательными организациями. Известно, что Калифорнийский университет в Беркли был образован в конце XIX века в результате слияния двух частных колледжей, Университет Карнеги-Меллон создан при слиянии Технологического института Карнеги и Института промышленных исследований Меллона в 1970-е годы. На сегодняшний день имеется обширный мировой опыт, в том числе, таких стран, как Франция, где реализуется проект университета Париж-Сакле; Нидерланды, где позиционированы «мегауниверситеты»; Китай, где множится число университетов мирового уровня; Индия, где в укрупняющихся Калькутском, Мумбайском, Раджастанском и Делийском университетах обучается по 130–150 тысяч студентов. Зачастую университеты входят в консорциумы и альянсы для достижения общих для них целей и решения общих задач, создавая общие научные и образовательные подразделения, однако полное организационное слияние представляет собой максимально интегрированную модель.

Очевидно, что общепринятое определение слияния как создание новой организации путем объединения нескольких, существующих до того самостоятельно, в единую, явно недостаточно для оценки как юридического, так и экономического статуса новой организации. Следует расширить рамки исследования до включения в него, вопросов создания единого бренда, новой корпоративной культуры, новой этики и менталитета непосредственных участников, в их числе и новое руководство организацией, её менеджмент, конечно, в образовательной организации – это профессорско-преподавательский корпус, научные и педагогические работники, учебно-вспомогательный персонал и студенты, магистры, аспиранты, слушатели программ дополнительного образования. И, безусловно, на первое место выходят вопросы оценки тех самых эффектов от слияния, объединения.

В теории существуют различия в понятиях «слияние» и «поглощение», для интеграционных процессов в сфере высшего образования вызывает определенное затруднение отнесение конкретных случаев объединений и создания новых укрупненных образовательных структур

к той или иной категории. Это связано, в частности с тем, что в Российской Федерации в настоящее время не используется единый для всей системы высшего образования рейтинг вузов. Отсюда возникает вполне понятная трудность в оценке не только исходной позиции организации, входящей в объединенную структуру, но и ранжирование по типу «сильный» – «слабый». Часто интеграция происходит путем создания новой укрупненной организации при присоединении к учебному заведению научных или иных структур. Так, например, в процессе создания Московского технологического университета в состав тогдашнего Московского государственного технического университета радиотехники, электроники и автоматики (МГТУ МИРЭА) в соответствии с Приказом Министерства образования и Науки РФ от 14 июня 2013 года № 461 вошли как структурные подразделения Всероссийский научно-исследовательский институт технической эстетики (ВНИИТЭ) и Российский научно-исследовательский институт информационных технологий и систем автоматизированного проектирования (ФГБУ РосНИИ ИТ и АП).

Итак, проблема определения конкретного способа и формы объединения вузов должна решаться в каждом конкретном случае отдельно, притом следует учитывать, что сами процессы либо слияния, либо поглощения не должны играть ведущей роли, внимание должно быть сосредоточено на конечной цели проводимых преобразований. Отсюда вывод – копирование процедур слияния и поглощения, которые проводятся в сфере коммерческих организаций, невозможно напрямую скопировать в деле создания интегрированных структур высшего образования в РФ.

При решении задач оценивания эффективности интеграционных процессов в области создания университетов нового типа следует обратить внимание и на российскую специфику отечественной высшей школы. Многие учебные заведения высшего образования в РФ, которые либо уже включены в процессы интеграции, либо им еще это предстоит, имеют, как правило, богатое наследие прошлого, часто весьма солидную историю создания и функционирования. Особую роль здесь весьма часто играет наследие советского времени, когда отечественная система высшего образования признавалась одной из лучших в мире. Сегодня

выстраивается новая образовательная система, и она должна бережно воспринять лучшее из прошлого и обогатить этот опыт возможными новациями нашего времени.

Следует обратить внимание и на то, что «процесс слияния и поглощения в сфере образования имеет свою специфику. При поглощении одним вузом другого приобретается основной ресурс – интеллектуальный ресурс. При слиянии или поглощении синергетический эффект образуется за счет экономии от масштаба или эффективного комплекса управления ресурсами двух организаций. Он включает в себя финансовые ресурсы, человеческий капитал, технологии, бренд, рынки сбыта, дополнительные производственные мощности, при том, что необходимо сохранить, а желательно и умножить интеллектуальный потенциал.

Говоря о синергетическом эффекте от слияния и поглощения образовательных организаций, можно наблюдать, что при успешном поглощении одного вуза выигрывают обе стороны. Более эффективный вуз получает возможность диверсификации своих учебных программ, создания новых специализаций и форм обучения за короткий срок, без дополнительных финансовых вложений. Также у поглощаемой организации вследствие поглощения могут появиться новые научные направления исследований. Поэтому крупные вузы готовы поглотить экономически менее эффективные вузы, даже имеющие финансовые долги. Для поглощаемой организации положительным эффектом являются дополнительные финансовые ресурсы, инфраструктура более высокого качества, известный бренд и качество менеджмента – все это способствует повышению его конкурентоспособности на рынке» [1].

В Российской Федерации принята административная модель объединения вузов, т.е. инициатива начать интеграцию, как правило, исходит «сверху», а уже непосредственно объединительные мероприятия, в том числе и юридические, экономические, методические и пр., проводят сами образовательные организации. При практическом применении такого варианта выстраивания интеграционных процессов в каждом конкретном случае могут возникать весьма сложные, а часто и весьма болезненные процессы, которые могут существенно влиять на достижение конечных целей создаваемого

учебного заведения и снижать эффективность от объединения. Например, вопросы осуществления руководства новым университетом, формирования команды эффективных менеджеров, оценка работы которых, как в процессе объединения, так и в дальнейшей деятельности организации, требует особых подходов и разработки критериев эффективности и результативности. Отдельного изучения требуют приёмы и методы работы вновь назначенных руководителей интегрированных структур, их способности в максимально короткие сроки найти способы взаимодействия как между собой, так и с коллективом университета. При этом следует напомнить, что все многообразные процессы создания интегрированных образовательных организаций проходят под эгидой поиска самоидентификации и самоопределения новой образовательной структуры во всей системе высшего образования в Российской Федерации.

Итак, реальное слияние, создание эффективной образовательной структуры в виде укрупненного университета при всем разнообразии мотивов этого объединения должно стать внутренним делом самого нового вуза. То есть несмотря на то, что решение о создании интегрированной организации инициируется руководством российской образовательной отрасли, в соответствии с означенной административной моделью, основная тяжесть реформирования и формирования по-настоящему неформальной, эффективной структуры нового университета ложится на плечи самой организации. Отсюда очевидно, что руководство, менеджмент организации не в состоянии в одиночку поднять на должный уровень такую работу. Необходимо сплочение усилий всего коллектива, его поддержка и понимание. Только в этом случае возможно рассчитывать на получение положительных эффектов от проведения объединительных процедур. Следовательно, стоит задача при оценивании эффективности интеграционных процессов в сфере высшего образования выработать критерий, который позволит определить вклад как коллектива в целом, так и его отдельных составляющих, т.к. это позволит дополнить характеристику возможных эффектов от интеграции и дать им оценку. В конечном случае представляется важным провести анализ процедур слияния с точки зрения оценки эффективности усилий субъектов

в достижении целевых установок создаваемой образовательной организации.

Активно начавшиеся и продолжающиеся с не меньшей интенсивностью интеграционные движения в высшей школе России требуют разработки методических рекомендаций для практического применения при проведении конкретных объединительных мероприятий, составления своего рода регламента осуществления процедур слияний, выстраивания последовательности шагов, оценивания возможных последствий, прежде всего, с целью достижения максимальных положительных эффектов от объединения. По большому счету речь идет об управлении процессами интеграции и создания укрупненных образовательных организаций.

Встает вопрос и сроков, по прошествии которых можно в полной мере оценивать полученные результаты. Мы уже отмечали тот факт, что процессы слияний, укрупнений, создания принципиально новых для системы высшего образования в Российской Федерации университетов происходят уже в течение почти десяти последних по времени лет. Тем не менее на сегодняшний день достаточно исчерпывающе оценить эффективность реформирования высшей школы пока не представляется возможным, т.к. эти процессы во много не закончены, как для всей системы высшего образования, так и для конкретных организаций. Видимо, вопрос времени и скорости достижения конечного результата при проведении интеграции вузов также стоит на повестке дня, т.к. только при их определении возможно максимально точно оценить эффективный результат, достигнутый в процессе объединения.

В заключение следует отметить и еще один, возможно важнейший с экономической точки зрения, аспект проведения процедур слияния при создании новых укрупненных университетов в системе высшей школы РФ, – это необходимость оценить возможные финансовые затраты на всех стадиях процесса. Безусловно, когда ставится задача найти подходы к решению задач оценки эффективности слияния образовательных организаций, такой вопрос очевиден и решение его необходимо. Так же как не менее важный на сегодняшний день вопрос – уровень инновационной активности вновь создаваемых образовательных организаций. Создание условий, которые в процессе

проведения процедур слияния смогут повысить этот важнейший показатель эффективности деятельности организации, должно стать составной частью управления проведением процедур интеграции образовательных организаций высшего образования.

В данной статье поставлены только некоторые из вопросов, которые требуют исследования и профессионального решения при практическом осуществлении процессов интеграции и создания новых образовательных организаций высшего образования. Считаем, что нами доказана необходимость разработки методических подходов к созданию регламента проведения процедур слияния и укрупнения организаций высшего образования и выработки критериев оценки эффективности данных мероприятий на основе выделения и анализа соответствующих управленческих действий.

#### Список литературы

1. Гавриленко Т.Ю., Зулкашева Д.Н. Интеграционные процессы в высшей школе как стимул повышения инновационности системы образования // Социальная инноватика – 2015. Материалы Международной научно-практической конференции 18–19 ноября 2015 г. – М.: Московский государственный университет инфор-

мационных технологий, радиотехники и электроники, 2015. – С. 54–57.

2. Календжян С. Интеграционные процессы в сфере бизнес-образования // Экономическая политика. – 2015. – № 3. – С. 38–60.

3. Кудж С.А. Новая парадигма образования // Социальная инноватика – 2015. Материалы Международной научно-практической конференции 18–19 ноября 2015 г. – М.: Московский государственный университет информационных технологий, радиотехники и электроники, 2015. – С. 9–13.

4. Петербургский международный экономический форум [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.forumspb.com/ru/2013](http://www.forumspb.com/ru/2013).

5. Распоряжение Правительства РФ от 4.11.2006 года № 1518-р.

#### References

1. Gavrilenko T.Ju., Zulkasheva D.N. Integracionnyye processy v vysshej shkole kak stimul povysheniya innovacionnosti sistemy obrazovanija // Socialnaja innovatika – 2015. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii 18–19 nojabrja 2015 g. M.: Moskovskij gosudarstvennyj universitet informacionnyh tehnologij, radiotehniki i jelektroniki, 2015. pp. 54–57.

2. Kalendzhjan S. Integracionnyye processy v sfere biznes-obrazovanija // Jekonomicheskaja politika. 2015. no. 3. pp. 38–60.

3. Kudzh S.A. Novaja paradigma obrazovanija // Socialnaja innovatika – 2015. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii 18–19 nojabrja 2015 g. M.: Moskovskij gosudarstvennyj universitet informacionnyh tehnologij, radiotehniki i jelektroniki, 2015. pp. 9–13.

4. Peterburgskij mezhdunarodnyj jekonomicheskij forum [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: [www.forumspb.com/ru/2013](http://www.forumspb.com/ru/2013).

5. Rasporjazhenie Pravitelstva RF ot 4.11.2006 goda no. 1518-r.

УДК 338.57.013.22

## ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ДИНАМИКА ОБЪЁМОВ ПОСТАВОК ТРОСТНИКОВОГО САХАРА В РОССИЮ

Галицкий С.В., Ощепкова П.А.

*Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО), Санкт-Петербург, e-mail: galitskii7@mail.ru, opolinka@mail.ru*

В данной статье описана технология изготовления тростникового сахара из сахара-сырца, а также приведены результаты анализа объемов импорта и экспорта тростникового сахара в России. Выделены основные страны – лидеры производители и поставщики сырья для производства тростникового сахара в Российской Федерации, представлена динамика цен на сахар-сырец на мировом рынке и объемы производства тростникового сахара в России. Выявлены тенденции в динамике потребительских цен на тростниковый сахар в мире. На основе проведенного анализа сделаны выводы, описанные в заключении. Источниками информации являются данные Министерства сельского хозяйства РФ, Союза сахаропроизводителей России, портала sugar.ru, Федеральной службы государственной статистики, публикации в научных изданиях, информация на сайтах производителей тростникового сахара в России.

**Ключевые слова:** тростниковый сахар, сахар-сырец, поставщики сырья, производство в России, динамика цен на сырье и продукт, анализ рынка

## THE TECHNOLOGY AND DYNAMICS OF SUPPLIES OF CANE SUGAR TO RUSSIA

Galitskiy S.V., Oschepkova P.A.

*ITMO University, St. Petersburg, e-mail: galitskii7@mail.ru, opolinka@mail.ru*

This article describes the technology of manufacture of cane sugar from raw sugar, as well as the results of analysis of imports and exports of cane sugar in Russia. The main country leaders of manufacturers and suppliers of raw materials for the production of cane sugar in the Russian Federation, presented the dynamics of prices for raw sugar on the world market and the production of cane sugar in Russia. Identified trends in consumer prices for cane sugar in the world. Based on the analysis made the findings described in the conclusion. Sources of information are data of the Ministry of agriculture of the RF, Union of Sugar producers of Russia, portal sugar.ru Federal State Statistics Service, publications in scientific journals, information on websites of manufacturers of cane sugar in Russia.

**Keywords:** cane sugar, raw sugar, suppliers of raw materials, production in Russia, the trend in prices for raw materials and products, analysis of the sugar market

В последние годы в мире наблюдается устойчивая тенденция перехода со свекольного сахара на тростниковый. На данный момент основными потребителями являются домохозяйства и физические лица, которые отмечают явные вкусовые различия и пользу. Нельзя не отметить очень важную причину, сдерживающую объёмы реализации тростникового сахара, – цену.

В данной статье определены способы обработки сахарного тростника и отличия производства тростникового и свекольного сахара, преимущества содержания минеральных веществ в тростниковом сахаре. Рассмотрены объёмы производства мирового рынка сахара с 2012 по 2015 годы, выделены крупнейшие страны производители тростникового сахара. Динамика импорта сахара-сырца в период с 2013 по 2015 год.

Представлены мировые цены на сырье тростникового сахара-сырца за последние пять лет и причины их снижения.

Тростниковый сахар подразделяется на белый и коричневый. Белый тростниковый сахар – это абсолютно очищенный от при-

месей сахар-сырец, который по своей пользе и свойствам не отличается от свекольного. В свою очередь коричневый тростниковый сахар покрыт очень тонким слоем темно-коричневой густоватой жидкости под названием *меласса*. Поэтому коричневый сахар имеет более темный цвет. Тростниковый сахар производится в неочищенном, рафинированном, и нерафинированном виде. Преимущество коричневого тростникового сахара, за которое готовы доплачивать покупатели, это большая разница в содержании минеральных веществ. Преимущества содержания минеральных веществ в тростниковом сахаре превышает содержание в свекольном сахаре в десять раз и более. Например, калия содержится 4,6 мг в 100 г свекольного сахара, в то время как в тростниковом коричневом сахаре содержится от 40 до 100 мг калия. Свекольный сахар не содержит магний, а в коричневом тростниковом сахаре содержится до 25 мг магния на 100 г, фосфора до 3–4 мг; кальция содержится до 72–85 мг; а железа в коричневом тростниковом сахаре содержится в 10 раз больше, чем в свекольном сахаре.

Существует два варианта: холодная обработка известью и горячая обработка известью. При холодной обработке свободные органические кислоты проходят нейтрализацию и образуют нейтральные, растворимые, неосаждаемые соли. При холодной обработке сок поступает с помощью насосов в чан, где 0,2% известковое молоко смешивается с соком по весу и перемешивается. Затем он нагревается и поступает в отстойный бак. Чтобы сок быстрее оседал, отстойный бак кипятится при помощи пара и отстаивается час, далее прозрачная жидкость убирается, а на дне остается осадок. Осадок нагревается до кипения и также оставляется на час для отстаивания. В итоге получается половина сока и половина густой суспензии. Когда суспензия отстоится, сливается прозрачный сок, кипятится и проходит фильтрацию. При горячем способе выпадает в осадок альбумин, фосфорнокислый кальций, азотистое соединение (до 80%) и красящие вещества. Этот осадок при горячей обработке повышает качество сока. Сок поступает в баки, где добавляется известковое молоко и перемешивается. Осадок также отделяется, как при холодном способе. В виде хлопьев осадок оседает на дно с частицами сока. Таким образом, при горячем способе после удаления осадка сок становится блестящим и прозрачным, а в случае подачи большого количества известки сок становится темнее. Это не значит, что чем темнее тростниковый сахар, тем он полезнее. Рассмотрим следующий способ, потому что при обоих видах несахара выпадают в осадок полностью.

Более полно этот процесс происходит при сернистой нейтрализации. Суть в добавлении большого количества известки при холодной температуре, потом нейтрализации лишнего количества известки с помощью сернистого газа ( $\text{SO}_2$ ) без нагревания. При большем количестве известки осаждаются большее количество несахаров. Но при нагревании такого сока, который обработан с большим количеством, сок темнеет. Чтобы избежать этого, нужно удалять лишнюю известку до нейтрализации. После этого сок очищается при выпуске сахара-сырца и начинается выпаривание, чтобы сок сгустился, а после сгущения он попадает в вакуумный аппарат для варки, а сахар-сырец направляется на кристаллизацию и пробелку. Кристаллы сахара-сырца варятся, кристаллизуются и пробеляются. Добавление кристалла происходит с помощью сахарной пудры. Все чаще используют варку на маточных кристаллах сахара-сырца. Чтобы это осуществить, нужно в вакуумном аппарате при чистом сиропе с добавлением

сахарной пудры добавить большое количество мелкого кристалла. Эта жидкая масса передвигается в другой вакуумный аппарат, где варится и спускается для кристаллизации, где проходит охлаждение в течение 72 часов и осуществляется пробелка с помощью центрифуг. Такой некрупный сахар поступает в прибор для кристаллизации, в котором разбавляется чистым сиропом и переходит готовым кристаллом в вакуумные аппараты.

Таким образом, производство сахара из свеклы и из сахарного тростника отличается:

1) способом получения сока (отжим вместо экстрагирования);

2) очисткой сока (при обработке используется 0,07% CaO от веса стебля при производстве тростникового сахара, а в свеклосахарном производстве 3,0% CaO от веса свеклы);

3) неиспользованием диффузионного способа (при производстве тростникового сахара способ не прижился) [1].

Анализ рынка тростникового сахара показал, что мировое производство сахара с 2012 по 2015 растет. Самый крупный производитель тростникового сахара в мире – Бразилия (750 млн т в пересчете на сырец, или около 40% от мирового производства), далее второе место занимает Индия – около 20% и Китай – менее 10%. На международном рынке тростникового сахара Россия выступает импортером сахара-сырца, так как имеются мощности для производства, но эти объемы недостаточны для того, чтобы удовлетворить потребность российского рынка в сахаре (из-за границы поставляется ежегодно от 7–11% потребляемого в России сахара). Причиной является исторически сложившееся обстоятельство (в СССР Украина обеспечивала страну сахаром, а также искусственно поддерживался ввоз сахара-сырца из Кубы) [2].

На экспорт тростникового сахара приходится 67% от всего объема экспорта сахара в России. Следует учитывать, что наибольшие объемы экспорта российского тростникового сахара приходятся на Казахстан, Таджикистан и Туркмению.

По рис. 1 можно сделать вывод, что основным поставщиком сахара на территорию России является Бразилия. При этом 99% всех поставок сахара принадлежит тростниковому сахару и 1% – прочему сахару. Лидером является именно сахар тростниковый без красящих и вкусо-ароматических добавок. Удельный вес объема поставок из Бразилии за период с 2003 по 2012 годы варьировался от 58% в 2003 году до максимальных 90% в 2006 году, причем большую долю составляли поставки из Южной Бразилии (от 42–70%). В период с 2003

по 2006 г. удельный вес объема поставок из Бразилии вырос на 32% и в 2006 году показывал максимально возможный удельный вес в 90%, однако с 2006 до 2012 года произошел спад удельного веса поставок сырья из Бразилии до 68%. В 2007–2008 году урожай сахарного тростника был большой, чем и объясняется высокая доля поставок тростникового сахара. С 2009–2012 гг. доля поставок из Бразилии уменьшается в связи со снижением урожайности тростникового сахара в Бразилии. По сравнению с 2009 в 2012 году урожайность упала на 51 млн тонн, это связано с засухой в Бразилии. При этом площадь посева сахарного тростника в Бразилии увеличилась с 7,8 млн до 9,6 млн гектаров за последние 6 лет.

Удельный вес поставок из Кубы составлял 14% в 2003 году, в 2004 году удельный вес достиг 30%, однако затем произошел спад до 4% в 2005 году, а в 2006 году доля кубинских поставок составляла 2%, в 2007 и 2008 годах доля поставок из Кубы показала рост на 2% (3 и 4%) и в связи с уменьшением поставок из Бразилии доля поставок из Кубы в 2009 г. увеличилась до 12%. Это говорит о том, что при нестабильном курсе производители предпочли кубинский сахар бразильскому. Однако в 2010–2011 гг. доля поставок из Кубы сократилась и составляла 2 и 3% соответственно. В 2012 году доля поставок сахарного тростника из Кубы составляла 7% опять же при повторении волны кризиса и резком падении рубля. Таким образом,

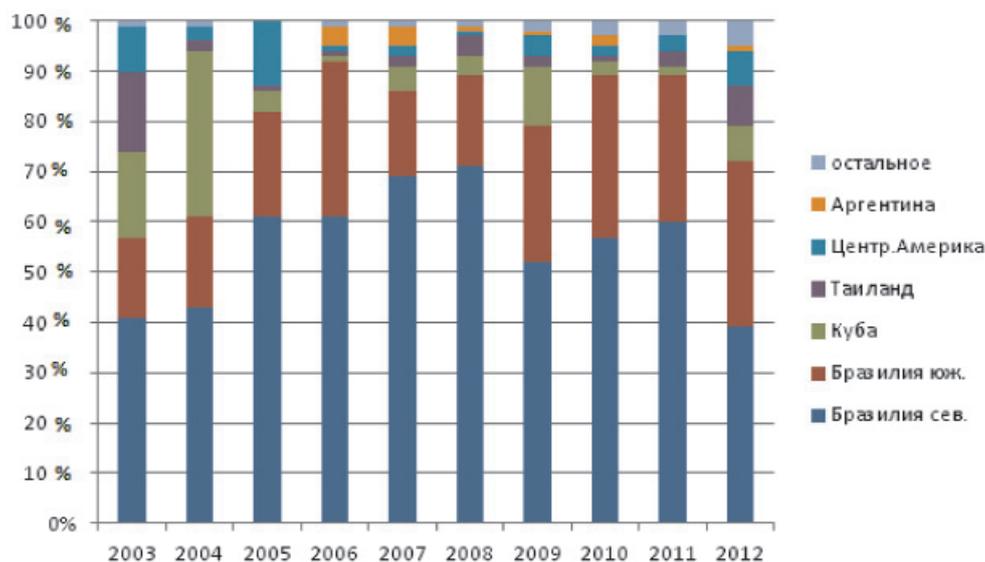


Рис. 1. Происхождение импортируемого в РФ тростникового сахара-сырца [3]

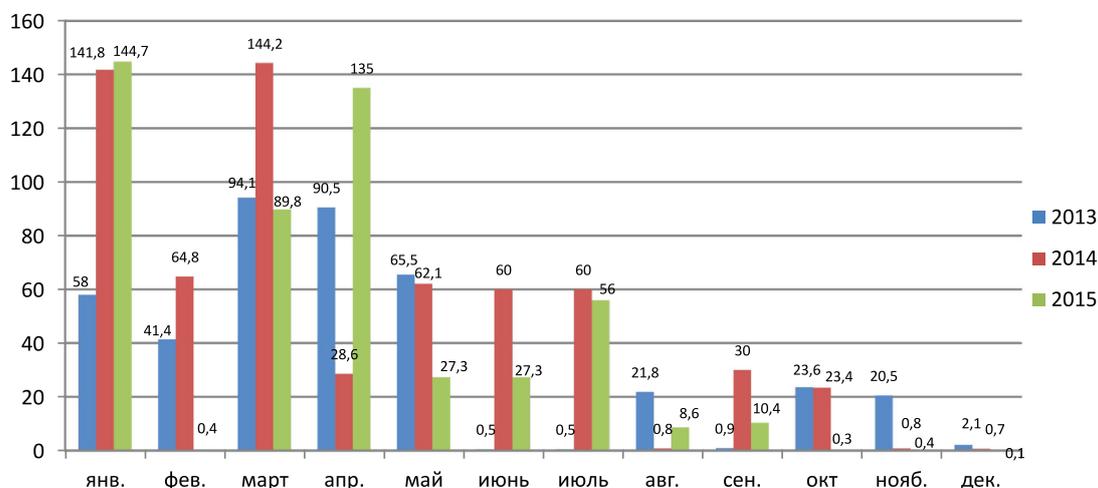


Рис. 2. Импорт сахара-сырца тростникового [3]

производители предпочитают кубинский сахар при нестабильном курсе рубля бразильскому сахару. Несмотря на то, что доля поставок тростникового сахара из Таиланда в 2003 году составляла 15%, в 2004 году доля поставок резко упала до 2%. В данном случае наблюдается замена таиландского сырца на кубинский. В 2004–2011 гг. доля поставок тростникового сырца небольшая, колеблется от 1 до 4%. В 2012 году при нестабильном рубле производители отдали предпочтение вместо кубинского сырца таиландскому сырцу, и доля поставок составила 9%.

Оценивая данные на рис. 2, следует отметить, что Россия осуществляет импорт сахара-сырца тростникового преимущественно с декабря по май, с июля по ноябрь наблюдается резкий спад объемов импорта, что связано с сезонностью тростникового сахара.

Объем импорта в 2014 году увеличился на 59% по сравнению с 2013 годом, тенденцию превышения объема импорта в 2014 году над 2013 годом можно наблюдать с января по март, с июня по август. Объем импорта сырца тростникового по данным на начало ноября 2015 года уже превышает объем импорта 2013 года на 17%, что подтверждается данными за январь, апрель и июнь. Однако по данным ФТС России (без учета данных о торговле с государствами-членами ЕАЭС), с 1 января по 18 октября 2015 года импортировано 490,4 тыс. т тростникового сахара-сырца, что на 11,8% меньше объемов за аналогичный период 2014 года. Российские производители стали больше покупать тростникового сырца. Об этом говорит увеличение объема поставок в январе 2014 года на 143% по сравнению с 2013 годом и в 2015 году на 6% по сравнению с январем 2014 года, в феврале

2014 года на 56% по сравнению с февралем 2013 года, в марте 2014 года на 53% по сравнению с мартом 2013 года, в апреле 2015 года на 50% больше, чем в апреле 2013 года, в июне и в июле 2014 года закуплено в 120 раз больше тростникового сырца чем в этот же период в 2013 году, в июне и в июле 2015 года произведено в 54 раза и в 112 раз больше закупок, чем в тот же период в 2013 году, в 30 раз больше закуплено тростникового сахара в сентябре 2014 года по сравнению с сентябрем 2013 года. Однако следует заметить, по некоторым месяцам наблюдается спад закупок сырца. В феврале 2015 года объем поставок уменьшился в 80 раз, это связано с очередной волной кризиса в 2015 году в России. В мае 2015 года закуплено на 30% меньше чем в мае 2013 года, в 2,7 раза меньше сырца доставлено в Россию в августе 2015 года по сравнению с 2013 годом, в августе 2014 года на 53% меньше сырца поступило в Россию, чем в августе 2013 года, в октябре 2015 года произведено меньше закупок в 118 раз, чем в октябре 2013 года, в ноябре 2015 года перевезено сырца в Россию в 51 раз меньше, чем в ноябре 2013 года, в декабре 2014 года в 3 раза больше и в декабре 2015 года в 4 раза меньше сырца было перевезено через границу России, чем в декабре 2013 года. Таким образом, можно сделать вывод о том, что в условиях нестабильной экономической ситуации производители тростникового сахара в России стали больше закупать сырца в пиковый период по низким ценам, опасаясь обвала рубля, и меньше закупать в течение года, увеличивая тем самым расходы на хранение сырья.

Цены на сырье тростникового сахара-сырца колеблются от 250 до 600 \$ за тонну в течение сезона.

### Цена за 1 тонну сырца, \$

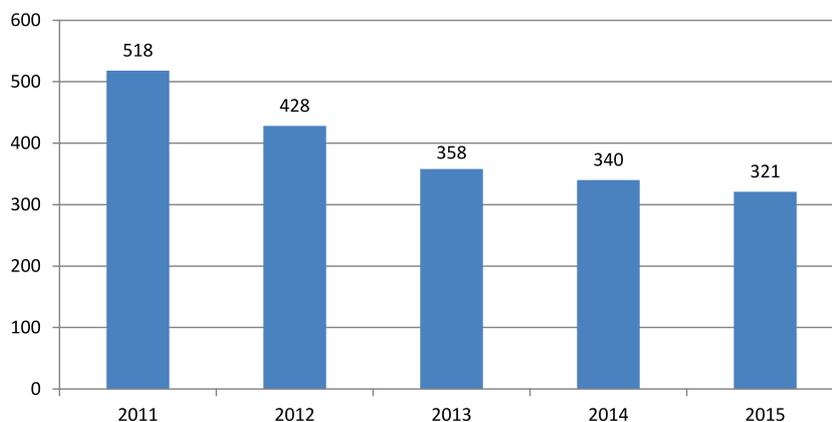


Рис. 3. Цена за 1 тонну сырца [4]

На рис. 3 показано, что в 2012 году по сравнению с 2011 годом цена за 1 тонну сырья уменьшилась с 518 \$ до 428 \$, то есть на 17,3%. В 2013 году по сравнению с 2012 годом цена за тонну сырья уменьшилась еще больше, и изменение составило 19,5%. В 2014 году по сравнению с 2011 годом цена уменьшилась лишь на 6,1%, а в 2015 году по сравнению с 2014 годом на 6,6 процентов. За пять лет цена за 1 тонну сырья сократилась на 197 долларов и составила 61,3%.

Основные причины падения цены на сырьё:

1) падение бразильского реала к доллару США;

2) большая доля запасов сырца в странах производителей из-за перепроизводства в странах-лидерах.

Евросоюз борется с уменьшением цены за тонну сырца с помощью увеличения рентабельности производства сахара из сахарной свеклы. С помощью этого они пытаются быть независимыми от внешней среды. В последние 2–3 года в России производители уходят с рынка тростникового сахара из-за нестабильной ситуации национальной валюты, переходят в малорентабельное в России производство сахара из сахарной свеклы, зато имеют стабильные расходы по выращиванию свеклы, а не зависят от внешних экономических факторов.

Получение сахара из тростника выходит более затратным и отличается способами изготовления по сравнению с сахарной свеклой, но качественно отличается в сторону лучшего содержания микроэлементов.

Анализ рынка мирового тростникового сахара показал рост за исследуемый период с 2012 по 2015 годы. Основные поставки на территорию России приходятся на Бразилию, Кубу и Таиланд. Сахар-сырец из Бразилии обладает высокой поляризацией

(сахаристостью), благодаря этому сокращаются потери при переработке и сохраняется высокий выход готового продукта.

Ещё один важный фактор развития производства и переработки тростникового сахара в России – это снижение уровня закупочных цен на сырьё, за последние пять лет цена упала с 518 долларов за тонну до 321 доллара в 2015 году, а это почти 40%. Перспективы есть, но экономический кризис и снижение реальных доходов населения, может негативно сказаться на покупательской способности потребителей тростникового сахара.

### Список литературы

1. Аналитический обзор импорта сахара-сырца в Россию // [Электронный ресурс]. – <http://saharonline.ru/analytic.php>.
2. Аналитический обзор цен на сахар в России 2010–2014 // [Электронный ресурс]. – <http://specagro.ru/rumain210>.
3. Воробьева С.А. Международный рынок сахара // Вопросы современной науки и практики. – 2013. – № 1.
4. Обзор российского сахарного рынка // [Электронный ресурс]. – <http://sugar.ru/node/845>.
5. Сахар из сахарного тростника. Технология производства // [Электронный ресурс]. – <http://carbofood.ru/sugar-technology/saxarnyj-trostnik-texnologiya>.
6. Сладкое золото // Компания. – 2015. – Вып. № 10 // [Электронный ресурс]. – <http://www.prodimek.ru/index.php/en/press/publications/9-sladkoe-zoloto>.

### References

1. Analiticheskiy obzor importa sahara-syrca v Rossiju // [Elektronnyj resurs]. <http://saharonline.ru/analytic.php>.
2. Analiticheskiy obzor cen na sahar v Rossii 2010–2014 // [Elektronnyj resurs]. <http://specagro.ru/rumain210>.
3. Vorobeveva S.A. Mezhdunarodnyj rynek sahara // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. 2013. no. 1.
4. Obzor rossijskogo saharnogo rynka // [Elektronnyj resurs]. <http://sugar.ru/node/845>.
5. Sahar iz saharnogo trostnika. Tehnologija proizvodstva // [Elektronnyj resurs]. <http://carbofood.ru/sugar-technology/saxarnyj-trostnik-texnologiya>.
6. Sladkoe zoloto // Kompanija. 2015. Vyp. no. 10 // [Elektronnyj resurs]. <http://www.prodimek.ru/index.php/en/press/publications/9-sladkoe-zoloto>.

УДК 330

## СТРАТЕГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ КОМПЛЕКСА ПРЕДПРИЯТИЙ АВИАСТРОЕНИЯ: АСПЕКТ ИННОВАЦИОННОСТИ

Гафиатуллин В.А.

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича  
и Николая Григорьевича Столетовых», Владимир, e-mail: vag64@inbox.ru

В научной статье автором раскрываются ключевые особенности стратегического развития комплекса предприятий авиационной промышленности в инновационном аспекте. Авиационная промышленность является высокотехнологической отраслью, определяющей глобальную конкурентоспособность страны на мировой арене. Российская авиационная промышленность имеет ряд проблем, препятствующих прогрессивному развитию. В статье раскрываются внешние и внутренние факторы, оказывающие прямое и косвенное воздействие на предприятия авиационной промышленности. В современных условиях развития экономики рациональным представляется путь интеграции предприятий в единый комплекс, объединяющий конструкторские бюро и авиационные заводы. Стратегическое развитие комплекса предприятий авиационной промышленности представляет собой разработку и реализацию стратегии, характеризуется масштабностью, ориентацией на перспективу. Для сохранения и наращивания инновационного потенциала авиационной отрасли в рамках стратегического повышения ее глобальной конкурентоспособности необходима функциональная и экономически обоснованная государственная поддержка.

**Ключевые слова:** авиационная промышленность, стратегия развития, факторы развития, инновационное развитие предприятий авиационной промышленности

## STRATEGIC DEVELOPMENT OF COMPLEX OF ENTERPRISES OF AIRCRAFT INDUSTRY: INNOVATION ASPECT

Gafiatullin V.A.

Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs,  
Vladimir, e-mail: vag64@inbox.ru

At this scientific article author presents the key features of strategic development of complex of enterprises of aircraft industry in innovation aspect. Aircraft industry is a high-tech industry, which determines the global competitiveness of the country at the world's stage. There are some problems in Russian aircraft industry, which block progressive development. There are revealed the internal and external factors that have direct and indirect impact on the enterprises of aircraft industry. In modern conditions of economic development the way of integrating businesses into a single complex seems rational, because the complex combines design bureaus and aircraft factories. Strategic development of complex of enterprises of aircraft industry is the development and implementation of the strategy, is characterized by scale of action and orientation to the future. To maintain and enhance the innovation potential of the aviation industry within the framework of the strategic improve its global competitiveness it requires a functional and economically sound state support.

**Keywords:** aircraft industry, strategy of development, factors of development, innovation development of enterprises of aircraft industry

Авиационная промышленность является ведущей отраслью машиностроения, одной из самых высокотехнологических отраслей, оказывающей влияние на темпы научно-технического прогресса в других отраслях народного хозяйства, представляющей собой целую систему, поскольку включает не только самолетостроение, но и вертолетостроение, а также двигателестроение. Являясь довольно-таки специфическим сектором национальной экономики, авиационная отрасль имеет ряд особенностей, присущих не только самой отрасли, но также и ее продукции. Авиационная отрасль отличается высокой наукоемкостью и капиталоемкостью продукции, ее сложностью и длительным производственным и жизненным циклом, а также высоким уровнем специализации сегментов отрасли. Несмотря на все выше обозначенные особенности, на всю комплексность и слож-

ность структуры отрасли, в последние годы авиационная промышленность развивается с положительными темпами прироста, превышающими экономический темп роста в целом стран-производителей авиационной продукции.

Обратимся к вопросу о проблемах, препятствующих развитию авиационной отрасли в России. Е.В. Полицинская [5] выделяет среди них достаточно трудоемкий процесс обновления парка техники, а также тенденцию к образованию олигополий (что происходит вследствие сокращения малых авиационных компаний), неудовлетворительное состояние взлетно-посадочных полос и износ оборудования (в том числе устаревание авиационного парка). Необходимо также отметить, что по сравнению с мировыми тенденциями, отечественный объем воздушных перевозок характеризуется небольшим

спросом. Для преодоления выше обозначенных проблем необходима новая система государственного управления и контроля авиационной промышленности, включающая в себя не только разработку мероприятий по стимулированию внутреннего спроса, но также и развитие практики госгарантий, субсидий на приобретение техники. М.В. Чувашилова [7] объясняет сформировавшиеся проблемы российской авиационной промышленности как следствие исторических трансформаций нашего государства. Развитие науки обеспечило и успехи авиационной промышленности Советского Союза, однако в рамках советской экономики в условиях «холодной войны» и глобальной конкуренции на рынках авиатехнической продукции не разрабатывались маркетинговые

мира мирового хозяйства. В период экономического кризиса технологическое развитие в области российской гражданской авиации прекратилось, поэтому представляется невозможным осуществить стратегический прорыв в области технологий, если рынок не заинтересован в конкретном продукте.

Выявленные особенности развития авиационной отрасли позволяют провести анализ основных внешних и внутренних факторов, оказывающих прямое и косвенное воздействие на предприятия авиационной (таблица), что необходимо для последующей разработки плана стратегического развития с учетом имеющихся сильных и слабых сторон, возможностей и угроз, которые может в себе объединить такой эффективный инструмент, как SWOT-анализ [6].

Факторы внешней и внутренней среды, оказывающие прямое и косвенное воздействие на предприятие авиационной отрасли [7]

Факторы внешней среды		Факторы внутренней среды
прямое воздействие	косвенное воздействие	
1. Институциональная среда. 2. Деятельность поставщиков и финансовых органов. 3. Требования потребителей. 4. Деятельность конкурентов. 5. Качественные и количественные характеристики трудовых ресурсов. 6. Наукоемкие технологии	1. Состояние экономики. 2. Социальные факторы. 3. Политические факторы. 4. Международная политика	1. Средства производства. 2. Цикл производства. 3. Трудовые ресурсы. 4. Материальные ресурсы. 5. Средства и методы управления

методы, поскольку в связи с отсутствием конкуренции как таковой данные методы не представлялись актуальными. После распада СССР в 1991 году вместо общегосударственной авиакомпания образовались независимые и конкурирующие между собой малые предприятия авиационной отрасли. Ранее единый авиаконгломерат Союза потерял свою целостность, поскольку достаточно большое количество крупных предприятий отрасли осталось за пределами России. Переход к рыночной экономике сократил возможности прямого государственного регулирования отрасли и администрирования деятельности хозяйствующих субъектов. На состоянии отрасли серьезно сказались снижение общего уровня жизни населения. Все это привело к тому, что авиационная промышленность России стала неконкурентоспособной по отношению к сильнейшим зарубежным лидерам, таким как Boeing или Airbus, поскольку аэрокосмической промышленностью ведущих иностранных государств накоплен значительный опыт решения организационно-экономических проблем и стратегических задач, возникающих в условиях динамично развивающегося

Действительно, государственные органы власти и законодательная база, представляющие институциональную среду, оказывают прямое воздействие на функционирование предприятий авиационной отрасли – это выделение бюджетных средств, таможенная и налоговая политика, разработка стратегий развития авиационной отрасли. Предприятия работают с большим числом поставщиков, соответственно, закупки ресурсов представляют существенную долю расходов, а в связи с большой капиталоемкостью предприятий авиационной отрасли возникает необходимость привлечения заемных средств из финансово-кредитных учреждений. Необходимость удовлетворения требований потребителей обуславливает большинство характеристик выпускаемой продукции, а вот уже ценовая политика напрямую зависит от деятельности конкурентов. Инновационная конкуренция представлена схемами «жесткого» (слияния и поглощения) и «мягкого» (сетевые структуры, промышленные группы, промышленные альянсы) взаимодействия. Важно учитывать тот факт, что конкуренцию необходимо рассматривать не только в рамках авиационной

отрасли, но и со стороны других, альтернативных видов транспорта. Человеческий фактор является и внешним, и внутренним одновременно. Кадровый потенциал представляется основополагающим, поскольку без человеческих ресурсов, способных грамотно, рационально, эффективно и результативно использовать материальные запасы и технологии, любое предприятие обречено на прекращение деятельности. Научно-технические технологии являются ключевым фактором в процессе перехода к инновационному стратегическому развитию предприятий авиастроения, так как технологические новшества влияют на продуктивность изготовления и продажи продукции, на ее жизненный цикл и скорость устаревания.

Авиастроительная отрасль, отражающая конкурентные преимущества государства, является предметом политического интереса. Кроме того, необходимо грамотно и оперативно оценивать изменения состояния экономики как на национальном, так и на мировом уровне, и в соответствии с выявленными тенденциями корректировать методику принятия решений.

Анализируя внутренние факторы, необходимо отметить имеющиеся у предприятия оборудование и инструменты, используемые в производственном цикле, рациональный анализ которого позволяет выявить резервы сокращения времени подготовки и освоения новой продукции, а также уменьшения размеров производственных расходов. Ключевым направлением в решении задачи развития производства является расширение производственных возможностей, а для этого необходима система организационно-технических мероприятий, которая может быть разработана в рамках концепции совершенствования управления предприятием авиастроения. Организационная структура предприятия, особенности его стратегического развития влияют не только на эффективность производственного процесса, но и на эффективность инновационного развития, что особенно важно для наукоемких отраслей [1].

Авиационная промышленность – это совокупность научно-производственных комплексов, состоящих из проектно-конструкторских организаций, опытных и серийных промышленных предприятий, научно-исследовательских институтов по разработке, производству, ремонту и модернизации авиационной техники гражданского и военного назначения [2]. В современных условиях развития экономики рациональным представляется путь интеграции предприятий в единый комплекс, объединяющий в себя опытно-конструкторские бюро, занимаю-

щиеся разработкой новой техники, и заводы, служащие производственной площадкой для конструкторских бюро. Безусловно, в процессе интеграции возникает ряд трудностей организационного и финансового характера, а также не менее сложным представляется осуществление единой научно-технической политики. Тем не менее при благоприятных условиях функционирования в комплексе предприятия смогут консолидировать и оптимизировать потенциал, осуществить обмен опытом и производственными технологиями, что приведет к улучшению и наращиванию продуктивности отрасли. На первый план выходит целевая эффективность.

Возвращаясь к истории авиационной промышленности, отметим, что залог успешного развития авиастроительной отрасли заключался в централизованном управлении, обеспечивающем бюджетную, социально-экономическую и производственную стабильность, и в развитии по сбалансированному и перспективному целевым программам [2]. В настоящий момент ключевым документом развития отрасли является разработанная «Стратегия развития авиационной промышленности на 2013–2025 годы» (утвержденная Постановлением Правительства РФ от 15.04.2014 № 303), которая провозглашает своими основными целями сохранение за Россией роли ведущей мировой державы в области авиастроения, обеспечение обороноспособности и потребности в гражданской авиации.

Обратимся к этимологии термина «стратегия». В настоящее время данное понятие вышло за рамки первоначального значения (от греч. «stratos» – войско, «ago» – веду, т.е. умение, искусство управления войсками, военными действиями). В современном понимании стратегия – это умение управлять сложными процессами на основе прогнозов в различных областях деятельности, это модель действий, необходимых для достижения поставленных целей путем координации и распределения ресурсов [4]. Стратегическое развитие представляет собой разработку и реализацию стратегии. Характерными признаками такого развития являются масштабность, ориентация на перспективу и конструктивный анализ внешней среды. Стратегическое управление представляет собой отношения, возникающие между предприятием и внешней средой в ходе выполнения поставленных задач развития в соответствии с его внутренними возможностями. Одной из ключевых целей стратегического развития является потенциал предприятия, обеспечивающий достижение будущих целей организации.

Таким образом, стратегическое развитие комплекса предприятий авиастроения основывается не на текущих задачах, а на стратегических целях, не на существующем, а на будущем потенциале. Стратегическое управление представляет собой систему взаимосвязанных элементов и подсистем, частных стратегий: продуктовая стратегия, стратегия маркетинга, конкурентная стратегия, инновационная стратегия, инвестиционная стратегия, внешнеэкономическая стратегия и другие [4]. Остановимся более подробно на инновационном аспекте развития.

Инновационная стратегия развития комплекса предприятий авиастроения – это система мер по управлению изменениями в организации, связанными с созданием новых продуктов, технологий и прочих нововведений. Инновационный процесс – это постоянное и непрерывное обновление в различных направлениях деятельности. Направления включают в себя не только технологический процесс, но и любые прогрессивные изменения: совершенствование приемов управления, быстрое реагирование на изменения, происходящие во внешней среде, развитие новых и эффективных направлений деятельности. Таким образом, управление нововведениями – это в первую очередь система мероприятий, направленных на разработку и внедрение новаций, на реализацию инновационной стратегии, на учет и анализ внутренних и внешних факторов, оказывающих прямое и косвенное воздействие на функционирование предприятия.

В соответствии с принятой «Стратегией развития авиационной промышленности» предприятиям авиастроения необходимо выстраивать свою политику в направлении решения ключевых задач, являющихся предпосылками формирования полноценного инновационного развития комплекса. К таким проектам следует отнести создание объединенных корпораций, подготовку и реализацию концепции «прорывных» продуктов, модернизацию производственного, конструкторского и научно-исследовательского звена.

Стратегическое развитие комплекса предприятий авиастроения должно соотноситься с общей стратегией социально-экономического развития страны, поскольку строить прогнозы и формировать рынок представляется возможным только после анализа темпов роста общественного благосостояния. Стратегия развития авиационной промышленности достаточно часто претерпевает существенные изменения – коррективы вносятся как в отдельные позиции и номенклатуру продуктовой линейки, так и в ее широту [3]. Для актуальной

оценки состояния стратегии и рисков, с ней связанных, а также возможностей корректировки плана развития важно рассмотрение этой стратегии с точки зрения мировых рыночных тенденций и перспектив авиационной техники.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Авиационная отрасль характеризуется высокой инновационной активностью и восприимчивостью к нововведениям, является не только потребителем новшеств научно-технического и технологического характера, но и обладателем мощного инновационного потенциала для их создания. Индустрия авиастроения является наиболее представительной как с точки зрения масштабности, перспективности, наукоемкости, комплексности, важности, эффективности, так и с точки зрения сложности, разноплановости и характера проблем, возникающих перед авиационной промышленностью.

2. Образование комплекса предприятий авиастроения является важной стратегической задачей в процессе становления инновационного развития отрасли, новая индустриальная модель формируется из взаимодополняемых специализированных единиц производства.

3. Перспективы развития российских предприятий авиастроения будут определяться способностью к адекватному оцениванию ситуации, стратегическому развитию в меняющихся условиях геополитической мировой обстановки. Переход к инновационному развитию отрасли целиком и полностью зависит от наращивания инновационного потенциала, владения современными методами управления и механизмами технологического развития. Инновационная стратегия развития предприятий авиастроения должна быть нацелена на завоевание устойчивого положения на мировом рынке при максимально эффективном использовании уже имеющихся ресурсов.

4. Для сохранения и наращивания инновационного потенциала авиационной отрасли в рамках стратегического повышения ее глобальной конкурентоспособности необходима функциональная и экономически обоснованная государственная поддержка. Безусловно, синергетический эффект от масштабного инновационного развития конкурентоспособных предприятий авиастроения и отрасли в целом обеспечит России стратегическое лидерство на мировой арене. У страны имеются для этого все средства. Необходимо грамотное руководство со стороны экономической и политической элиты, поддержка и контроль предприятий авиастроения.

## Список литературы

1. Байбакова Е.Ю., Клочков В.В. Взаимосвязь инновационного развития и организационной структуры предприятий и отраслей (на примере авиастроения) // Инновации. – 2013. – № 4 (174). – С. 90–98.
2. Бендиков М.А., Фролов И.Э. К проблеме выбора стратегии развития авиационной промышленности // Менеджмент в России и за рубежом. – 2003. – № 3. – С. 23–24.
3. Дементьев В.Е. ОАК и развитие российского авиастроения // Вестник университета (Государственный университет управления). – 2009. – № 3. – С. 315–331.
4. Ляшко Ф.Е., Приходько В.И., Тютюшкина Г.С. Стратегический менеджмент в авиастроении. – Ульяновск: УлГТУ, 2003. – 123 с.
5. Полицинская Е.В., Сергеева Д.А., Стрековцова Т.А. Анализ и перспективы развития авиастроительной отрасли // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 10. – С. 72–75.
6. Сафаргалиев М.Ф. Проблемы инновационного развития авиастроения в Республике Татарстан // Вестник экономики, права и социологии. – 2012. – № 4. – С. 86–91.
7. Чувашилова М.В. Внедрение контроллинга в систему управления предприятием авиационной промышленности. – М.: Издательство «Академия Естественных наук», 2013. – 322 с.

## References

1. Baybakova E.Yu., Klochkov V.V. Vzaimosvyaz innovatsionnogo razvitiya i organizatsionnoy struktury predpriyatij i otrasley (na primere aviastroeniya) [Interrelation of innovation

development and organizational structure of the enterprises and branches (the example of aircraft industry)]. *Innovatsii – Innovations*, 2013, no 4 (174), pp. 90–98.

2. Bendikov M.A., Frolov I.E. K probleme vybora strategii razvitiya aviatsionnoy promyshlennosti [The problem of choice of development strategy of aircraft industry]. *Menedzhment v Rossii i za rubezhom – Management in Russia and Abroad*, 2003, no 3, pp. 23–24.

3. Dementev V.E. OAK i razvitie rossiyskogo aviastroeniya [United Aircraft Corporation and development of Russian aircraft industry]. *Vestnik univesiteta (Gosudarstvennyy universitet upravleniya) – University Bulletin (State University of Management)*, 2009, no 3, pp. 315–331.

4. Lyashko F.E., Prikhodko V.I., Tutyushkina G.S. *Strategicheskiy menedzhment v aviastroenii* [Strategic management in aircraft industry]. Ulyanovsk, UlSTU Publ., 2003, 123 p.

5. Politsinskaya E.V., Sergeeva D.A., Strekovtsova T.A. Analiz i perspektivy razvitiya aviastroitelnoy otrasli [Analysis and perspectives of development of aircraft industry]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniy – International journal of applied and fundamental researches*, 2014, no 10, pp. 72–75.

6. Safargaliev M.F. Problemy innovatsionnogo razvitiya aviastroeniya v Respublike Tatarstan [Problems of innovation development of aircraft industry in the Republic of Tatarstan]. *Vestnik ekonomiki, prava i sotsiologii – Reporter of economics, law and sociology*, 2012, no 4, pp. 86–91.

7. Chuvashilova M.V. *Vnedrenie kontrollinga v sistemu upravleniya predpriyatiem aviatsionnoy promyshlennosti* [Implementation of controlling in the management system of the enterprise of aircraft industry]. Moscow, Academy of Natural Sciences Publ., 2013, 322 p.

УДК 336 (470)

**РЕГИОНАЛЬНЫЙ ВОСПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС  
КАК ОСНОВА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ: СОЦИАЛЬНЫЙ АСПЕКТ****Гешева М.В., Гешев А.В.***ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет  
им Х.М. Бербекова», Нальчик, e-mail: A\_Nagoev@mail.ru*

Конкурентоспособность экономики является одной из основных экономических категорий в рыночных отношениях, которая формируется на всех уровнях рыночной экономики: предприятия, отрасли, региона, страны и всей мировой экономики в целом, – и в общем виде выражает способность выдерживать соперничество с другими субъектами экономической деятельности. Кроме того, в формирующемся рыночном пространстве страны участвуют все субъекты Российской Федерации, интересы которых тесно переплетаются, образуя конкурентную среду, в которой успешнее развивается регион, имеющий наиболее сильные конкурентные позиции, обеспечивающие благоприятные условия для эффективной предпринимательской и коммерческой деятельности хозяйствующих субъектов. Под конкурентной позицией региона понимается совокупность конкурентных преимуществ, детерминированных факторами и условиями, создающими региону благоприятное положение на соответствующем конкурентном поле (рынок товаров и услуг, капиталов, инвестиций). Поэтому в настоящее время конкурентные позиции регионов и повышение конкурентоспособности его экономики становятся важными условиями устойчивого социально-экономического развития. При этом повышение конкурентоспособности экономики региона рассматривается не только как цель развития его экономики, но и как главный фактор повышения уровня и качества жизни его населения.

**Ключевые слова:** воспроизводство, конкурентоспособность, регион, социальное развитие

**REGIONAL REPRODUCTION PROCESS  
AS COMPETITIVENESS BASIS: SOCIAL ASPECT****Gesheva M.V., Geshev A.V.***The Kabardino-Balkarian State University of K.M. Berbekov,  
Nalchik, e-mail: A\_Nagoev@mail.ru*

Competitiveness of economy is one of the main economic categories in the market relations which is formed at all levels of market economy: the enterprises, branches, the region, the country and all world economy in general, and in a general view ability to maintain rivalry with other subjects of economic activity expresses. Besides, all subjects of the Russian Federation which interests closely intertwine, forming the competitive environment in which the region having the strongest competitive positions providing favorable conditions for effective business and commercial activity of economic entities develops more successfully participate in the formed market space of the country. The competitive position of the region is understood as set of the competitive advantages determined by the factors and conditions creating to the region an advantage on the corresponding competitive field (a commodity market and services, the capitals, investments). Therefore now competitive positions of regions and increase of competitiveness of its economy become important conditions of sustainable social and economic development. Thus increase of competitiveness of economy of the region is considered not only as the purpose of development of its economy, but also as the main factor of increase of level and quality of life of its population.

**Keywords:** reproduction, competitiveness, region, social development

Как известно, регион является относительно самостоятельной административно-территориальной единицей Российской Федерации с законченным циклом воспроизводства, особыми формами проявления стадий воспроизводства и своей управленческой спецификой протекания социальных и экономических процессов.

Конкурентоспособность региональной социально-экономической системы можно определить как результирующий относительный показатель, отражающий степень эффективности деятельности отраслей экономики региона, в том числе производства в промышленном и аграрном ее секторах, уровень жизни населения региона, распределения товаров как внутри региона, так и за его пределами [2]. Этот показатель

складывается из множества параметров, комбинация которых и определяет уровень конкурентоспособности региональной социально-экономической системы.

Модернизация социально-экономического развития регионов будет происходить в условиях усиливающейся посткризисной конкуренции территорий за создание благоприятных условий ведения бизнеса и повышения качества жизни населения [1]. При этом остается так и не преодоленной одна из наиболее противоречивых российских проблем – чрезмерная дифференциация темпов экономического развития российских регионов.

Фундаментальный подход к оценке конкурентоспособности региона представлен, по сути дела, в концепции конкурентоспособности национальной экономики

М. Портера. Как известно, он включает два аспекта оценки конкурентоспособности – факторный и результатный [5].

Факторную оценку конкурентоспособности осуществляют на основе детерминант регионального ромба [3]. В таком случае получается, что конкурентоспособность региона определяется продуктивностью использования региональных ресурсов (в первую очередь рабочей силы и капитала), по сравнению с другими регионами, что интегрируется в абсолютных размерах и динамике валового регионального продукта в расчете на душу населения или на одного работающего.

Динамика данных показателей для северокавказского региона является весьма противоречивой. Например, за последние пять предкризисных лет темпы прироста валового внутреннего продукта в постоянных ценах стабильно превышали отметку в шесть процентов. Достаточно хорошо это выглядело на фоне замедления темпов роста мировой экономики.

В то же время непосредственно для регионов Северного Кавказа сформировалась негативная относительная динамика, т.е. происходило нарастание степени отставания

от среднероссийского уровня. Так, по всем субъектам федерации, за исключением Дагестана и РСО-Алании, производство ВВП на душу населения существенно «просело» (табл. 1).

Даже Ставропольский край, будучи более приближенным к среднероссийским показателям в конце прошлого столетия, за рассматриваемый период потерял в этом отношении более 28 процентных пунктов [4].

Поэтому в предстоящих мероприятиях в северокавказских регионах предстоит обеспечить более чем двукратное опережение среднероссийских темпов роста производства ВВП на душу населения, поскольку только при таких соотношениях темпов роста может сформироваться тенденция сокращения рассматриваемого разрыва. Естественно, что это никак не может быть выполнено в краткосрочном периоде.

Острота проблемы становится еще более ясной, если рассмотреть положение дел по обеспеченности населения северокавказских регионов основными производственными фондами [4]. Уровень этой обеспеченности также сократился относительно общероссийского (табл. 2).

Таблица 1

Валовой региональный продукт (ВРП) на душу населения по РФ и субъектам СКФО в 2008 и 2014 годах

	2008		2014	
	руб.	в % к РФ	руб.	в % к РФ
Российская Федерация	15371,1	100,0	198816,5	100,0
Республика Дагестан	3589,4	23,4	62366,9	31,4
Республика Ингушетия	3428,9	22,3	29903,7	15,0
Кабардино-Балкарская Республика	6611,7	43,0	56528,8	28,3
Карачаево-Черкесская Республика	6391,3	41,6	65969,6	33,2
Республика Северная Осетия – Алания	5727,5	37,3	76455,4	38,5
Чеченская Республика	–	–	39102,7	19,7
Ставропольский край	10363,8	67,4	81800,7	41,1

Таблица 2

Основные фонды на душу населения по РФ и субъектам СКФО в 2008 и 2014 годах

	2008		2014	
	руб.	в % к РФ	руб.	в % к РФ
Российская Федерация	96602,2	100,0	425204,4	100,0
Республика Дагестан	51297,5	53,1	152588,2	35,9
Республика Ингушетия	13591,2	14,1	82099,4	19,3
Кабардино-Балкарская Республика	48813,0	50,5	118405,2	27,8
Карачаево-Черкесская Республика	68422,7	70,8	213242,4	50,2
Республика Северная Осетия-Алания	57183,6	59,2	161251,1	37,9
Чеченская Республика	–	–	152110,6	35,8
Ставропольский край	78672,3	81,4	224142,7	52,8

Таким образом, если исходить из данных, представленных в табл. 1 и 2, то главным приоритетом комплексной стратегии развития Северо-Кавказского федерального округа должна стать программа развития производительных сил региона с многосторонним участием федеральных и региональных государственных структур, а также всех форм и видов частного предпринимательства.

Финансовые параметры такой программы следует определить по критериям необходимого выравнивания региона по среднероссийским характеристикам. Не вникая в рамках данной статьи в детали такой программы, следует отметить, что реализация первоочередной части ее целей возможна только в среднесрочной перспективе, а всех – в долгосрочной.

Поэтому для оценки факторов формирования конкурентной способности региона в целом и возможности воздействия региональных органов власти на ее составляющие целесообразно использовать модель «национального ромба», предложенную М. Портером.

Согласно этой модели, роль региона в создании конкурентных преимуществ определяется по четырем взаимосвязанным направлениям (детерминантам): параметры факторов (природные ресурсы, квалифицированные кадры, капитал, инфраструктура и др.); условия спроса (уровень дохода, эластичность спроса, требовательность покупателей к качеству товара и услуг и др.); родственные и поддерживающие отрасли (обеспечивают фирму необходимыми ресурсами, комплектующими, информацией, банковскими, страховыми и другими услугами); стратегии фирм, их структура и соперничество (создают конкурентную среду и развивают конкурентные преимущества). В свою очередь по каждый из детерминантов анализируется по составляющим, степени их воздействия на конкурентное преимущество региона, а также необходимости их развития.

Конкурентоспособность регионов одного и того же уровня административно-территориальной иерархии при их сопоставлении между собой означает, что они конкурируют в предоставлении основных условий организации хозяйственной деятельности. Ориентируясь на данные условия, которые носят объективный (природные ресурсы) либо субъективный (институциональные факторы) характер, субъекты хозяйственной деятельности при прочих равных условиях выбирают регион с наиболее благоприятным их сочетанием. Кроме того, определение конкурентоспособности экономики регионов осуществляется посредством того, что

регионы предоставляют различные условия для проживания и социально-экономической деятельности на их территории.

Экономические и социальные условия характеризуются несколькими показателями: абсолютный и относительный размер оплаты труда; величина социальных трансфертов для нетрудоспособных граждан; уровень развития социальной инфраструктуры. Именно с этих позиций важнейшим слагаемым конкурентоспособности регионов становится социальная ориентация воспроизводства.

Как известно, в настоящее время через региональные бюджеты финансируется более шестидесяти процентов расходов консолидированного бюджета страны на образование и жилищно-коммунальное хозяйство, более пятидесяти процентов расходов на здравоохранение и социальную политику. То есть, расходование бюджетных средств на региональном уровне происходит преимущественно в социальной сфере на поддержание в нормальном состоянии жилищно-коммунальной сферы, части образовательных и медицинских учреждений, санаторно-курортных и физкультурно-оздоровительных комплексов, рекреационных объектов и т.п. Поэтому региональное хозяйство выступает в качестве специфического организационно-экономического инструмента реализации социальной направленности национальной экономики.

До недавнего времени значительная часть этих проблем решалась за счет расположенных на территориях предприятий, которые и являлись ответственными за предоставление работающему населению социальных услуг. Реструктуризация и приватизация этих предприятий сопровождалась активным процессом регионализации социальных объектов по объективным причинам. Во-первых, содержание предприятием социальной сферы отвлекает большие ресурсы, необходимые для развития основного производства, во-вторых, льготы, которые предприятие предоставляет своим работникам, снижают мотивацию к смене места работы и приводят рынок труда в статичное состояние, в-третьих, сохранение социальной сферы на бывших государственных предприятиях крупного и среднего размера мешало развитию частного предпринимательства, не способного в современных условиях обеспечить социальное обслуживание своих работников, в-четвертых, предоставление социальных льгот только работающим на предприятии ограничивало доступ к социальным благам другим категориям населения. Часто приватизация многих предприятий становилась

невозможной особенно в тех случаях, если речь шла о градообразующих предприятиях, несущих основное бремя социального обеспечения города. В итоге значительная часть социальной сферы оказалось просто переданной на региональный и муниципальный уровни, по принципу территориальной привязки.

Несмотря на определенную реформистскую логику в таких действиях, надо учитывать, что нормативные утверждения о передаче объектов социальной сферы делались в то время, когда не существовало ни концепции социальной реформы, ни общепринятого представления о социальных обязательствах государства на разных уровнях. К сожалению, следует констатировать, что системных таких представлений не сформировалось и до сих пор. В частности, в условиях переживаемого мирового финансового кризиса резко возросла социальная рискогенность среды функционирования всех экономических субъектов.

В то же время образовавшаяся разорванность экономических связей и социальной ответственности отражалась в первую очередь на единстве и целостности регионального воспроизводства. Получилось, что на практике в качестве отрицательного воздействия в пореформенное время была продемонстрирована исключительная важность социального компонента регионального воспроизводства.

Таким образом, по мере углубления рыночных реформ встал вопрос о последовательной регионализации социальной сферы путем материально обеспеченной передачи ее объектов в ведение органов местного самоуправления. Вывод инвестиционно привлекательных для частного капитала производств из сферы социальной ответственности с оставлением нерентабельной социальной инфраструктуры на балансах регионов сформировал, на наш взгляд, определенные проблемы и для конкурентоспособности.

Значительная роль государства в обеспечении региональной конкурентоспособности подтверждается многочисленными примерами из отечественной и зарубежной хозяйственной практики. Вместе с тем основы любого действующего фактора должны быть увязаны с основами существующей экономической системы. Поэтому главные факторы обеспечения региональной конкурентоспособности должны заключаться в параметрах реального платежеспособного спроса населения и соответствующих мотивах участников производства. В противном случае категория конкурентоспособности станет не экономической, а административной.

Как известно, спрос на товар – это сигнал потребителя, указывающий предпринимателям различных форм собственности, что следует производить. При этом исходные ресурсы не должны использоваться на другие направления хозяйственной деятельности. В результате производители имеют стимул поставлять на рынок только те товары и услуги, которые могут быть проданы по цене, по крайней мере равной издержкам их производства, и особенно те товары и услуги, ценность которых по определению потребителя в наибольшей степени превышает затраты на их производство.

Одновременно рыночная система предполагает функционирование механизма прибылей и убытков. Прибыль в таком случае становится вознаграждением участников рынка, производящих товар, который оценивается потребителями выше стоимости ресурсов, требуемых для его производства. Оценка товара потребителями измеряется их готовностью платить за него деньги, а стоимость ресурсов – величиной, определяющей нерациональность альтернативных возможностей их использования. В противоположность этому убытки есть характеристика функционирования тех производителей, которые своей деятельностью снижают ценность ресурсов. Стоимость ресурсов, использованных последними, превышает приемлемую для потребителей цену на производимые ими товар и услуги. Соответственно, принятие такого решения об использовании ресурсов оказывается ошибочным по рыночным критериям. Поэтому убытки и банкротство – это рыночный способ прекратить нерациональное использование ограниченных производственных ресурсов.

С этих позиций возможно подойти к системообразующей роли региональной конкурентоспособности. На абстрактном уровне получается, что какая бы сущность социально-экономической системы ни формировалась, она только тогда будет иметь место в реальности, если под действием обратных связей она не будет утрачивать своих основных функциональных характеристик. В рыночной экономике это непосредственно означает функционирование эффективного механизма воспроизводства, удовлетворяющего интересам всех основных участников хозяйственных процессов.

Поэтому эффективное и устойчивое функционирование региональной экономики, ориентированной на потенциал собственного воспроизводства, становится основным фактором конкурентоспособности.

Поэтому в теории региональной экономики, во всех направлениях регионалистики необходимо прописать социальную

сущность и социальную направленность региональной экономики, что наряду с ориентацией на сбалансированность спроса и предложения будет способствовать созданию целостной теоретической картины.

Соответственно, отсутствие социальных компонентов развития региональной экономики превращает последнюю из системной воспроизводственной структуры в элемент административно развиваемой более пространственной экономики, что неизбежно будет подталкивать усиление огосударствления российской экономики.

Поэтому определение приоритета социальной функции региональной экономики с соответствующим формированием системы использования валового внутреннего и валовых региональных продуктов становится необходимым условием посткризисного развития российских регионов.

По сути дела, в регионах предстоит сформировать социальное воспроизводство, т.е. ориентированное в своем функционировании на социальные интересы населения и развитие социальной сферы. Такая стратегия посткризисного регионального развития позволит объединить совершенно различные по своим характеристикам территории и обеспечить подлинную целостность и единство российской экономики.

Региональное социальное воспроизводство представляет собой одну из наиболее важных основ модернизации нашего общества, которая в свою очередь позволяет определить оптимальные параметры баланса между государством и гражданским обществом. В любом случае социально не обустроенное население не способно к ин-

новационным скоординированным действиям в современных, демократических и рыночных координатах.

#### Список литературы

1. Гергова З.Х., Нагоев А.Б., Багов А.Ю. Основные направления модернизации и повышения роли региональной экономической политики // *Фундаментальные исследования*. – 2011. – № 8–1. – С. 211–214.
2. Нагоев А.Б. К одной актуальной проблеме управления региональной конкурентоспособностью // *Менеджмент в России и за рубежом*. – 2010. – № 3. – С. 129–134.
3. Нагоев А.Б. Основные направления развития социально-экономической политики в регионе // *Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН*. – 2010. – № 1. – С. 97–102.
4. Нагоев А.Б. Социальная ориентация регионального воспроизводства как основа конкурентоспособности // *Современные проблемы науки и образования*. – 2010. – № 2. – С. 137–144.
5. Портер М. *Конкуренция* / пер. с англ. – СПб., 2000.
6. Тарасов А.Н., Нагоев А.Б. Особенности повышения роли региональной экономической политики / *Экономический анализ: теория и практика*. – 2009. – № 36. – С. 71–75.

#### References

1. Gergova Z.H., Nagoev A.B., Bagov A.Ju. Osnovnye napravlenija modernizacii i povyshenija roli regionalnoj jekonomicheskoj politiki // *Fundamentalnye issledovanija*. 2011. no. 8–1. pp. 211–214.
2. Nagoev A.B. K odnoj aktualnoj probleme upravlenija regionalnoj konkurentosposobnostju // *Menedzhment v Rossii i za rubezhom*. 2010. no. 3. pp. 129–134.
3. Nagoev A.B. Osnovnye napravlenija razvitija socialno-jekonomicheskoj politiki v regione // *Izvestija Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN*. 2010. no. 1. pp. 97–102.
4. Nagoev A.B. Socialna orientacija regionalnogo vosproizvodstva kak osnova konkurentosposobnosti // *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*. 2010. no. 2. pp. 137–144.
5. Porter M. *Konkurencija* / per. s angl. SPb., 2000.
6. Tarasov A.N., Nagoev A.B. Osobennosti povyshenija roli regionalnoj jekonomicheskoj politiki/ *Jekonomicheskij analiz: teorija i praktika*. 2009. no. 36. pp. 71–75.

УДК 519.862.6

## МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

<sup>1</sup>Гусарова О.М., <sup>2</sup>Кузьменкова В.Д.

<sup>1</sup>ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», Смоленск, e-mail: om.gusarova@mail.ru;

<sup>2</sup>ФГОБУ ВО «Смоленская государственная сельскохозяйственная академия», Смоленск, e-mail: 9621914395@mail.ru

Осуществлено исследование экономики Смоленской области, выявлен ряд факторов, определяющих тенденции ее развития. Осуществлен анализ валового регионального продукта в динамике за 2002–2014 гг. Рассмотрена структура валового регионального продукта, проведена оценка статистической взаимосвязи ряда региональных показателей. В качестве математического инструментария выявления статистической взаимосвязи региональных показателей предложен метод корреляционно-регрессионного анализа. Осуществлено моделирование тенденций развития региональной экономики, разработан ряд моделей парной и множественной регрессии, характеризующих зависимость валового регионального продукта от региональных факторов. Осуществлен анализ качества построенных моделей, рассчитаны дополнительные характеристики взаимосвязи региональных показателей. Осуществлен прогноз валового регионального продукта Смоленской области на перспективные периоды. Выполнен анализ направлений активизации и повышения эффективности региональной экономики с учетом инновационных преобразований.

**Ключевые слова:** валовой региональный продукт, оценка взаимосвязи региональных показателей, регрессионные модели, прогнозирование

## MODELING AND ANALYSIS OF THE TRENDS OF DEVELOPMENT OF REGIONAL ECONOMY

<sup>1</sup>Gusarova O.M., <sup>2</sup>Kuzmenkova V.D.

<sup>1</sup>FSEI HPE «Financial University under the Government of the Russian Federation», Smolensk, e-mail: om.gusarova@mail.ru;

<sup>2</sup>FSEI HPE «Smolensk State Agricultural Academy», Smolensk, e-mail: 9621914395@mail.ru

Carried out a study of the economy of the Smolensk region, identified a number of factors determining the trend of its development. Gross regional product analyzed in Dynamics for 2002–2014 gg. Considered the structure of gross regional product, an evaluation of the statistical relationship of a number of regional indicators. As the mathematical tools to identify statistical relationship regional indicators method of correlation and regression analysis. Modelling the development trends in the regional economy, has developed a number of models of the steam room and multiple regression to characterize the dependence of the gross regional product of regional factors. Analyses of the quality of built models are additional characteristics of the relationship of regional indicators. Implemented the forecast of the gross regional product of the Smolensk region on the future periods. Analysis of the directions of intensifying and improving the effectiveness of regional.

**Keywords:** gross regional product, assessment of the relationship of regional indicators, regression models, prediction

В условиях экономической турбулентности перед регионами особенно остро стоит проблема сохранения основных тенденций развития региональной экономики и предотвращение негативных кризисных явлений. Моделирование тенденций региональной экономики представляет собой научно-исследовательскую деятельность, направленную не только на выявление основных количественных показателей динамики структурообразующих элементов экономики регионов, но и определение круга факторов, определяющих тенденции ее развития в ретроспективном, современном и перспективном периодах. Формирование региональной идентичности носит произвольный характер, является объектом и результатом моделирования в структурно-функциональном и динамическом ви-

дах [8]. Моделирование современных тенденций развития региональной экономики во многом определяется уровнем развития промышленного потенциала региона, возможностями формирования специализированных сельскохозяйственных зон, уровнем экономически активного населения, наличием сети транспортных магистралей, внедрением в экономику региона систем информационного обеспечения, развитость агропромышленного рынка и рядом других факторов [6].

Географическое положение региона, наличие и уровень разработки полезных ископаемых, особенности климатических зон, близость к транспортным сообщениям федерального и международного уровней, численность и уровень образования экономически активного населения в основном

определяют особенности и тенденции развития региональной экономики. Так, например, в структуре экономики Смоленской области исторически лидирующие позиции занимает сельское хозяйство [9]. Агропромышленный комплекс Смоленщины является одним из важных рычагов, определяющим тенденции развития региональной экономики [7]. По данным статистических исследований наибольший удельный вес в структуре валового регионального продукта Смоленщины принадлежит обрабатывающей промышленности (22,3%), торговле (19,7%), другим видам экономической деятельности (22,9%), доля сельского хозяйства в структуре ВРП составляет 7,3% [11].

Основу экономического потенциала региона составляет промышленность, на долю которой в 2013 году пришлось 168,9 млрд рублей. Наиболее важными промышленными отраслями являются производство и распределение электроэнергии, газа, воды (26,9%), химическое производство (10,6%), производство машин и обо-

рудования (8,8%), производство пищевых продуктов (8,5%).

С целью исследования тенденций развития экономики Смоленской области был осуществлен анализ показателей социально-экономического развития региона в динамике за 2002–2013 годы [10]. В качестве математического инструментария, позволяющего не только оценить основные тенденции развития региональной экономики, но и выявить взаимосвязь ряда региональных показателей, целесообразным представляется использование эконометрического моделирования с использованием методов корреляционно-регрессионного анализа [3, 4].

В качестве исследуемого показателя (результативного признака) выбран валовой региональный продукт, характеризующий общее состояние региональной экономики. С целью выявления значимых факторов, определяющих тенденции развития экономики Смоленской области, выполнено построение матрицы парных корреляций (табл. 2).

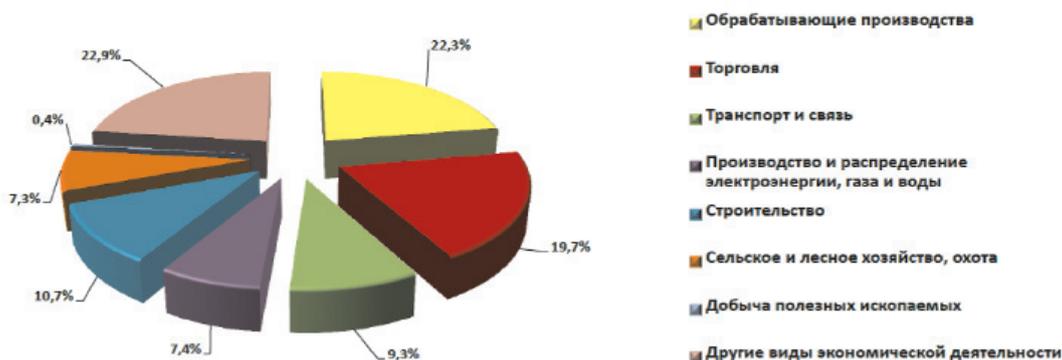


Рис. 1. Структура валового регионального продукта Смоленской области, 2014 г.

Таблица 1

Показатели развития экономики Смоленской области, 2002–2013 гг., млн рублей

Дата статистики		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Валовой рег. продукт	Y	42166,1	49085,7	56113,9	68383,1	79230	95703,4	121601	125349	154681	180812	201817	225595
Инвестиции в основной капитал	X1	9721	11427	11315	14371	14642	24728,5	36962,4	33932,4	48012,9	55924,3	55817,7	55250,6
Объем работ в эк. деят. «Строительство»	X2	5203,7	6501,2	6381,1	7214,4	8472,5	10895,5	15704,4	15609,3	19341,4	25566,2	26524,3	25343,7
Среднедушевые денежные доходы населения	X3	0,003	0,00372	0,00443	0,00557	0,00687	0,00844	0,01152	0,01292	0,01455	0,01597	0,01831	0,01998
Оборот розничной торговли	X4	23110	26653	30999	39033	46881	58301	77284	85314	98023	109596	120556	131051
Оборот оптовой торговли	X5	16972,5	20480,4	19549,7	23456	31881	37745	63279	61490	79172	107878	137937	169572
Стоимость основных фондов	X6	193051	215980	245734	276228	309351	373569	418597	440963	477280	543205	598129	635456
Продукция сельского хозяйства	X7	7035	7804	8921	9455	9548	11203	13265	13355	14366	18621	18477	20201

Таблица 2

Матрица коэффициентов парных корреляций региональных показателей

		Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
Валовой рег. продукт	Y	1							
Инвестиции в основной капитал	X1	0,975752	1						
Объем работ в эк. деят. «Строительство»	X2	0,983818	0,991697	1					
Среднедушевые денежные доходы	X3	0,993848	0,978011	0,979909	1				
Оборот розничной торговли	X4	0,994284	0,983129	0,983887	0,999459	1			
Оборот оптовой торговли	X5	0,979322	0,928927	0,952027	0,959305	0,957085	1		
Стоимость основных фондов	X6	0,993921	0,973308	0,978517	0,99592	0,995999	0,958185	1	
Продукция сельского хозяйства	X7	0,991376	0,973764	0,986568	0,982376	0,984752	0,969099	0,987436	1

Анализируя полученную матрицу, можно утверждать, что ведущим фактором, определяющим величину валового регионального продукта и тенденции развития региональной экономики в целом, является стоимость основных фондов, коэффициент корреляции  $r_{yx_6} = 0,993921$ . Величина данного коэффициента довольно близка к 1, следовательно, данный фактор можно выбрать в качестве ведущего фактора. Стоимость основных фондов характеризует общий уровень развития региональной экономики.

Достаточно сильное влияние на величину ВРП области оказывает показатель «продукция сельского хозяйства» (фактор X7), коэффициент корреляции  $r_{yx_7} = 0,991$ . Данный факторный признак имеет тесную корреляционную связь с фактором X6 (стоимость основных фондов):  $r_{x_6x_7} = 0,987$ . Ввиду того, что ведущим признаком фактор X6 (стоимость основных фондов), фактор X7 (продукция сельского хозяйства) необходимо из рассмотрения исключить, в противном случае при одновременном включении в модель множественной регрессии этих двух факторов уравнение регрессии может оказаться статистически не значимым и данное уравнение нецелесообразно будет использовать для выявления и анализа тенденций развития региональной экономики.

Вторым по величине влияния факторного признака на результативный признак (валовой региональный продукт) является оборот розничной торговли (X4), коэффициент корреляции  $r_{yx_4} = 0,994$ , и величина оборота оптовой торговли (X5), коэффициент корреляции  $r_{yx_5} = 0,979$ . Ввиду сильной взаимной корреляции показателей X4 (оборот розничной торговли) и X5 (оборот оптовой торговли), о чем свидетельствует коэффициент взаимной корреляции  $r_{x_4x_5} = 0,957$ , из рассмотре-

ния следует исключить один из факторов. С математической точки зрения на величину валового регионального продукта большее влияние оказывает оборот розничной торговли, но ввиду сильной корреляции данного фактора с другими факторными признаками целесообразным является оставление в рассмотрении показателя X5 (оборот оптовой торговли).

Дальнейший анализ матрицы парных корреляций позволяет утверждать, что сильное влияние на величину ВРП региона оказывает объем инвестиций (X1), о чем свидетельствует коэффициент корреляции  $r_{yx_1} = 0,9757$ . Исследованию взаимосвязи региональных показателей посвящены работы [1, 2].

Исключение на этапе спецификации модели множественной регрессии ряда факторных признаков (показателей развития региональной экономики) несколько не уменьшает влияния этих факторов на валовой региональный продукт, а просто свидетельствует о тесной взаимосвязи этих показателей и невозможности их одновременного включения в модель множественной регрессии.

Ввиду выявленного сильного взаимного влияния ряда региональных показателей целесообразным представляется построение наряду с моделью множественной регрессии ряда моделей парной регрессии, характеризующих влияние конкретных региональных показателей на валовой региональный продукт.

Проведенные исследования позволяют утверждать, что все построенные регрессионные модели обладают высоким качеством, о чем свидетельствуют высокие значения коэффициентов детерминации. По критерию Фишера все модели признаются статистически значимыми. Анализ величин t-статистики Стьюдента позволяет утверждать, что факторные признаки, включенные в регрессионные модели, являются статистически значимыми и оказывают существенное влияние на величину валового регионального продукта.

**Таблица 3**

Сводная таблица регрессионного анализа

Факторные признаки	Уравнение модели	Коэффициент детерминации	F – статистика Фишера	t – статистика Стьюдента
X7 – Продукция сельского хозяйства	$Y = 13,77695 \cdot X7 - 58084,9$	0,982826	572,2789	23,922
X6 – Стоимость основных фондов	$Y = 0,4130 \cdot X6 - 45995,61514$	0,987878	814,9649	28,547
X5 – Оборот оптовой торговли	$Y = 1,20509 \cdot X5 + 39443,82$	0,959072	234,3342	15,308
X1 – Инвестиции в основной капитал	$Y = 3,190739 \cdot X1 + 17505,27$	0,956566	220,2347	14,840
Множественная регрессия	$Y = 0,59853 \cdot X1 + 0,41528 \cdot X5 + 0,204887 \cdot X6 - 9193,57654$	0,998502	1777,8388	3,0531
				7,0468
				6,3816

**Таблица 4**

Дополнительные характеристики оценки влияния факторных признаков

Факторные признаки	Коэффициент эластичности	Бета-коэффициент	Дельта-коэффициент
X1 – Инвестиции в основной капитал	0,16141	0,199922	0,195366
X5 – Оборот оптовой торговли	0,212017	0,305153	0,29929
X6 – Стоимость основных фондов	0,713581	0,508941	0,506606

Лучшим качеством обладает модель множественной регрессии, характеризующей зависимость валового регионального продукта (Y) от объема инвестиций в основной капитал (X1), оборота оптовой торговли (X5), стоимости основных фондов (X6). Коэффициент детерминации для данной модели равен 0,998502, величина достаточно близка к единице, следовательно, вариация валового регионального продукта на 99,8% определяется вариацией объема инвестиций, оптовой торговли и стоимости основных фондов. Значение t-статистики для данных факторов свидетельствует об их статистической значимости и правильном подборе факторных признаков для построения множественной регрессии.

С целью дальнейшего исследования степени влияния на величину валового регионального продукта Смоленской области наиболее значимых факторных признаков были рассчитаны коэффициенты эластичности, бета- и дельта-коэффициенты.

Величина частного коэффициента эластичности характеризует изменение в процентах среднего значения результативного признака при изменении на один процент среднего значения соответствующего факторного признака. Анализ полученных результатов позволяет утверждать, что при увеличении на 1% объема инвестиций в основной капитал (X1) объем валового регионального продукта увеличится на 0,16%, при увеличении на 1% величины

оборота оптовой торговли (X5) объем валового регионального продукта увеличится на 0,21%, при увеличении на 1% стоимости основных фондов (X6) объем валового регионального продукта увеличится на 0,71%.

Дельта-коэффициент характеризует удельное влияние конкретного факторного признака в совместном влиянии на результативный признак всех факторов, включенных в модель множественной регрессии. Анализируя полученные результаты, можно утверждать, что удельное влияние величины инвестиций в основной капитал (X1) на валовой региональный продукт (Y) составляет 19,5%, оборота оптовой торговли (X5) – 29,9%, стоимости основных фондов (X6) – 50,6%. Наибольшие значения рассмотренных характеристик присуши факторному признаку X6 (стоимость основных фондов). Дополнительные исследования подтвердили первоначальный вывод о том, что ведущим фактором, в наибольшей степени определяющим величину валового регионального продукта, является стоимость основных фондов. Необходимо также отметить, что все рассмотренные факторы являются статистически значимыми и могут быть использованы для построения моделей парных регрессий.

Ввиду более высокого качества уравнения множественной регрессии используем ее для построения прогноза величины валового регионального продукта.

Таблица 5

Прогноз региональных показателей Смоленской области, млн руб.

Прогнозные значения	X1 – Инвестиции в основной капитал	X5 – Оборот оптовой торговли	X6 – Стоимость основных фондов
		63983	149273
Y – Валовой региональный продукт	Точечный прогноз	Нижняя граница интервального прогноза	Верхняя граница интервального прогноза
	222240,6	214559,84	229921,44

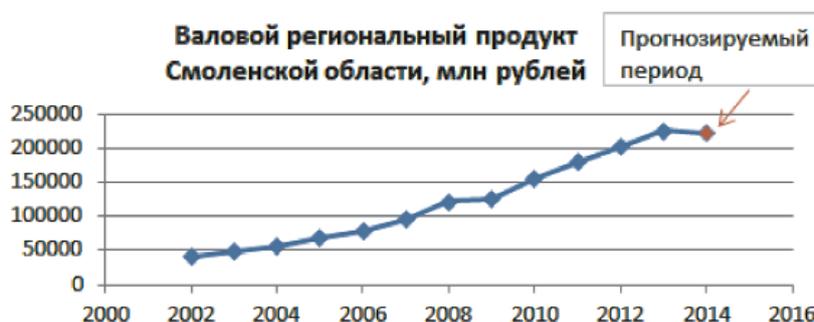


Рис. 2. Прогноз валового регионального продукта Смоленской области

Динамика валового регионального продукта Смоленской области представлена на рис. 2.

Согласно проведенным исследованиям, величина валового регионального продукта Смоленской области в перспективном периоде будет находиться в пределах от 214,559 до 229,921 млрд рублей. Необходимо также отметить, что прогнозирование показателей имеет вероятностный характер, и полученные значения будут актуальными лишь при сохранении современных тенденций динамики показателей социально-экономического развития региона [5]. При возникновении внешних факторов, таких как экономические санкции, изменения геополитической обстановки в мире, изменение курса национальной валюты, они несомненно окажут влияние, возможно и опосредованное, на развитие региональной экономики.

В целях активизации региональной экономики предполагается создавать элементы инновационной инфраструктуры, такие как зоны территориального развития, индустриальные парки, центры кластерного развития, инжиниринговые центры. Все это будет способствовать развитию региональной экономики, улучшению инвестиционного климата и повышению эффективности всех структурообразующих элементов экономики Смоленской области.

#### Список литературы

1. Гусарова О.М. Оценка взаимосвязи региональных показателей социально-экономического развития (на материалах Центрального федерального округа России) // Современные проблемы науки и образования: [Электронный научный журнал]. – 2013. – № 6. – URL: <http://www.scienceforum.ru/> (дата обращения 25.02.2016).
2. Гусарова О.М. Инвестиции как фактор регионального развития // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–10. – С. 2194–2199.
3. Гусарова О.М. Моделирование как способ планирования и управления результатами бизнеса // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 11–3. – С. 88–91.
4. Гусарова О.М. Компьютерные технологии моделирования социально-экономических процессов // Экономический рост и конкурентоспособность России: тенденции, проблемы и стратегические приоритеты. – М.: Юнити-Дана, 2012. – С. 102–104.
5. Гусарова О.М. Проблемы интеграции теории и практики моделирования результатов бизнеса // Экономика и образование: Вызовы и поиск решений. – Ярославль: Канцлер, 2014. – С. 78–82.
6. Кузьменкова В.Д. Методологические основы размещения и специализации сельского хозяйства в Российской экономике // Теория экономики и управления народным хозяйством. – 2010. – № 3(15). – С. 74–80.
7. Кузьменкова В.Д. Роль территориально-отраслевого разделения труда в агропромышленном производстве // Вестник Алтайского аграрного университета. – 2013. – № 5 (103). – С. 145–150.
8. Кузьменкова В.Д. Развитие размещения и специализации сельского хозяйства Российской Федерации (теория, методология, практика). – М.: 2012. – 216 с.
9. Кузьменкова В.Д. Перспективы развития и размещения отраслей сельского хозяйства Российской Федерации //

Наукoведение: [Электронный научный журнал]. – 2015. – № 3(7). – URL: <http://www.publishing@naukovedenie.ru/> (дата обращения 25.02.2016).

10. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения 25.02.2016).

11. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики по Смоленской области: [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sml.gks.ru> (дата обращения 25.02.2016).

### References

1. Gusarova O.M. Otsenka vzaimosvjazi regionalnykh pokazatelej sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya. *Journal of Computer – Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2013, no.6, available at: [www.scienceforum.ru](http://www.scienceforum.ru) (accessed 25 February 2016).

2. Gusarova O.M. Investitsii kak factor regionalnogo razvitiya. *Fundamentalnye issledovaniya* [Fundamental research], 2015, no. 2 (10), pp. 2194–2199.

3. Gusarova O.M. Modelirovanie kak sposob planirovaniya i upravleniya rezultatami biznesa. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [The successes of modern natural science], 2014, no. 11, pp. 88–91.

4. Gusarova O.M. Kompjuternye tekhnologii modelirovaniya sotsialno-ekonomicheskikh protsessov. *Ekonomicheskij rost i konkurentnosposobnost Rossii: tendentsii, problemy i strategicheskie priority* [Russia's economic growth and com-

petitiveness: trends, challenges and strategic priorities], Moscow, Uniti-Dana, 2012, pp. 102–104.

5. Gusarova O.M. Problemy integratsii teorii i praktiki modelirovaniya rezultatov biznesa. *Ekonomika i obrazovanie: vyzovy i poisk resheniy* [Economy and education: challenges and solutions], Yaroslavl, Chancellor, 2014, pp. 78–82.

6. Kuzmenkova V.D. Metodologicheskie osnovy razmescheniya i spetsializatsii selskogo khozyaystva v rossiyskoy ekonomike. *Teoriya ekonomiki i upravleniya narodnym khozyaystvom* [Economics and management of national economy], 2010, no. 3(15), pp. 74–80.

7. Kuzmenkova V.D. Rol territorialno-otraslevogo razdeleniya truda v agropromyshlennom proizvodstve. *Vestnik Altayskogo agrarnogo universiteta*, 2013, no. 5 (103), pp. 145–150.

8. Kuzmenkova V.D. Razvitie razmescheniya i spetsializatsii selskogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii (teoriya, metodologiya, praktika). Moscow, 2012. 216 p.

9. Kuzmenkova V.D. Perspektivy razvitiya i razmescheniya otrasley selskogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii. *Journal of Computer- Naukovedenie* [Science of science], 2015, no. 3(7), available at: [www.publishing@naukovedenie.ru](http://www.publishing@naukovedenie.ru) (дата обращения 25.02.2016).

10. Ofitsialnyj sayt Federalnoj sluzhby gosudarstvennoj statistiki. Available at: [www.gks.ru](http://www.gks.ru) (accessed 25 February 2016).

11. Ofitsialnyj sayt Federalnoj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Smolenskoj oblasti. Available at: [www.sml.gks.ru](http://www.sml.gks.ru) (accessed 25 February 2016).

## ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ КЛАСТЕРНЫХ СИСТЕМ

**Гусейнов А.Г., Гаджиев А.З.**

*ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный университет»,  
Махачкала, e-mail: guseinov\_ag@mail.ru*

Статья посвящена проблемам формирования кластерных систем в зарубежных странах и в России. Исследованы теоретические, методологические и методические аспекты, научные методы, принципы и подходы к формированию кластерных систем. Проанализирована законодательная, нормативная и правовая база формирования кластеров, позитивный опыт функционирования кластерных систем. Рассмотрены особенности создания кластеров, их классификация с учетом территориальной, отраслевой и производственной специализации регионов. Разработаны концептуальные направления развития экономической и социальной сфер региона на основе создания территориальных, производственных, научно-образовательных кластеров. Выявлены приоритеты, определены конкретные стратегические направления государственной кластерной политики для региональных, муниципальных органов и хозяйствующих субъектов. Сформирован системный пакет организационно-методических и нормативно-правовых документов для правительств по созданию кластерных систем в субъектах федерации. Сформулированы принципы системного подхода к исследованию экономического развития региона с учетом внешней и внутренней среды функционирования кластерных систем.

**Ключевые слова:** система, кластер, теория, методология, методика, классификация, отрасль, территория, производство, наука, образование, приоритеты, стратегия, регион, государство, муниципалитет, субъект

## PROBLEMS OF FORMATION OF REGIONAL CLUSTER SYSTEMS

**Guseynov A.G., Gadzhiev A.Z.**

*Dagestan State University, Makhachkala, e-mail: guseinov\_ag@mail.ru*

The article is devoted to problems of formation of cluster systems in foreign countries and in Russia. Theoretical, methodological and methodical aspects of scientific methods, principles and approaches to formation of cluster systems. Analyzed legislative, regulatory and legal framework for the formation of clusters, the positive experience of the functioning of the cluster systems. Describes features of clusters, their classification taking into account territorial, sectoral or industrial specialization of regions. Conceptual directions of development of the economic and social spheres of the region through the establishment of territorial, industrial, scientific-educational clusters. Identified priorities, identified specific strategic directions of the state cluster policy for the regional, municipal authorities and business entities. The system formed a package of organizational-methodological and normative-legal documents for the governments on creation of cluster systems in the regions. The principles of a systematic approach to the study of economic development of the region taking into account the external and internal environment of functioning of cluster systems.

**Keywords:** system, cluster, theory, methodology, methods, classification, branch, territory, production, science, education, priorities, strategy, region, state, municipality, entity.

Сложившиеся в настоящее время в России региональные системы со слабым внутрисистемным и межрегиональным потенциалом рыночной инфраструктуры затрудняют проведение четкой политики взаимодействия государственных органов, муниципальных образований и бизнеса, ограничивают возможности развития социально-экономического пространства субъектов федерации.

Понятие «кластер» является одним из элементов стратегии конкурентной борьбы, предложенной М. Портером, профессором кафедры делового администрирования Business School, ведущим специалистом в области конкурентной стратегии и конкурентной борьбы на международных рынках. Майкл Портер определил кластер как группу географически соседствующих

взаимосвязанных компаний (поставщики, производители и др.) и связанных с ними организаций (образовательные заведения, органы государственного управления, инфраструктурные компании), действующих в определенной сфере (рыночной нише) и взаимодополняющих друг друга [5].

В развитых странах кластерная теория на практике начала применяться в начале 1990-х годов благодаря трудам М. Портера, М. Энрайта, Дж. Даннинга, Р. Мартина.

На сегодняшний день кластерная политика является важным этапом развития региональной политики в передовых странах, от 50 до 70% продукции производится в кластерах.

В зарубежной практике кластерную политику исторически разделяют на два периода: первого и второго поколений.

Кластерная политика первого поколения представляет собой комплекс мер, осуществляемых государством по идентификации кластера, определению поля деятельности формирующих кластер фирм, созданию государственных органов его поддержки и осуществлению общей политики стимулирования всех кластеров в стране. В данном периоде ведущую роль в исследованиях играют экономические географы и региональные экономисты, которые с помощью средств пространственного моделирования должны выявить кластеры и определить их состав. Первый этап кластерной политики характерен в основном для государств с высокой степенью развитости традиционных производств – Испании, Португалии, Греции, Нидерландов, Германии и Италии.

Кластерная политика второго поколения, которая базируется на хорошем знании существующих в стране кластеров, подразумевает индивидуальный подход к проблемам развития каждого кластера в отдельности, так как государство может выступать в качестве менеджера, заказчика, инициатора производственного процесса, брокера, сводящего производителя и потребителя внутри кластера, и источником финансирования для фирм, работающих в кластере. Кластерная политика второго поколения превалирует в странах с высоким уровнем жизни (в Швейцарии, Швеции, Великобритании, Германии, Финляндии, Австрии, США), где «кластеризованы» практически все отрасли экономики – традиционная промышленность, сфера новых технологий и сектор услуг.

В зависимости от поставленных целей и культуры предпринимательства государство может выполнять различные функции при проведении кластерной политики. В этой связи выделяются две модели кластерной политики развитых стран – «континентальная» и «англосаксонская».

«Континентальная» политика развития кластеров реализуется в ряде европейских стран – Швеции, Франции, Норвегии и др., где особую роль играет активная государственная (федеральная) политика развития кластеров. Она включает в себя комплекс мер – от выбора приоритетных кластеров и финансирования проектов по разработке стратегий и программ их развития до целевого создания ключевых факторов успеха их деятельности (например, создание инфраструктуры, центров совершенства в области НИОКР).

Основной принцип второй – «англосаксонской» – модели, применяемой в США и Великобритании, состоит в том, что кластер рассматривается как рыночный ор-

ганизм, и роль федеральных властей заключается в снятии барьеров на пути его естественного развития. К особенностям кластерной политики в этих странах относится то, что основными игроками являются региональные власти и региональные организации, которые вместе с ключевыми участниками кластеров разрабатывают и реализуют программы их развития. Федеральные власти в ряде случаев финансировали и поддерживали пилотные проекты.

М. Энрайт, – ученик и последователь М. Портера, предложил рассматривать четыре механизма проведения кластерной политики :

1) каталитическая кластерная политика – правительство сводит заинтересованные стороны (например, частные компании и исследовательские фирмы) и оказывает им ограниченную финансовую поддержку;

2) поддерживающая – каталитическая политика государства дополняется значительными инвестициями в инфраструктуру регионов (в образование, профессиональное обучение, маркетинг и др.), создавая благоприятную среду для развития кластеров;

3) директивная – поддерживающая функция государства дополняется специальными программами, нацеленными на трансформацию специализации региона через развитие кластеров;

4) интервенционистская – правительство, наряду с выполнением своей директивной функции, перенимает у частного сектора ответственность за принятие решений о дальнейшем развитии кластеров и посредством трансфертов, субсидий, административных ограничений или стимулов, а также активного контроля над фирмами в кластере формирует его специализацию [7].

В связи с реализацией кластерной политики и кластерных инициатив становится актуальным еще один элемент кластерной системы – кластерный консалтинг, означающий предоставление услуг по проектам выделения на территории региона определенного вида кластеров, а также реализация теоретических основ управления кластерными инициативами – кластерный менеджмент.

В России процесс экономической кластеризации, т.е. кластерообразования, в настоящее время осуществляется преимущественно стихийно, под влиянием рыночных сил. Это вполне закономерное явление, однако его теоретико-методологические и прикладные аспекты оказываются реализованными не в полной мере.

Теория управления кластерами, регулирования процесса их создания и функционирования не получила должного развития в экономической науке и практике Российской Федерации, а неадаптированное

применение зарубежного опыта может не обеспечить необходимого эффекта в специфических социально-экономических и институциональных условиях страны.

В основе кластерной методологии лежит рассмотрение формы экономических отношений, направленных на создание современного инновационного продукта, как целостного множества элементов в совокупности отношений и связей между ними. Следовательно, можно рассматривать кластер как сложную экономическую систему.

В России функционируют более 1500 кластеров, как правило, созданных на базе крупных системообразующих предприятий. Продвинуты в области кластеризации экономики следующие субъекты федерации: города Москва и Санкт-Петербург, Краснодарский и Красноярский края, Московская, Ленинградская, Новосибирская, Томская, Ярославская, Белгородская области, Республики Татарстан и Башкортостан и другие. На Северном Кавказе нет структурно выделенных, реально функционирующих кластеров.

Поэтому исследование организационно-экономических механизмов формирования кластерных систем в указанных регионах России и адаптация их опыта в экономике Республики Дагестан являются актуальными, особенно в современных условиях рыночных изменений.

В целях повышения эффективности деятельности по созданию кластерных систем, например, в Республике Дагестан необходимо решить следующие системные задачи:

1. Исследование и внедрение научных методов, принципов, подходов к формированию региональных кластерных систем.

2. Анализ позитивного опыта функционирования региональных кластерных систем в субъектах РФ.

3. Изучение позитивного опыта функционирования региональных кластерных систем за рубежом.

4. Определение потенциальных возможностей территориальных производственных кластеров в целях реализации «Стратегии социально-экономического развития на период до 2025 г.» и приоритетных проектов Республики Дагестан.

5. Разработка концептуальных направлений развития экономической и социальной сфер в Республике Дагестан на основе создания территориальных, производственных, научно-образовательных и иных кластеров.

6. Выявление приоритетов, определение конкретных стратегических направлений государственной кластерной политики для государственных, муниципальных органов и заинтересованных хозяйствующих субъектов.

7. Формирование системного пакета организационно-методических и нормативно-правовых документов для Правительства Республики Дагестан по созданию кластерных систем в республике.

Современная экономика подает мощные импульсы развитию инновационной экономики. Сегодня формирование современных экономических структур направлено на повышение их конкурентоспособности на основе кооперации, специализации и интеграции, развития партнерских отношений.

Сложившиеся в настоящее время в России региональные системы со слабым внутрисистемным и межрегиональным потенциалом рыночной инфраструктуры затрудняют проведение эффективной политики взаимодействия государственных органов и бизнеса, ограничивают возможности развития социально-экономического пространства субъектов федерации.

Напротив, в развитых странах заметной и устойчивой тенденцией является формирование кластеров, как спонтанное, так и регулируемое государством.

В России процесс экономической кластеризации, т.е. кластерообразования, в настоящее время осуществляется преимущественно стихийно, под влиянием рыночных сил. Это вполне закономерное явление, однако его теоретико-методологические и прикладные аспекты оказываются реализованными не в полной мере.

Теория управления кластерами, регулирования процесса их создания и функционирования не получила должного развития в экономической науке и практике Российской Федерации, а неадаптированное применение зарубежного опыта может не в полной мере обеспечить необходимый эффект в своеобразных социально-экономических и институциональных условиях как страны в целом, так и ее регионов.

Рассмотрим базовые положения методологии кластерного подхода. Как правило, в современных исследованиях авторы отмечают актуальность применения данных подходов, однако не определяют сущность феноменов, лежащих в основе организации процесса экономической кластеризации: «кластерная политика», «кластерная инициатива», «кластерная технология», «кластерный консалтинг». Для формирования действенной методологии управления процессами кластеризации социально-экономического пространства регионов РФ необходимо конкретизировать терминологию.

Процесс экономической кластеризации реализуется на базе основных положений кластерной теории, которую отличает ее абстрактный характер. Управляющие усилия

государства всегда конкретны, имеют определенную направленность, решают актуальные задачи развития территории, которые осуществляются посредством допустимого в условиях рыночной экономики набора инструментов кластеризации. Поэтому, с одной стороны, важна четкая идентификация кластера как объекта кластерной теории, а с другой стороны, как предмета государственного управления.

В современной России практическое применение кластерной теории связано с именами таких учёных, как М.К. Бандман, Н.Н. Колосовский, Н.И. Ларина, И.В. Пилипенко и др. В целом авторы формулируют три широких определения кластеров, каждое из которых подчеркивает основную черту его функционирования:

- это регионально ограниченные формы экономической активности внутри родственных секторов, обычно привязанные к тем или иным научным учреждениям (НИИ, университетам и т.д.);

- это вертикально ориентированные производственные цепочки; довольно узко определенные секторы, в которых смежные этапы производственного процесса образуют ядро кластера (например, цепочка «поставщик – производитель – сбытовик – клиент»). В эту же категорию попадают сети, формирующиеся вокруг головных фирм;

- это отрасли экономики, определенные на высоком уровне агрегации (например, «химический кластер») или совокупности секторов на еще более высоком уровне агрегации (например, «агропромышленный кластер») [1, 4].

Центром кластера чаще всего являются несколько крупных компаний, при этом между ними сохраняются конкурентные отношения. Этим кластер отличается от картеля или финансовой группы. Концентрация соперников, их покупателей и поставщиков способствует росту эффективной специализации производства. При этом кластер дает работу и множеству малых фирм и предприятий. Таким образом, кластер представляет собой форму организации экономических отношений. Первоначально ее использовали для повышения конкурентоспособности. Однако в принятом курсе на модернизацию экономики, построение инновационной экономики кластер стал применяться при решении все более широкого круга задач, в частности:

- при анализе конкурентоспособности государства, региона, отрасли;

- как основа общегосударственной промышленной политики;

- при разработке программ регионального развития;

- как основа стимулирования инновационной деятельности;

- как основа эффективного взаимодействия крупного, среднего и малого бизнеса.

Т.В. Миролобова на основе обзора зарубежных и российских концепций и моделей классифицировала кластеры по следующим признакам: по территориальному охвату; по стадии развития кластера; по степени новизны выпускаемой продукции; по размерам; по отраслевой принадлежности; по различиям в структуре взаимосвязей; по степени инновационности; по роли в системе обмена и использования знаний; по наличию и степени развития элементов кластерной структуры; по уровню агрегации участников кластера; по соорганизации практико-ориентированной фундаментальной науки, проектно-конструкторских разработок и инновационной промышленности; по характеру отрасли предприятий-участников кластера [3].

В основе кластерной методологии лежит рассмотрение формы экономических отношений, направленной на создание «современного инновационного продукта», как целостного множества элементов в совокупности отношений и связей между ними. Следовательно, можно говорить о кластере как сложной экономической системе.

Кластерные системы характеризуются общими особенностями:

- наличие крупного предприятия-лидера, определяющего долговременную хозяйственную, инновационную и иные стратегии всей региональной экономической системы;

- территориальная локализация основной массы хозяйствующих субъектов – участников кластерной системы;

- устойчивость стратегических хозяйственных связей в рамках кластерной системы, включая ее региональные, межрегиональные, внутригосударственные и международные связи;

- долговременная координация взаимодействия участников кластерной системы в рамках ее общенациональных, внутрорегиональных и муниципальных программ развития, инвестиционных проектов и программ;

- наличие корпоративных систем управления, контроля бизнес-процессов, коллективного хозяйственного мониторинга.

Кластерные системы формируются на основе трех принципов в зависимости от структуры, размера и вида деятельности:

- общность интересов потенциальных участников – одни и те же или взаимосвязанные области деятельности, общий рынок или агломерация;

- концентрация – расположение, удобное для регулярных контактов;

– взаимодействие – взаимосвязи, взаимозависимость с большим разнообразием формальных и неформальных отношений.

В процессе исследования кластерных систем необходимо использовать следующие методологические принципы:

- Принцип системного подхода к исследованию экономического развития региона с учетом внешней и внутренней среды функционирования кластерных систем.

- Принцип многообразия форм исследования и комплексных оценок.

- Принцип учёта региональных особенностей функционирования кластерных систем.

- Принцип информационной обеспеченности кластерных систем.

- Принцип практической реализуемости результатов моделирования деятельности кластерных систем.

При организации кластеров необходимо применять методы экономического, функционального, структурного и статистического анализа, организационного моделирования, экспертных оценок, планирования и программирования.

Кроме того, необходимо использование методики проведения комплексного социально-экономического мониторинга региона с учетом его особенностей в целях создания кластерных систем в контексте «Стратегии социально-экономического развития Республики Дагестан на период до 2025 года».

Наша страна переживает этап адаптации понятия «кластерная политика» к российским специфическим условиям функционирования государственной власти, экономики, науки и образования, бизнеса и общества. Кластерная политика является новым направлением развития российской государственной региональной политики.

Тема кластеров и кластерной политики в России впервые официально была обозначена в документах Правительства РФ в 2005 году.

В этом же году Министерство экономического развития РФ опубликовало доклад, в котором говорилось, что «единственный путь наращивания нашего экономического потенциала – это повышение производительности труда, диверсификация экономики».

В дальнейшем вопросы кластерной политики нашли отражение и в других документах Правительства Российской Федерации. В проекте Концепции стратегии социально-экономического развития регионов РФ определено понятие «территориальный кластер» – кластер, который объединяет динамичные и внутренне конкурентоспособные сети близко локализованных предприятий, производящих одну и ту же или смежную продукцию, и которые

совместно обеспечивают хорошие рыночные позиции для страны, отрасли и самих предприятий [2].

В начале 2008 г. тема кластеров была обозначена в «Концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ до 2020 г.» В Концепции рассмотрены три сценария развития страны: инерционный, энергосырьевой и инновационный. Отмечено, что переход к инновационному сценарию возможен при активном стимулировании предпринимательской инициативы и наращивании инновационной активности в экономике, что, в свою очередь, потребует совершенствования институциональной среды и формирования институциональных структур, отличающих постиндустриальную экономику. В их числе названа «поддержка кластерных инициатив, направленных на достижение результативной кооперации организаций – поставщиков оборудования, комплектующих, специализированных производственных и сервисных услуг, научно-исследовательских и образовательных организаций в рамках территориально производственных кластеров».

В Концепции совершенствования региональной политики в РФ затронута тема создания территориально-производственных кластеров для изготовления продукции с высокой добавленной стоимостью, даются рекомендации по формированию и развитию кластеров с учетом приоритетных для конкретного субъекта отраслей.

Явным недостатком вышеперечисленных Концепций является отсутствие единой методологии экономической кластеризации: она не носит системный характер. Имеющиеся на сегодняшний день методологические проблемы экономической кластеризации представлены на рисунке.

Как видно из рисунка, процесс экономической кластеризации является совокупностью взаимосвязанных стратегических и тактических компонентов, имеющих целью построение кластера. В современной концепции государственного управления представлены лишь основные составляющие кластерной системы, их базовые функции и эффекты, ожидаемые от их создания, не учтены. Также отсутствует обоснование механизма, посредством которого субъект управления (органы государственной власти и управления субъекта РФ) с помощью кластерной политики способен оказывать продуктивное воздействие на процессы формирования и развития кластеров. В данном случае не учитывается иерархичная природа кластеров, их способность активизировать взаимодействие с внешней средой через обратную связь.



*Методологические проблемы экономической кластеризации*

Результаты проведенного методологического анализа позволяют утверждать, что повышение эффективности процесса экономической кластеризации в регионах России сопряжено с реализацией ряда аспектов системного подхода:

- включение процессов формирования и развития кластерных инициатив и кластерных технологий в состав ключевых объектов стратегического управления развитием кластеров;

- ориентация на достижение значимых для государства и участников процесса экономической кластеризации эффектов ожидания при планировании, организации поддержки и мониторинге результатов;

- учет многофункциональной роли государства, реализуемой им в процессах создания, функционирования и развития экономических кластеров через кластерный консалтинг;

- достижение высокого уровня разнообразия форм и инструментов, т.е. кластерных технологий, посредством которых органы государственной власти и управления обеспечивают управленческое воздействие на процесс экономической кластеризации;

- обеспечение широкой сферы использования механизма государственно-частного партнерства для развития процессов кластеризации социально-экономического пространства региона;

- обеспечение единства разных этапов процесса экономической кластеризации в разработке и внедрении кластерных систем.

В современных условиях большую значимость в исследовании социально-экономического развития региона приобретает мониторинг. Мониторинг позволяет на каждом этапе развития систем (экологических, социальных, экономических) исследовать не только положительные, но и отрицательные тенденции, факторы

внешнего воздействия, которые только выявлять и классифицировать недостаточно. В региональном аспекте объектом мониторинга является социально-экономическая система в целом, ее отдельные сектора, отрасли, комплексы, формы предпринимательской деятельности, виды бизнеса, муниципальные образования.

Современная региональная экономика использует разнообразный аналитический инструментарий, как общенаучный, так и специальный, который подразделяется на такие блоки, как методы регионального экономического анализа и математические модели региональной экономики. Информационной базой региональной экономики являются статистические показатели и их системы, построение балансов и сводных индикаторов социально-экономического развития. Анализ различных аспектов экономики региона проводится с целью определения объективного диагноза, на основе которого должна строиться стратегия и тактика регионального анализа. Для этого необходимо рассматривать макроэкономические характеристики региона, такие как ВРП и его основные компоненты, доходы населения, национальное богатство, сосредоточенное на территории региона. Далее необходимым является проведение анализа отраслевой структуры региона на основе показателей выпуска продукции и занятости населения.

Так, например, комплексный мониторинг состояния экономики республики за 2010–2015 годы, перспективы развития республики на период до 2025 года являются статистической и аналитической основой для проектирования создания кластеров, исследования тенденций, выявления приоритетов развития в рамках реализации «Стратегии социально-экономического развития РД на период до 2025 года» [6].

Разработка «Концепции кластерной политики Республики Дагестан», которая включает в себя:

1. Типы кластеров с учетом отраслевой специфики, обозначенной в «Стратегиях социально-экономического развития СКФО и Республики Дагестан на период до 2025 г.».

2. Цели и задачи кластерной политики.

3. Проблемы развития кластеров.

4. Основные направления содействия развитию кластерных инициатив:

– содействие организационному развитию кластеров;

– содействие реализации проектов, направленных на повышение конкурентоспособности участников кластера;

– обеспечение формирования благоприятных условий развития кластеров;

– создание промышленных парков и технопарков как инфраструктуры для развития кластеров;

– снижение административных барьеров;

– реализация мер налогового регулирования для участников кластера.

5. Система мероприятий по реализации Концепции:

– развитие механизмов финансовой поддержки кластерной политики на федеральном, региональном и муниципальном уровнях;

– предоставление методической, информационно-консультационной, образовательной поддержки реализации кластерной политики.

6. Механизмы реализации Концепции.

7. Меры, направленные на предупреждение рисков неэффективной реализации Концепции.

8. Основные результаты реализации кластерной политики.

Кластерная политика предусматривает принятие стратегий и программ развития отдельных кластеров – т.н. «кластерные инициативы», а также формирование инструментальной базы для их реализации – т.н. «кластерные технологии».

Кластерные инициативы представляют собой как отдельные, так и совместные организованные усилия кластерных фирм, правительственных, образовательных и исследовательских организаций, направленные на увеличение роста и конкурентоспособности конкретного кластера на определенной территории. Если кластерная политика это система государственных мер и механизмов поддержки кластеров, обеспечивающих повышение конкурентоспособности регионов и пред-

приятий, входящих в кластер, а также внедрение инноваций, то кластерная инициатива – это деятельность по организации конкретных кластеров на конкретной территории.

Кластерная политика рассматривается как альтернатива традиционной «отраслевой политике», в рамках которой осуществляется поддержка конкретных предприятий и отраслей. Основными отличительными параметрами кластерного подхода в сравнении с традиционными отраслевыми являются: стратегия развития территории; взаимоотношения власти и бизнеса; производство и технологии; конкуренция; пространственное развитие; критерии экономической эффективности; рынок труда; институциональная среда; тип доминирующих коммуникаций между предприятиями.

Важнейшим направлением развития кластерных систем в регионах является разработка стратегических направлений государственной кластерной политики в контексте концепций стратегий социально-экономического развития страны и регионов и Концепции кластерного развития регионов.

В результате разработки стратегий развития кластеров, осуществляемой на региональном и муниципальном уровнях, будет обеспечена возможность эффективного и адекватного учета приоритетов развития кластеров в рамках реализации региональных и муниципальных стратегий и программ социально-экономического развития, включая проекты развития транспортной и инженерной инфраструктуры, жилищного строительства, а также реализации мер в области поддержки малого и среднего предпринимательства, инновационной, образовательной и технологической политики, политики привлечения инвестиций, развития экспорта и др.

Наряду с разработкой «Концепции кластерного развития регионов» необходима разработка для пакета организационно-методических документов по реализации государственной кластерной политики.

1. Положение о Центре кластерного развития региона.

2. Положение о Координационном совете при Правительстве региона Центра кластерного развития.

3. Положение об Административной группе Центра кластерного развития.

4. Методические материалы по разработке программ развития территориальных кластеров.

Создание указанных структурных подразделений при правительствах регионов позволит системно реализовать «Концепцию кластерного развития», государственную кластерную политику, разработать Стратегию и Программы формирования кластеров в регионах.

#### Список литературы

1. Колосовский Н.Н. Теория экономического районирования. – М.: Мысль, 1969.
2. Концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ до 2020 г.
3. Миролюбова Т.В. Международное сотрудничество между регионами как элемент государственного управления экономическим развитием на региональном уровне // Вестник РУДН. Сер Экономика. – 2008. – № 3. – С. 73–78.
4. Пилипенко И.В. Конкурентоспособность стран и регионов в мировом хозяйстве: теория, опыт малых стран Западной и Северной Европы. – Москва – Смоленск: Ойкумена, 2005.
5. Портер М.Е. Конкуренция: учеб. пособие / пер. с англ. – М., 2001.

6. Стратегии социально-экономического развития Республики Дагестан на период до 2025 года.

7. Энрайт М.Дж. Почему Кластеры являются способом выиграть игру? – 1992.

#### References

1. Kolosovskij N.N. Teorija jekonomicheskogo rajonirovanija. M.: Mysl, 1969.
2. Konceptii dolgosrochnogo socialno-jekonomicheskogo razvitija RF do 2020 g.
3. Miroljubova T.V. Mezhdunarodnoe sotrudnichestvo mezhdur regionami kak jelement gosudarstvennogo upravlenija jekonomicheskim razvitiem na regional'nom urovne // Vestnik RUDN. Ser Jekonomika. 2008. no. 3. pp. 73–78.
4. Pilipenko I.V. Konkurentosposobnost' stran i regionov v mirovom hozjajstve: teorija, opyt malyh stran Zapadnoj i Severnoj Evropy. – Moskva – Smolensk: Ojkumena, 2005.
5. Porter M.E. Konkurencija: ucheb. posobie / per. s angl. M., 2001.
6. Strategii socialno-jekonomicheskogo razvitija Respubliki Dagestan na period do 2025 goda.
7. Jenrajt M.Dzh. Pochemu Klasteri javljajutsja sposobom vyigrat igru? 1992.

УДК 322.1

## О ПОТЕНЦИАЛАХ РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ ТАТАРСТАН И БАШКОРТОСТАН. АРХИТЕКТУРА ОЦЕНКИ ИХ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

<sup>1</sup>Данько Т.П., <sup>2</sup>Никонова С.А.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова»,  
Москва, e-mail: tpdanko@gmail.com;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Уфимский государственный университет экономики и сервиса»,  
Уфа, e-mail: buntex@mail.ru

Раскрытие потенциалов российских регионов на примере двух республик, Татарстана и Башкортостана требует не только взвешенной системы оценок, но и разработки самого инструментария оценки. В статье осуществлена оценка конкурентоспособности республик Татарстан и Башкортостан. Приведен рейтинг развития социальной и экономической инфраструктуры регионов. Рассмотрена структура валового регионального продукта республик Татарстан и Башкортостан, единичных средних показателей оценки конкурентоспособности региона за 2010–2014 гг. Для каждого из субъектов ПФО был посчитан интегральный показатель по двум блокам (сумма удельных весов показателей), что явилось основой распределения регионов по осям матрицы. Авторами рассмотрена матрица Бостонской консалтинговой группы по Республике Башкортостан. Выявлено, что Республика Башкортостан слабее в конкурентном плане, чем Республика Татарстан, но тем не менее имеет достаточный потенциал развития и является регионом с высоким уровнем самостоятельности.

**Ключевые слова:** система оценки регионов, инструменты оценки, тип развития субъекта, векторы инновационного развития

## ABOUT THE DEVELOPMENT POTENTIALS OF THE REGIONS OF TATARSTAN AND BASHKORTOSTAN. ARCHITECTURE ASSESSMENT OF THEIR COMPETITIVENESS

<sup>1</sup>Danko T.P., <sup>2</sup>Nikonova S.A.

<sup>1</sup>State Educational Institution of Higher Education «Plekhanov Russian University of Economics»,  
Moscow, e-mail: tpdanko@gmail.com;

<sup>2</sup>State Educational Institution of Higher Education «Ufa State University of Economics and Service»,  
Ufa, e-mail: buntex@mail.ru

The opening up of the potential of the Russian regions on the example of two republics of Tatarstan and Bashkortostan not only requires a balanced system of assessments but also the development of the assessment tools. The article presents the evaluation of the competitiveness of the republics of Tatarstan and Bashkortostan. Given the rating of development of social and economic infrastructure in the regions. The structure of the gross regional product of Tatarstan and Bashkortostan, single averages of evaluation of the competitiveness of the region for 2010–2014. For each of the subjects of the Volga Federal district was calculated integral index for the two blocks (the sum of specific weights of indicators) that were the basis of the distribution of regions along the axes of the matrix. The authors considered the matrix of the Boston consulting group in the Republic of Bashkortostan. It is revealed that the Republic of Bashkortostan weaker in competitive terms, than the Republic of Tatarstan, but nevertheless has a sufficient development potential and is a region with a high level of independence.

**Keywords:** system of evaluation of regions, assessment tools, development of the subject, the vector of innovative development

Раскрытие потенциала региона дело достаточно хлопотное и интересное [3]. Сделаем попытку провести данное исследование и выделить реперные точки в оценке [8]. Первоначально дадим краткую характеристику объектов исследования.

**Республика Татарстан** – субъект Российской Федерации. Входит в состав Приволжского федерального округа. Основным ресурсом недр республики является нефть. В Татарстане разведано 127 месторождений, включающих более 3000 залежей нефти.

В недрах республики имеются также промышленные запасы известняка, доло-

митов, строительного песка, глины для производства кирпича, строительного камня, гипса, песчано-гравийной смеси, торфа, а также перспективные запасы нефтебитумов, бурого и каменного угля, горючих сланцев, цеолитов, меди, бокситов.

На территории Татарстана расположено более 150 особо охраняемых природных территорий общей площадью примерно 150 тыс. га (2% от общей площади Татарстана). Географическое положение Татарстана определяет его ключевую роль в транспортных связях восточной и европейской частей России, а также в коммуникации с другими странами.

**Башкортостан** – республика на Южном Урале и в Приуральяе. Входит в состав Приволжского федерального округа, являясь частью Уральского экономического района.

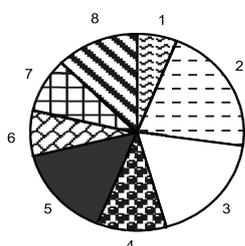
Башкортостан – индустриально-аграрная республика, является одним из наиболее экономически развитых регионов России. На долю промышленности приходится 45,4% валового регионального продукта, сельского и лесного хозяйства – 9,3%. Основной специализацией республики являются нефтедобыча и нефтепереработка. Республика занимает 1-е место

среди субъектов РФ по объёму нефтепереработки, производству бензина, производству дизельного топлива, поголовью крупного рогатого скота, производству молока и мёда.

Уровень развития экономики Башкортостана в значительной степени определяется состоянием электроэнергетики (13% промышленного продукта). Сельское хозяйство зерново-животноводческого направления.

Рейтинг развития социальной и экономической инфраструктуры регионов представлен в табл. 1.

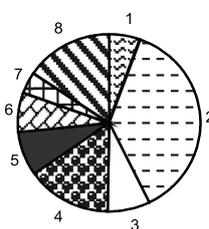
Структура валового регионального продукта Татарстана (в текущих основных ценах)



- 1 - Сельское хозяйство охота и лесное хозяйство (6,0%)
- 2- Добыча полезных ископаемых (21,3%)
- 3- Обрабатывающие производства (18,3%)
- 4- Строительство (10,4%)
- 5- Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования (15,1%)
- 6- Транспорт и связь (7,5%)
- 7- Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг (9,0%)
- 8- Прочие виды деятельности (12,4%)

а

Структура валового регионального продукта Башкортостана (в текущих основных ценах)



- 1 -Сельское хозяйство охота и лесное хозяйство (5,6%)
- 2 -Обрабатывающие производства (37,2%)
- 3 -Строительство (7,4%)
- 4 -Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования (15,2%)
- 5 -Транспорт и связь (7,9%)
- 6 -Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг (7,2%)
- 7 -Здравоохранение и предоставление социальных услуг (4,0%)
- 8 -Прочие виды деятельности (15,5%)

б

Рис. 1. Структура валового регионального продукта республик Татарстан и Башкортостан: а – структура валового регионального продукта Татарстана (в текущих основных ценах); б – структура валового регионального продукта Башкортостана (в текущих основных ценах). Составлено автором

Таблица 1

Рейтинг развития социальной и экономической инфраструктуры

	Место по ТРС	Место по ДУС	Место по АД	Место по ОСЭИ	Сумма мест по отдельным показателям	Место региона по уровню социальной и экономической инфраструктуры
Республика Татарстан	21	24	19	3	67	1
Республика Башкортостан	49	39	32	6	126	17, 12, 19

Примечания: ТРС – Средний темп роста строительства в регионе за 2010–2014 гг.

ДУС – Доходы от предоставления услуг связи.

АД – Густота автомобильных дорог: длина автомобильных дорог с твердым покрытием на 1000 кв. км территории региона.

ОСЭИ – Обеспеченность населения объектами социальной инфраструктуры – рассчитывается на основе трех показателей.

Таблица 2

Изменения единичных средних показателей оценки конкурентоспособности региона за 2010–2014 гг. [14]

Показатели	Татарстан		Башкортостан	
	абс.	отн. %	абс.	отн. %
1. Среднедушевой денежный доход населен., тыс. руб.	+345	+29,28	+845	+15,6
2. Рентабельность валовой продукции региона, %	+0,52	+16,1	+3,28	+29,05
3. Удельный вес убыточных организаций, %	-2,8	-6,76	-3,1	-6,26
4. Удельный вес инвестиций в основной капитал в ВРП, %	+2,36	+12,63	+2,18	+11,91
5. Расходы консолидированного бюджета на душу населения, тыс. руб.	+0,73	+19,63	+2,85	+29,99
6. Удельный вес инновационно активных организаций в общем числе орг., %	-1,4	-10,29	+4	+55
7. Отгруженная инновационная продукция, от общего объема отгруженной продукции, %	+1,8	+32,73	+0,8	+26,67
8. Экспорт, млн долл.	+203	+48,54	+172	+100,2
9. Удельный вес транспортных услуг и связи в ВРП, %	+2,7	+36	+1,1	+14,86
10. Удельный вес малых предприятий в общем числе зарегистрированных предприятий, %	-0,01	-7,14	0	0

Дав общую оценку регионов, приступим к расчету единичных показателей оценки конкурентоспособности региона (табл. 2) [14].

Анализируя данные табл. 2, необходимо отметить следующие тенденции. Показатель среднедушевых денежных доходов населения по всем исследуемым регионам существенно возрос. Максимальный прирост отмечен в Башкортостане (+15,6). Анализ показателя рентабельности валовой продукции (работ, услуг) региона показал, что лидером является Башкортостан (+19,8 %). Единичный показатель удельного веса убыточных организаций отрицательно влияет на конкурентоспособность региона [2]. Следовательно, отрицательные значения абсолютных и относительных изменений свидетельствуют о положительном влиянии на конкурентоспособность региона. Рост показателя расходов консолидированного бюджета на душу населения свидетельствует не только о повышении конкурентоспособности региона, но и об улучшении качества жизни. Удельный вес инновационно активных организаций в общем числе организаций увеличился в Башкортостане. Значительное увеличение отмечено по Башкортостану (+142 %). По республике Татарстан данный показатель существенно снизился (10,29 %), что отрицательно влияет на конкурентоспособность данных регионов. Анализ данного показателя необходимо дополнить анализом доли отгруженной инновационной продукции от общего объема от-

груженной продукции, так как последний показатель также характеризует инновационный потенциал региона. Согласно данным табл. 2, по республике Татарстан при сокращении удельного веса инновационно активных предприятий отмечен существенный рост доли отгруженной инновационной продукции (+32,73 %). Анализ удельного веса малых предприятий в общем числе зарегистрированных предприятий показал, что по республике Татарстан наблюдаются отрицательные тенденции, а по Башкортостану данный показатель не изменился.

Анализируя уровень конкурентоспособности Башкортостана, следует отметить, что по данной области наблюдается самый высокий рост следующих относительных показателей среди рассматриваемых регионов: увеличение рентабельности валовой продукции, доли отгруженной инновационной продукции; рост удельного веса инновационно активных организаций, экспорта (табл. 3).

Для каждого из субъектов ПФО был посчитан интегральный показатель по двум блокам (сумма удельных весов показателей), что явилось основой распределения регионов по осям матрицы. Нужно отметить, что позиции на матрице Mckinsey обозначаются диаграммами, отражающими вес данного игрока и долю в соответствующем рынке товаров и услуг. Приведем пример матрицы по Республике Башкортостан (табл. 4).

Таблица 3

Сравнительный анализ состава ВРП  
по республикам Татарстан и Башкортостан 2010–2014 гг.

Субъект Российской Федерации	2010	2011	2012	2013	2014
1	2	3	4	5	6
I. Индекс промышленного производства (процентов от предыдущего года)					
Республика Башкортостан	105,7*	104,6	105,6	106,1*	106,2
Республика Татарстан	103	103,8	104,5	104,5	105,8
II. Индекс физического объема инвестиций в основной капитал (процентов от предыдущего года)					
Республика Башкортостан	103,5	112,4	107,9*	107,1*	109,2*
Республика Татарстан	103	103,7	104,5	105,2	107,7
III. Реальные денежные доходы населения (процентов от предыдущего года)					
Республика Башкортостан	102,9	105,5	106,8*	108,2*	109*
Республика Татарстан	103,2	103,4	104,2	107,2	104,3
IV. Численность населения с денежными доходами ниже прожиточного минимума (процентов от всего населения)					
Республика Башкортостан	11	10,8	10,4	9,8	8,9
Республика Татарстан	9,3	9,2	9,1	9	8,8
V. Индекс физического объема валового регионального продукта (процентов от предыдущего года)					
Республика Башкортостан	101,7	103,5*	103,8	104,2	104
Республика Татарстан	103,4	104,1	104,6	104,9	107,5
VI. Индекс производства продукции сельского хозяйства (процентов от предыдущего года)					
Республика Башкортостан	100,1*	102,7	102,5	103,4	103,6
Республика Татарстан	104,7	104,5	104,5	105,5	106
VII. Индекс производства по виду экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» (процентов от предыдущего года)					
Республика Башкортостан	103,9	102,3*	103,1*	103,5	103,5
Республика Татарстан	98,8	100,3	100	100	100
VIII. Индекс производства по виду экономической деятельности «Обрабатывающие производства» (процентов от предыдущего года)					
Республика Башкортостан	106,2*	105,3	106,3	106,8*	107*
Республика Татарстан	105,3	105,8	107	107*	108,6
IX. Индекс производства по виду экономической деятельности «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды» (процентов от предыдущего года)					
Республика Башкортостан	103,3*	101,3	102,2	102,9	102,9
Республика Татарстан	101	101	101,5	102	103
X. Индекс физического объема работ, выполненных по виду деятельности «Строительство» (процентов от предыдущего года)					
Республика Башкортостан	101,3*	106,7*	109,9*	110*	111*
Республика Татарстан	105,2	104,3	104,8	105,1	105,5
XI. Оборот розничной торговли (процентов от предыдущего года)					
Республика Башкортостан	102,3*	103,1	103,4	104,6	107,5
Республика Татарстан	103,5	104,2	104,4	104,5	110,5
Чувашская Республика	103,4	106,7	108,5	108,5	107,4
XII. Численность занятых в экономике (среднегодовая; тысяч человек)					
Республика Башкортостан	1834,5	1838	1841	1844	1848,6*
Республика Татарстан	1833	1839	1844	1851	1858
XIII. Уровень безработицы по методологии международной организации труда (процентов)					
Республика Башкортостан	8	7,3	7	6,4	6,2
Республика Татарстан	7,4	6,5	5,9	5	4,4
XIV. Экспорт (все страны мира; миллионов долларов США)					
Республика Башкортостан	5699,2*	5955,7*	6205,8*	6522,3*	6841,9*
Республика Татарстан	12720	13730	14250	15998	18393

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6
XV. Импорт (все страны мира; миллионов долларов США)					
Республика Башкортостан	584,8*	645,1*	707*	766,4*	822,3*
Республика Татарстан	1820	2040	2290	3048	3179
XVI. Индекс потребительских цен (процентов от предыдущего года)					
Республика Башкортостан	107	108	107,5	107	106,5
Республика Татарстан	106,5	106,3	106	105,8	105,5
XVII. Прогноз потребности в электроэнергии (брутто) на территории энергосистем Приволжского федерального округа (максимальный, млрд кВт·ч)					
Республика Башкортостан	23,87	24,02	24,51	25,12	25,77
Республика Татарстан	24,73	25,21	26,44	27,19	28

Таблица 4

## Анализ матрицы БКГ Республики Башкортостан

№ п/п	Структура валового регионального продукта	Доля 2011	Доля 2012	Относительная доля (X)	Темп роста % (Y)	Валовая добавленная стоимость 2012	Валовая добавленная стоимость 2011
1	Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	7,7	5,6	1,50	89,19	6462713,6	7245884,8
2	Рыболовство, рыбоводство	0	0	0,00	0,00	0	0
3	Добыча полезных ископаемых	4,8	2,9	0,26	74,09	3346762,4	4516915,2
4	Обрабатывающие производства	34	37,2	2,15	84,00	42930883,2	31994816
5	Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	3,3	2,7	0,71	100,34	3115951,2	3105379,2
6	Строительство	7,3	7,4	1,03	124,32	8540014,4	6869475,2
7	Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования	14,5	15,2	0,84	128,56	17541651,2	13644848
8	Гостиницы и рестораны	1,2	1,1	1,00	112,42	1269461,6	1129228,8
9	Транспорт и связь	8,1	7,9	0,77	119,61	9117042,4	7622294,4
10	Финансовая деятельность	0,4	0,3	0,50	91,98	346216,8	376409,6
11	Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	6,5	7,2	0,61	135,85	8309203,2	6116656
12	Государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное страхование	3,6	3,8	0,68	129,45	4385412,8	3387686,4
13	Образование	3,9	3,7	1,19	116,35	4270007,2	3669993,6
14	Здравоохранение и предоставление социальных услуг	3,8	4	1,00	129,09	4616224	3575891,2
15	Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг	0,9	1	0,67	136,26	1154056	846921,6

Ниже расположена матрица, на которой представлен регион в соответствии с расчетами за 2011–2012 гг. [5, 16].

Данный тип анализа позволяет установить, что отраслями развития с высоким потенциалом («звездами») являются такие отрасли, как строительство, а также образование, составляющие 11,1% ВРП региона.

«Дойными коровами» являются обрабатывающее производство, и сельское хозяйство, совместный ВРП которых составляет 42,8% от общего.

Анализируя результаты, мы выяснили, что Республика Башкортостан слабее в конкурентном плане, чем Республика Татарстан, но тем не менее имеет достаточный

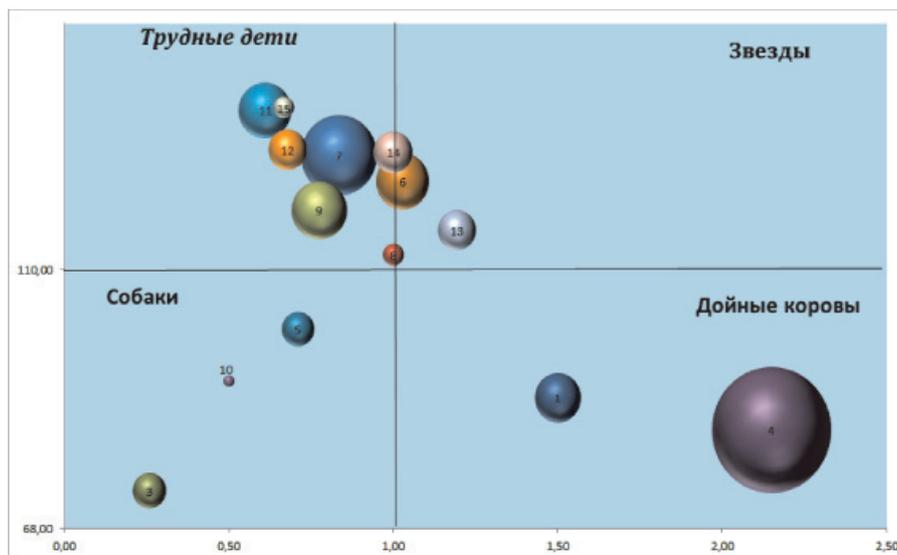


Рис. 2. Матрица БКГ Республики Башкортостан по сравнению с Российской Федерацией [19]

потенциал развития и является регионом с высоким уровнем самостоятельности. В настоящее время наибольший интерес составляет изучение развития российской экономики в области инноваций [17]. Инновации становятся составной и неотъемлемой частью экономической системы каждого региона, а также имманентным условием эффективного роста в рамках конкурентной модели. Однако в пределах каждого субъекта федерации существует проблема эффективной комбинации факторов производства, способной обеспечить внедрение инноваций и рост инновационной активности хозяйствующих субъектов, а также основных инновационных показателей.

### Список литературы

1. Гришин В.И. Оперативный мониторинг социально-экономического развития России и субъектов РФ: структурно-логические схемы и информационное обеспечение / В.И.Гришин, А.В. Шишкин, Е.В. Зарова. – М.: ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В.Плеханова», 2012. – 100 с.
2. Данько Т.П. Оценка потенциалов развития регионов и архитектура их конкурентоспособности. (На примере республики Саха, Приморского края и Хабаровского края // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2015. – № 2 (54). – С. 136–151.
3. Данько Т.П. Управление маркетингом: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры. – 4-е изд., пер. и доп. – М.: Юрайт 2015. – 521 с.
4. Данько Т.П. Методика оценки конкурентности региона на основе коэффициента делового позиционирования бизнеса / Т.П. Данько, Е.В. Зарова // Экономические науки. – 2015. – № 126. – С. 105–112.
5. Данько Т.П. Использование матрицы БКГ в оценке архитектуры потенциала конкурентного позиционирования регионов Российской Федерации (на примере Ростовской, Волгоградской и Кировской областей) / Т.П. Данько, Я.И. Кудряшев, Крндия Бранко // Вестник УГАЭС наука, образование, экономика. Серия: экономика – 2015. – 2(12). – С. 67–72.

6. Данько Т.П. Использование коэффициентов корреляции для уточнения наполнения SWOT и PEST-анализа маркетинга регионов (на примере Пензенской, Оренбургской областей и Пермского края) / Т.П. Данько, О.Л. Шеметкова // Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 6-3(59-3). – С. 1066–1074.

7. Динамика инвестиций в основной капитал в регионах РФ – [Электронный ресурс]. URL: [http://vid1.rian.ru/ig/ratings/rating\\_regions\\_2014](http://vid1.rian.ru/ig/ratings/rating_regions_2014) (дата обращения 28.02.2016).

8. Маркетинг территорий (регионы Российской Федерации): [монография] / Рос. экон. ун-т им. Г.В. Плеханова. Ситуац. центр соц.-экон. развития России и регионов Рос. Федерации; Ред. В.И. Гришина, Е.В. Заровой, Т.П. Данько. – М.: Изд-во РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2015. – 280 с.

9. Национальное рейтинговое агентство. Методика индексного рейтинга инвестиционной привлекательности стран – [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ra-national.ru> (дата обращения 21.01.2016).

10. Независимый институт социальной политики, интегральные индексы – [Электронный ресурс]. – URL: <http://atlas.socpol.ru/indexes> (дата обращения 20.01.2016).

11. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2014: стат. сб. / Росстат. – М., 2014. – 991 с.

12. Рейтинг инновационного развития регионов, 2014г. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.i-regions.org/programs/regions-development/rejting-innovacionnykh-regionov-2014.html> (дата обращения 28.02.2016).

13. Рейтинговое агентство «Эксперт РА»: сайт – URL:<http://www.raexpert.ru> (дата обращения 28.01.2016).

14. Сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gks.ru/>. (дата обращения 21.01.2016).

15. Урасова А.А. Стратегические позиции регионов в области инновационного развития (на примере регионов Приволжского федерального округа).

16. Шайхутдинова Г.Ф., Никонова С.А. Маркетинг: учебно-методическое пособие. – Уфа, 2012.

17. Shaykhutdinova G. F., Zhidkova E.V., Minisheva L.V., Nikonova S.A., Sharipova I.M. (2015). Actual Problems of Youth Entrepreneurship at the Modern Stage, Journal of Advanced Research in Law and Economics, (Vol. VI, Summer), 2(12): 379–386, doi: 10.14505/jarle.v6.2(12).14. Available from: <http://www.asers.eu/journals/jarle/jarle-issues>.

18. Vrontis D., Pavlou P. The external environment and its effect on strategic marketing planning: a case study for McDonald's // *J. International Business and Entrepreneurship Development*. – 2008. – Vol. 3, № 3/4. – P. 289–307.

19. Matrica-bkg (2016), Available at: <http://galyautdinov.ru> (дата обращения 20.01.2016).

### References

1. Grishin V.I. Operativnyj monitoring socialno-jekonomiceskogo razvitiya Rossii i sub#ektov RF: strukturno-logicheskie shemy i informacionnoe obespechenie / V.I.Grishin, A.V. Shishkin, E.V. Zarova. M.: FGBOU VPO «RJeU im. G.V.Plehanova», 2012. 100 p.
2. Danko T.P. Ocenka potencialov razvitiya regionov i arhitektura ih konkurentosposobnosti. (Na primere respubliki Saha, Primorskogo kraja i Habarovskogo kraja // *Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperacii, jekonomiki i prava*. 2015. no. 2 (54). pp. 136–151.
3. Danko T.P. Upravlenie marketingom: uchebnik i praktikum dlja bakalavriata i magistratury. 4-e izd., per. i dop. M.: Jurajt 2015. 521 p.
4. Danko T.P. Metodika ocenki konkurentnosti regiona na osnove koeficienta delovogo pozicionirovanija biznesa / T.P. Danko, E.V. Zarova // *Jekonomicheskie nauki*. 2015. no. 126. pp. 105–112.
5. Danko T.P. Ispolzovanie matricy BKG v ocenke arhitektury potenciala konkurentnogo pozicionirovanija regionov Rossijskoj Federacii (na primere Rostovskoj, Volgogradskoj i Kirovskoj oblastej) / T.P. Danko, Ja.I. Kudrjashev, Krndija Branko // *Vestnik UGAJeS nauka, obrazovanie, jekonomika*. Serija: jekonomika 2015. 2(12). pp. 67–72.
6. Danko T.P. Ispolzovanie koeficientov korreljacii dlja utocnenija napolnenija SWOT i PEST-analiza marketinga regionov (na primere Penzenskoj, Orenburgskoj oblastej i Permskogo kraja) / T.P. Danko, O.L. Shemetkova // *Jekonomika i predprinimatelstvo*. 2015. no. 6-3(59-3). pp. 1066–1074.
7. Dinamika investicij v osnovnoj kapital v regionah RF [Jelektronnyj resurs]. URL: [http://vid1.rian.ru/ig/ratings/rating\\_regions\\_2014](http://vid1.rian.ru/ig/ratings/rating_regions_2014) (дата obrashhenija 28.02.2016).
8. Marketing territorij (regiony Rossijskoj Federacii): [monografija] / Ros. jekon. un-t im. G.V. Plehanova. Situac. centr soc.-jekon. razvitiya Rossii i regionov Ros. Federacii; Red. V.I. Grishina, E.V. Zarovoj, T.P. Danko. M.: Izd-vo RJeU im. G.V. Plehanova, 2015. 280 p.
9. Nacionalnoe rejtingovoe agentstvo. Metodika indeksnogo rejtinga investicionnoj privlekatelnosti stran [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://www.ra-national.ru> (дата obrashhenija 21.01.2016).
10. Nezavisimyj institut socialnoj politiki, integralnye indeksy [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://atlas.socpol.ru/indexes> (дата obrashhenija 20.01.2016).
11. Regiony Rossii. Socialno-jekonomicheskie pokazateli. 2014: stat. sb. / Rosstat. M., 2014. 991 p.
12. Rejting innovacionnogo razvitiya regionov, 2014g. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.i-regions.org/programs/regions-development/rejting-innovacionnykh-regionov-2014.html> (дата obrashhenija 28.02.2016).
13. Rejtingovoe agentstvo «Jekspert RA»: sajt URL:<http://www.raexpert.ru> (дата obrashhenija 28.01.2016).
14. Sajt Federalnoj sluzhby gosudarstvennoj statistiki [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://www.gks.ru/>. (дата obrashhenija 21.01.2016).
15. Urasova A.A. Strategicheskie pozicii regionov v oblasti innovacionnogo razvitiya (na primere regionov privolzhskogo federalnogo okruga).
16. Shajhutdinova G.F., Nikonova S.A. Marketing: uchebno-metodicheskoe posobie. Ufa, 2012.
17. Shaykhutdinova G. F., Zhidkova E.V., Minisheva L.V., Nikonova S.A., Sharipova I.M. (2015). Actual Problems of Youth Entrepreneurship at the Modern Stage, *Journal of Advanced Research in Law and Economics*, (Vol. VI, Summer), 2(12): 379–386, doi: 10.14505/jarle.v6.2(12).14. Available from: <http://www.asers.eu/journals/jarle/jarle-issues>.
18. Vrontis D., Pavlou P. The external environment and its effect on strategic marketing planning: a case study for McDonald's // *J. International Business and Entrepreneurship Development*. 2008. Vol. 3, no. 3/4. pp. 289–307.
19. Matrica-bkg (2016), Available at: <http://galyautdinov.ru> (дата obrashhenija 20.01.2016).

УДК 332.146:330.142

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕР ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОЛИТИКИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ****Ершова И.Г., Ершов А.Ю.***ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»,  
Курск, e-mail: ershovairgen@yandex.ru, auershov@mail.ru*

Исследование направлено на разработку методики оценки эффективности мер государственной промышленной политики импортозамещения и апробацию на материалах регионального уровня. В статье представлена методика оценки эффективности мер государственной промышленной политики импортозамещения. Нами выявлена система частных коэффициентов эффективности реализации импортозамещения, проведена стандартизация частных коэффициентов эффективности для выявления интенсивности использования, использована комплексная система обобщающих показателей и рассчитан интегральный показатель эффективности реализации импортозамещения. Используются методы экономико-математического анализа и экспертной оценки и проведена оценка эффективности реализации импортозамещения на основании методики расчета интегрального показателя. Данная методика позволяет провести анализ эффективности реализации государственной промышленной политики импортозамещения в регионах страны, дифференцировать объекты управления на лидирующие, медианные и стагнирующие по интегральному показателю, выбрать меры государственной промышленной политики для каждой из групп. Исследование выполнено на основе государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации № 26.2671.2014 «Теоретико-методологические основы разработки и реализации кластерной политики на региональном уровне и научно-методическое обоснование инструментария прогрессивных структурных преобразований региональных социально-экономических систем».

**Ключевые слова:** импортозамещение, политика импортозамещения, государственное регулирование импортозамещения, эффективность импортозамещения

**THE EFFECTIVENESS EVALUATION OF THE STATE REGULATION MEASURES OF IMPORT SUBSTITUTION POLICY****Ershova I.G., Ershov A.Y.***South-Western State University,  
Kursk, e-mail: ershovairgen@yandex.ru, auershov@mail.ru*

The research is aimed at developing methods of evaluating the effectiveness of the state industrial policy measures of import substitution and testing with the materials at the regional level. The Aim is to expand a methodology to assess the effectiveness of the state industrial policy measures of import substitution. The Tasks are: 1) to identify the system of partial factors of realization efficiency of import substitution; 2) to standardize private efficiency factors to identify usage patterns; 3) to use an integrated system of general indicators and calculate the integral index of the effectiveness of the implementation import substitution implementation. Methodology. We have used the methods of economic-mathematical analysis and expert evaluation and the method of assessing the effectiveness of the production development has been worked out. The Results. The efficiency of the implementation of import substitution has been presented based on the integral index calculating method. Conclusions. Owing to this technique gives you the opportunity of analysing: 1) the effectiveness of the state industrial policy implementation of import substitution in the regions of the country has been analysed; 2) the management facilities have been differentiated into leading and media and stagnating according to the integral indicator; 3) the state industrial policy measures for each of the groups have been selected. This paper was carried out within the state scientific task № 26.2671.2014/К «Theoretical and methodological basis for the development and implementation of a cluster-based policy at the regional level and scientific and methodological foundations of the tools of the structural benchmarks of the regional social and economic system».

**Keywords:** import substitution, strategic management of import substitution, the state industrial policy, the factors of import, export, import

Комплексная оценка эффективности реализации импортозамещения (ЭРИМ) характеризуется разностью подходов к методам определения уровня развития промышленного предприятия, что значительно осложняет задачу выбора методологии. Интегральный показатель эффективности развития индустриальных производств региона должен охватывать максимальное число предприятий, включать анализ финансовой, инновационной, технологической, инвестиционной, организационной и социальной составляющих предприятия.

Для получения интегрального показателя ЭРИМ предлагается использовать комплексную систему обобщающих и частных показателей. Применение обобщающих показателей в оценке позволяет получить общее представление об эффективности использования внутренних ресурсов предприятиями. Более конкретную информацию обеспечивает анализ частных коэффициентов. Объединение обобщающих и частных показателей правомерно, поскольку это выражает суть комплексной оценки хозяйствования предприятия и показывает

ресурсы которыми располагает бизнес во взаимосвязи, а также то, насколько интенсивно, эффективно и полно они используются [8, с. 77–79].

Предлагаемая нами методика расчета ЭРИМ приведена на рис. 1. Она включает в себя несколько этапов:

Получив на первом этапе систему частных коэффициентов и рассчитав интегральные значения по группам, на втором этапе привели стандартизацию. Поскольку все частные показатели однонаправлены, то стандартизованный показатель  $C_{ij}$  рассчитывается по следующей формуле:

$$C_{ij} = \frac{C_{ij}}{C_{ij}^{\max \rightarrow}}, \quad (1)$$

где  $C_{ij}^{\max \rightarrow}$  – максимальное значение  $i$ -го показателя среди регионов РФ.

На третьем этапе на основе стандартизованных частных показателей  $C_{ij}$  рассчитывается расстояние (мера) Минковского  $D_j$  по формуле

$$D_j = \left[ \sum_{i=1}^n |C_i - C_{ij}|^r \right]^{1/r}, \quad (2)$$

где  $C_i = \max \{C_{ij}\}^r$ , а  $r$  – параметр степенного расстояния, задаваемый исследователем.

Заметим, что чем меньше  $D_j$ , тем выше интегральный показатель эффективности промышленной политики  $j$ -го региона. Следовательно, интегральный показатель эф-

фективности (рейтинг эффективности)  $R_j$  является обратным числом  $D_j$ .

$$R_j = \frac{1}{D_j}. \quad (3)$$

Высокое место региона в ранжировке  $D_j(R_j)$  может быть получено за счет значительного превосходства по одному показателю, в то время как другие индикаторы могут быть несравнимо далеки от него.

Такая ситуация свидетельствует о неравномерности воздействия промышленной политики в данном регионе и, несмотря на хорошую  $D_j(R_j)$ , можно говорить о ее недостаточной эффективности. Поэтому необходимо оценить вариацию стандартизованных показателей для определения равномерности воздействия промышленной политики [14, с. 72–74].

Для оценки воздействия можно использовать коэффициент вариации. Пусть среднее значение стандартизованных показателей для  $j$ -го региона  $\bar{C}_j$  вычисляется по формуле (4), а среднеквадратическое отклонение стандартизованных показателей для  $j$ -го региона  $S_j$  вычисляется по формуле

$$\bar{C}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_{ij}^n; \quad (4)$$

$$S_j = \sqrt{\frac{\left( \sum_{i=1}^n [(C)_{ij}]^n - \bar{C}_j^n \right)^2}{n}}. \quad (5)$$



Рис. 1. Алгоритм расчета интегрального показателя эффективности реализации импортозамещения

Тогда коэффициент вариации стандартизированных показателей для  $j$ -го региона  $U_j$  вычисляется по следующей формуле:

$$U_j = \frac{S_j^n}{C_j^n} \cdot 100 \% \quad (6)$$

После вычисления меры  $U_j$  первое место в рейтинге присваивается региону, получившему ее наименьшее значение, остальные регионы располагаются в порядке ее возрастания.

Далее показатели  $D_j(R_j)$  и  $U_j$  могут использоваться не только как точечные оценки, но и как меры для выделения групп регионов с различными характеристиками промышленной политики [14, с. 74–76].

Предлагается подход к кластеризации реципиентов ГПП в зависимости от полученных значений ЭРИМ (табл. 1), что позволит выделить те из них, которые требуют селективных мер ГПП, адекватных их целям, социальной значимости и ожидаемым эффектам [8, с. 78–79].

**Таблица 1**

Характеристика эффективности реализации импортозамещения

Интервалы значений интегрального показателя ЭРИМ	Характеристика эффективности реализации импортозамещающей политики
0,1–0,4	Стагнирующие – низкая эффективность
0,4–0,6	Медианные – средняя эффективность
0,6–1,0	Лидирующие (пропульсивные) – высокая эффективность

В отличие от существующих методов оценки эффективности развития производств разработанная методика обладает следующими преимуществами:

- учет всех структурных составляющих по оценке эффективности использования ресурсов на промышленных предприятиях;
- анализ сильных и слабых сторон предприятия;
- расчет интегрального показателя эффективности по каждому предприятию;
- разработка комплекса мер поддержки для группы предприятий.

Таким образом, на основании использованного нами методического подхода к выбору реципиентов ГПП предлагается дифференцировать объекты управления на лидирующие, медианные и стагнирующие по интегральному показателю ЭРИМ и выбирать меры государственной промышленной политики для каждой из групп [7].

На основе использованной нами методики был проведен анализ эффективности реализации государственной промышленной политики импортозамещения в регионах ЦФО. Информационной основой анализа являются показатели социально-экономической деятельности регионов ЦФО за 2013–2014 гг.:

- инвестиции в основной капитал на душу населения;
- разработанные и используемые передовые производственные технологии;
- продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье;
- экспорт и импорт технологий и услуг технического характера;
- инновационная активность организаций;
- инвестиции в основной капитал;
- валовое накопление основного капитала;
- стоимость основных фондов.

В результате, используя формулу (1), получили систему стандартизированных частных показателей эффективности промышленной политики импортозамещения.

На основании стандартизированных  $D_j$  частных показателей  $C_j$  рассчитывается расстояние (мера) Минковского (при  $r = 2$ ) по формуле (2). Заметим, что чем меньше  $D_j$ , тем выше интегральный показатель эффективности промышленной политики  $j$ -го региона [8, с. 74–79].

Следовательно, интегральный показатель эффективности (рейтинг эффективности)  $R_j$  является обратным числом  $D_j$  и рассчитывается по формуле (3).

Следовательно, интегральный показатель эффективности (рейтинг эффективности)  $R_j$  является обратным числом  $D_j$  и рассчитывается по формуле (3) (табл. 2).

Получив значение рейтинга эффективности развития промышленной политики импортозамещения, авторы определили регионы, в которых наиболее успешно проводится политика импортозамещения [9, с. 352].

Как видно из табл. 2, наиболее эффективно промышленная политика импортозамещения по итогам 2014 года осуществлялась в Белгородской области, на втором месте – Ярославская. Прежде всего, это связано с высокой развитостью регионов и привлекательностью для инвесторов. Далее расположились Орловская, Калужская и Липецкая области [11, с. 71–76].

Как обосновывалось выше, интегральный показатель эффективности  $R_j$  служит для точечной характеристики имеющихся данных. Оценить же их структуру в целях более глубокого понимания промышленных изменений в исследуемых регионах можно при помощи коэффициента вариации  $U_j$ . Представим результаты расчета коэффициента вариации  $U_j$  с вычислением промежуточных показателей в табл. 3.

Таблица 2

Интегральный показатель эффективности промышленной политики импортозамещения

Область	2013		Место	2014		Место
	$D_j$	$R_j$		$D_j$	$R_j$	
Белгородская	1,2380	0,8078	1	6,2497	0,1600	1
Брянская	7,8382	0,1276	16	2,0996	0,4763	11
Владимирская	2,0817	0,4804	9	2,6549	0,3767	8
Воронежская	1,7770	0,5628	6	2,8024	0,3568	7
Ивановская	1,6489	0,6065	3	1,8870	0,5299	14
Калужская	4,3743	0,2286	13	4,1950	0,2384	4
Костромская	1,6540	0,6046	4	2,0118	0,4971	13
Курская	1,7879	0,5593	7	1,6715	0,5983	15
Липецкая	5,7258	0,1746	15	3,8255	0,2614	5
Орловская	1,9215	0,5204	8	4,6611	0,2145	3
Рязанская	1,7294	0,5782	5	2,3826	0,4197	9
Смоленская	2,1093	0,4741	10	2,3141	0,4321	10
Тамбовская	2,5995	0,3847	11	1,5473	0,6463	16
Тверская	5,6453	0,1771	14	3,7666	0,2655	6
Тульская	1,3519	0,7397	2	2,0126	0,4969	12
Ярославская	3,4257	0,2919	12	5,3729	0,1861	2

Таблица 3

Показатель равномерности действия промышленной политики

Области	2013 год				2014 год			
	$\bar{C}_j$	$S_j$	$U_j, \%$	Место	$\bar{C}_j$	$S_j$	$U_j, \%$	Место
Белгородская	0,6504	0,2790	42,8930	6	0,5807	0,3453	59,4751	5
Брянская	0,5431	0,3006	55,3516	11	0,5065	0,3265	64,4704	7
Владимирская	0,5630	0,2544	45,1953	8	0,4567	0,2487	54,4623	1
Воронежская	0,5348	0,3058	57,1823	12	0,4835	0,3260	67,4207	8
Ивановская	0,3837	0,1424	37,1126	3	0,3942	0,2837	71,9564	11
Калужская	0,6846	0,3713	54,2320	9	0,6298	0,4506	71,5519	10
Костромская	0,4056	0,2345	57,8054	13	0,3452	0,2773	80,3228	13
Курская	0,3314	0,2507	75,6379	16	0,3000	0,2472	82,4098	15
Липецкая	0,8910	0,0857	9,6152	1	0,6306	0,3837	60,8507	6
Орловская	0,3682	0,2146	58,2892	14	0,4146	0,3335	80,4336	14
Рязанская	0,5500	0,1595	28,9973	2	0,5147	0,3013	58,5496	4
Смоленская	0,4443	0,1692	38,0774	4	0,4131	0,3250	78,6893	12
Тамбовская	0,4315	0,2529	58,6182	15	0,3774	0,3358	88,9818	16
Тверская	0,5410	0,2966	54,8206	10	0,4925	0,3502	71,1015	9
Тульская	0,5921	0,2655	44,8314	7	0,5001	0,2825	56,4917	2
Ярославская	0,5999	0,2408	40,1432	5	0,5940	0,3427	57,6969	3

Как видно из табл. 3, наиболее равномерно воздействие промышленной политики импортозамещения в Липецкой области, но за исследуемый период коэффициент вариации для данного региона значительно увеличился, что свидетельствует об увеличении неравномерности воздействия политики. Далее по месту в ранжировании следует Рязанская область ( $U > 29\%$ ). А на последних местах в рейтинге равномерно-

сти воздействия промышленной политики находятся Курская, Тамбовская и Орловская области. Одной из причин является низкая инновационная активность данных регионов и не всесторонняя поддержка предприятий.

Таким образом, совместное использование показателей эффективности и равномерности воздействия промышленной политики привело к более точным и глубоким

выводам о состоянии региона, потенциальных точках роста и необходимых усилиях по ее совершенствованию.

Проведенный нами анализ промышленности Курской области при помощи механизма оценки реализации промышленной политики региона позволяет своевременно выявить отставание показателей от запланированного уровня и провести корректировочные действия.

### Список литературы

1. Бобылев С.Н. Модернизация и экспортносырьевая модель экономики [Электронный ресурс] // Россия в глобальном мире: модернизация или стратегия опережающего развития?: научный семинар. – Режим доступа: <http://alternativy.ru>.
2. Мокрецова А.И. Роль комплексной оценки ресурсного потенциала в развитии региона [Электронный ресурс] // Управление экономическими системами. – 2013. – № 9(57). – Режим доступа: <http://uecs.ru/regionalnaya-ekonomika/item/2382-2013-09-27-08-40-25>.
3. Официальный сайт «ВНИИ ПРИМ: Всероссийский научно-исследовательский институт потребительского рынка и маркетинга» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://vniiprim.ru/shop/cat\\_show.php?cat\\_id=29](http://vniiprim.ru/shop/cat_show.php?cat_id=29).
4. Стратегическое управление концепции импортозамещения промышленного производства / И.Г. Ершова // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 11 (часть 7). – С. 1420–1454.
5. Стратегическая взаимосвязь развития экономики и качества образования / И.Г. Ершова, Ю.В. Вертакова // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. – 2010. – Т. 15. – № 13–1 (84). – С. 56–63.
6. Формирование импортозамещающей стратегии / А.Ю. Ершов // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 8 (часть 2). – <http://search.rae.ru>.
7. Экономические исследования / В.П. Беклемешев, А.Н. Бирюков, Е.А. Братухина, Ю.В. Вертакова, О.И. Глушченко, Т.Н. Гороховицкая, А.И. Девятилова, А.Ю. Ершов,

И.Г. Ершова, С.А. Ильиных, А.М. Крыгина, Н.М. Крыгина, Е.В. Лимонова, В.Н. Павлов, Е.Ю. Панцева, О.А. Тойшева // Анализ состояния и перспективы развития (экономика регионов). – Воронеж, 2015. – Книга 37.

8. Educational system influence on knowledge economy formation / Y.V. Vertakova, I.G. Ershova, V.A. Plotnikov // World Applied Sciences Journal. – 2013. – Т. 27. – № 5. – С. 679–683.

### References

1. Bobylev S.N. Modernizacija i jeksportnosyryevaja model jekonomiki [Jelektronnyj resurs] // Rossija v globalnom mire: modernizacija ili strategija operezhajushhego razvitija?: nauchnyj seminar. Rezhim dostupa: <http://alternativy.ru>.
2. Mokrecova A.I. Rol kompleksnoj ocenki resursnogo potenciala v razvitii regiona [Jelektronnyj resurs] // Upravlenie jekonomicheskim sistemami. 2013. no. 9(57). Rezhim dostupa: <http://uecs.ru/regionalnaya-ekonomika/item/2382-2013-09-27-08-40-25>.
3. Oficialnyj sajt «VNIИ PRиM: Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut potrebitelskogo rynka i marketinga» [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [http://vniiprim.ru/shop/cat\\_show.php?cat\\_id=29](http://vniiprim.ru/shop/cat_show.php?cat_id=29).
4. Strategicheskoe upravlenie koncepcii importozameshenija promyshlennogo proizvodstva / I.G. Ershova // Fundamentalnye issledovanija. 2015. no. 11 (chast 7). pp. 1420–1454.
5. Strategicheskaja vzaimosvjaz razvitija jekonomiki i kachestva obrazovanija / I.G. Ershova, Ju.V. Vertakova // Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Jekonomika. Informatika. 2010. T. 15. no. 13–1 (84). pp. 56–63.
6. Formirovanie importozameshhajushhej strategii / A.Ju. Eršov // Fundamentalnye issledovanija. 2015. no. 8 (chast 2). <http://search.rae.ru>.
7. Jekonomicheskie issledovanija / V.P. Beklemeshev, A.N. Birjukov, E.A. Bratuhina, Ju.V. Vertakova, O.I. Glushchenko, T.N. Gorohovickaja, A.I. Devjatilova, A.Ju. Eršov, I.G. Ershova, S.A. Ilinyh, A.M. Krygina, N.M. Krygina, E.V. Limonova, V.N. Pavlov, E.Ju. Panceva, O.A. Tojsheva // Analiz sostojanija i perspektivy razvitija (jekonomika regionov). Voronezh, 2015. Kniga 37.
8. Educational system influence on knowledge economy formation / Y.V. Vertakova, I.G. Ershova, V.A. Plotnikov // World Applied Sciences Journal. 2013. T. 27. no. 5. pp. 679–683.

УДК 330.44

## КЛАССИЧЕСКИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЮ РИСКОВ АКТИВОВ

**<sup>1</sup>Иванюк В.А., <sup>3</sup>Андропов К.Н., <sup>2</sup>Егорова Н.Е.**

<sup>1</sup>Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, e-mail: ivaver6@gmail.com;

<sup>2</sup>Центральный экономико-математический институт РАН, Москва;

<sup>3</sup>ООО «Валком-ПМ», Волжский, e-mail: ivenera08@mail.ru

В статье рассматриваются классические подходы к оценке риска: аксиоматический подход, эмпирический подход, меры риска, основанные на моменте, подход на основе Value-at-Risk, подход на основе ожидаемых потерь. Введены ряд аксиом для определения мер риска: положительная однородность, трансляционная инвариантность, монотонность, субаддитивность, инвариантность закона, аддитивность. Описаны когерентные меры риска на основе квантилей дохода. Ожидаемые потери рассматриваются как естественное когерентное продолжение Value-at-Risk. Особое внимание уделяется методологии измерения рисков инвестиционного портфеля, построенной на гипотезе эффективного рынка (EMH). Рассматривается гипотеза неоднородного рынка (НМН), которая предполагает, что рынок состоит из агентов с различными инвестиционными стратегиями и временными горизонтами, зависящими от времени взаимоотношениями между различными участниками рынка на разном инвестиционном временном горизонте. Предлагается энтропическая оценка VaR многоуровневого портфеля (EMPVaR) для решения теоретических вопросов. Показано, что в современных условиях рассмотренных подходов недостаточно для оценки риска, потому что они не охватывают всех состояний рынка.

**Ключевые слова:** моделирование, оценка, прогнозирование риска

## CLASSICAL AND MODERN APPROACHES TO THE ASSESSMENT AND PREDICTION ASSETS

**<sup>1</sup>Ivanyuk V.A., <sup>3</sup>Andropov K.N., <sup>2</sup>Egorova N.E.**

<sup>1</sup>Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, e-mail: ivaver6@gmail.com;

<sup>2</sup>Central Economics and Mathematics Institute, RAS, Moscow;

<sup>3</sup>ООО «Valcom-PM», Volzhsky, e-mail: ivenera08@mail.ru

The article is analyzed classical approaches to risk assessment: the axiomatic approach, empirical approach, risk measures, based on the moment, the approach based on Value-at-Risk, an approach based on expected losses. Introduced a series of axioms for the determination of risk measures: positive homogeneity, translational invariance, the monotony, subadditivity invariance law, additive. Described coherent risk measure based on income quintiles. Expected losses are treated as a natural continuation of the coherent Value-at-Risk. Particular attention is paid to the methodology of measuring the risk of the investment portfolio, built on the efficient market hypothesis (EMH). We consider the inhomogeneous market hypothesis (SUI), which suggests that the market is made up of agents with different investment strategies and time horizons, time-dependent relationship between market participants at the different investment time horizon. Entropic evaluation VAR of multilevel portfolio (EMPVaR) to address theoretical issues. It is shown that in modern conditions these approaches is insufficient to assess the risk, because they do not cover all market conditions.

**Keywords:** modeling, assessment, forecasting risk

На сегодняшний день существует ряд методов оценки рисков, ставших популярными и традиционными.

### Аксиоматический подход к оценке рисков

Рассмотрим конечное вероятностное пространство  $(\Omega, \mathcal{A}, P)$ . Обозначим  $F_x$  как соответствующую функцию распределения:

$$x \in \mathbb{R} \rightarrow Fx(x) = P(X \leq x).$$

Мера риска – это функционал набора случайных доходов от портфельных инвестиций  $X \rightarrow p(X) \in \mathbb{R}$ , она подразумевает возможное соответствие ряду аксиом:

1. *Положительная однородность:* для каждого случайного дохода от портфельных инвестиций  $X$  и реальной ценности  $\lambda > 0$

$$\rho(\lambda X) = \lambda \rho(X);$$

2. *Трансляционная инвариантность:* для каждого случайного дохода от портфельных инвестиций  $X$  и реальной ценности  $\alpha$ ,

$$\rho(X + \alpha) = \rho(X) - \alpha;$$

3. *Монотонность:* для каждого случайного доход от портфельных инвестиций  $X$  и  $Y$ , такие, что  $X \geq Y$ ,

$$\rho(X) \leq \rho(Y);$$

4. *Субаддитивность*: для каждого случайного дохода от портфельных инвестиций  $X$  и  $Y$ ,

$$\rho(X + Y) \leq \rho(X) + \rho(Y);$$

5. *Инвариантность закона*: для каждого случайного дохода от портфельных инвестиций  $X$  и  $Y$  с функциями распределения  $F_x$  и  $F_y$ ,

$$F_x = F_y \Rightarrow \rho(X) = \rho(Y);$$

6. *Аддитивность*: для каждых случайных переменных  $X$  и  $Y$ ,

$$\rho(X + Y) = \rho(X) + \rho(Y).$$

Меры риска, обсуждаемые в работах Арцнера и соавт. [10], соответствуют аксиомам (1)–(4), меры риска искажений в работах Вонга и соавт. [13] соответствуют аксиомам (1, 2, 3, 5, 6), в то время как спектральные меры риска, рассмотренные Ачерби [8], соответствуют всем вышеперечисленным аксиомам.

#### Эмпирический подход

Рассмотрим множество исторической прибыли на капитал  $\{r_1, \dots, r_n\}$  как реализацию  $m$ -мерного строго стационарного процесса, где  $R = (R_t)_{1 \leq t \leq n}$  и обозначает прибыль на капитал  $k$  на дату  $t$  и каждый  $R_t = (R_t^1, \dots, R_t^m)$  показывает прибыль  $m$  на дату  $t$ . Рассмотрим портфели на основе этой

суммы средств, определяемой вектором распределения

$$a = (a_1, \dots, a_m) \in \mathbb{R}^m.$$

При эмпирическом подходе можно полагаться лишь на исторические базы данных и не иметь прямого доступа к истинной вероятности  $P_R$ . Таким образом, вычисленная по историческим данным  $\widehat{P}_R$  будет эмпирической мерой.

Пусть случайная переменная  $X$  относится к структуре портфеля  $\alpha$ , а соответствующая историческая доходность обозначается как  $\{x_1, \dots, x_n\}$ . Тогда эмпирическая функция распределения будет выглядеть как

$$x \in \mathbb{R} \rightarrow \widehat{F}_x(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 1_{[x_i, \infty[}(x).$$

#### Меры риска, основанные на моменте

Стандартное отклонение Г. Марковица является самым известным, так как оно положило начало стратегиям управления активами в 50-е гг. и до сих пор остается ориентиром в данной области. Эту меру риска можно перенести на более прогрессивные модели. Однако, в дополнение к своему симметричному поведению в отношении доходов и издержек, стандартное отклонение неспособно быть инвариантным и монотонным. По этой причине имеет смысл рассматривать класс односторонних мер риска, основанных на моменте, согласно Фишеру [12]:

$$\rho_{q,a}(X) = -E^P[X] + a \left( E^P \left[ (X - E^P[X])^q \right] \right)^{1/q} = -\bar{x} + a \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^q \right)^{1/q},$$

где  $E^P[X] = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \bar{x}$ ;  $Z_- = \max(-Z, 0)$ ;  $0 \leq a \leq 1$ ;  $1 \leq q \leq \infty$ .

$q = 1$  соответствует одностороннему абсолютному отклонению от среднего значения; оно использовалось в работах Деннеберга [11], а  $q = 2$  связано с нижней полудисперсией.

Деннеберг [11] также рассматривал меры риска на основе абсолютного отклонения от медианы  $F_x^{-1}(1/2)$ ;

$$\rho_a(X) = -E^P[X] + a E^P \left[ |X - F_x^{-1}(1/2)| \right] = -\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{i:n} + a |x_{i:n} - x_{n/2:n}|),$$

где  $0 \leq a \leq 1$ .

Кроме того, Деннеберг показал, что мера риска может быть выведена из квантильной функции как

$$\rho_a(X) = -\int_0^1 \kappa(p) F_x^{-1}(p) dp,$$

где

$$\varphi(p) = (1+a)1_{[0,1/2)}(p) + (1-a)1_{[1/2,1)}(p).$$

### Подход на основе Value-at-Risk

Типичным примером популярной меры риска является Value-at-Risk (или VaR). Value-at-Risk – это конкретный порог, как видно из

$$\begin{aligned} VaR_{\alpha}(X) &= -F_x^{-1}(\alpha) = \\ &= -\inf\{x \mid F_x(x) \geq \alpha\} = -x_{n\alpha:n}. \end{aligned}$$

Таким образом, Value at Risk связана с упорядоченной статистикой дохода от портфельных инвестиций. VaR соответствует аксиомам (1, 2, 3, 5 и 6).

### Подход на основе ожидаемых потерь

Ожидаемые потери Ачерби и Таше [9] – распространенные примеры когерентной меры риска на основе квантилей дохода. Ожидаемые потери на уровне  $\alpha$  можно выразить следующим образом:

$$ES_{\alpha}(X) = -\frac{1}{\alpha} \int_0^{\alpha} F_x^{-1}(p) dp.$$

Учитывая, как и ранее, эмпирическую функцию распределения  $X$  и поскольку  $F_x^{-1}(p) = x_{np:n}$ , имеем

$$ES_{\alpha}(X) = -\frac{1}{n\alpha} \left( \sum_{i=1}^{n\alpha-1} x_{i:n} + (n\alpha - n\alpha + 1)x_{n\alpha:n} \right).$$

Таким образом, ожидаемые потери – это средневзвешенное значение упорядоченной статистики, которое можно легко вычислить по исторической портфельной доходности. Исходя из предыдущего выражения, легко можно проверить, что  $\alpha \in (0, 1] \rightarrow ES_{\alpha}(X)$  – непрерывная и не возрастающая величина. Предельные случаи соответствуют  $ES_1(X) = -E^p[X]$ , что является менее пессимистичной мерой риска, и  $\alpha \lim_{\alpha \rightarrow 0} ES_{\alpha}(X) = -x_{1:n}$  связана с худшим вариантом.

В отличие от Value-at-Risk, ожидаемые потери являются когерентной мерой риска. Фактически это наименьшая когерентная, аддитивная и инвариантная мера риска, которая доминирует над VaR. Таким образом, ожидаемые потери можно рассматривать как естественное когерентное продолжение Value-at-Risk.

### Энтропическая оценка VaR многоуровневого портфеля (EMPVaR)

Традиционные методологии измерения рисков в основном построены на гипотезе эффективного рынка (EMH), которая предполагает структуру однородного рынка

с рациональными агентами. Они игнорируют информацию тонкой структуры неоднородного рынка и предоставляют приемлемое приближенное выражение в среднем и долгосрочном временном горизонте. Однако на более коротком временном горизонте происходят некоторые аномалии в эмпирических данных. Потенциальная причина может заключаться в использовании разных временных горизонтов и инвестиционных стратегий инвесторов. К примеру, инвесторы могут решить проводить свои сделки по различным ценам, на бычьем или медвежьем рынке в зависимости от своих предпочтений на коротком, среднем или длинном временном горизонте. Чтобы измерить колебания риска на коротком временном горизонте, должна приниматься во внимание информация о микроструктуре рынка. Последние эмпирические и модельные исследования предлагают значимость структуры неоднородного рынка в пользу Гипотезы неоднородного рынка (НМН), которая предполагает, что рынок состоит из агентов с различными инвестиционными стратегиями и временными горизонтами, а также зависящими от времени взаимоотношениями между различными участниками рынка на разном инвестиционном временном горизонте.

При моделировании на валютном рынке в рамках НМН возникают два теоретических вопроса: во-первых, вопрос моделирования структуры данных, различающихся по характеристикам неоднородных данных, во-вторых, вопрос в отношении критериев определения характеристик средств данных. Таким образом, предлагается энтропическая оценка VaR многоуровневого портфеля (EMPVaR) для решения этих теоретических проблем.

В качестве теоретической базы гипотеза НМН предлагает разрешение эмпирических аномалий, показывая, что в поведении инвесторов можно провести различительную линию при различных инвестиционных временных горизонтах. Таким образом, предположения строятся при формулировании теоретических основ:

1. Инвестиционная деятельность независима в разных временных горизонтах.

2. Инвестиционная деятельность однородна в рамках временных горизонтов.

Поскольку предполагается, что волатильность различна и независима в разных масштабах и однородна в пределах одного масштаба, базисные функции будут проектировать начальный сигнал в более многомерное пространство  $L^2(R^d)$ , определенное как вложенная последовательность  $L^2(R^d)$  подпространств  $V_j$  бесконечная в обе стороны,

$$V_{-2} \subset V_{-1} \subset V_0 \subset V_1 \subset V_2 \subset \mathbb{L}^2(\mathbb{R}^d) \cap_{j \in Z} V_j = \{0\} \quad \text{и} \quad \overline{U_{j \in Z} V_j} = \mathbb{L}^2(\mathbb{R}^2)$$

при

$$V_j = \otimes_{i=1}^d V_{j,(i)} \subset \mathbb{L}^2(\mathbb{R}^d); \quad V_{j-1} = V_{j-1} \otimes W_j,$$

где  $\otimes$  – оператор тензорного произведения.

При случайной переменной  $\widehat{r}_t \in R^n$ , полученной с помощью неизвестного процесса получения данных (DGP) с неизвестными параметрами, и наблюдения  $r_t \in R^n$  шенноновская энтропия ошибок определяется как

$$H(E) = E[-\log p(r_t - \widehat{r}_t)] = - \int_{\mathbb{R}^n} p(x) \log p(x) dx,$$

где  $H(E)$  относится к шенноновской энтропии ошибок  $E$ ;  $p(x)$  относится к функция плотности вероятности.

Задача состоит в том, чтобы минимизировать  $H(E)$  путем настраивания различных параметров алгоритма прогнозирования, который производит  $\widehat{r}_t$ .

Матрица дисперсий и ковариаций может быть вычислена из отдельного прогноза матрицы дисперсий и ковариаций  $\sum_i$ , ( $i = A, 1, 2, \dots, J$ ) в разных масштабах, как в уравнении

$$\sum_t = \sum_{A,t} + \sum_{j=1}^J \sum_{j,t}$$

Допустим, что  $X$  – это единичные портфельные инвестиции с весом  $\omega$  и  $h$  – дневным сроком владения с прогнозируемым условным средним и матрицами ковариации. Далее следуем традиционному методу дисперсии-ковариации для оценки портфеля  $VaR$ ,

$$VaR_{(a,h,t)} = \left[ -h\omega R_t + \sqrt{h} \sqrt{\omega_t \sum_t \omega_t^T z_\alpha} \right] X.$$

Тем не менее в современных условиях данных подходов недостаточно для оценки риска, потому что они имеют ограниченную природу, то есть не охватывают всех состояний рынка.

### Список литературы

1. Андропов К.Н. Модель «Кризисного процесса» / К.Н. Андропов, Д.Л. Качалов, В.А. Иванюк, Н.В. Соболев // Управление развитием крупномасштабных систем MLSД\*2015: материалы Восьмой международной конференции: В 2 томах. Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук; под общ. ред. С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. – М.: ИПУ РАН, 2015. – С. 229–231.

2. Егорова Н.Е. Основные направления и концепции анализа фондовых рынков / Н.Е. Егорова, К. А. Торжевский // Аудит и финансовый анализ. – 2008. – № 6. – С. 1–6.

3. Иванюк В.А. Основные этапы формирования инвестиционного портфеля / В.А. Иванюк, А.С. Демидова, Т.С. Кузнецова // Управление развитием крупномасштабных систем MLSД\*2015: материалы Восьмой международной конференции: В 2 томах. Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук; под общ. ред. С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. – М.: ИПУ РАН, 2015. – С. 256–258.

4. Иванюк В.А. Расчет ожидаемой доходности финансовых активов / Иванюк В.А., Веденеев Д.А., Шувалов К.И. // Управление развитием крупномасштабных систем MLSД\*2015: материалы Восьмой международной конференции: В 2 томах. Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук; под общ. ред. С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. – М.: ИПУ РАН, 2015. – С. 311–313.

5. Иванюк В.А. Разработка методологии долгосрочного прогнозирования на основе мультитрендового прогноза / В.А. Иванюк, К.Н. Андропов, А.Д. Цвиркун // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12 (часть 5). – С. 1032–1036

6. Иванюк В.А. Анализ состояния рынка и построение модели кризиса / В.А. Иванюк, К.Н. Андропов, А.Д. Цвиркун // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.

7. Иванюк В.А. Методология совокупного прогнозирования доходов активов и их рисков / В.А. Иванюк, К.Н. Андропов, А.Д. Цвиркун // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12 (часть 5). – С. 1028–1032.

8. Acerbi, C. Portfolio optimization with spectral measures of risk / C. Acerbi, P. Simonetti // Abaxbank. – 2002.

9. Acerbi, C. On the coherence of expected shortfall / C. Acerbi, D. Tasche // Journal of Banking and Finance. – 2002. – № 26 (7). – P. 1487–1503.

10. Artzner P. Coherent risk measures / P. Artzner, F. Delbaen, J.M. Eber, D. Heath // Mathematical Finance. – 1999. – № 9 (3). – P. 203–228.

11. Denneberg D. Premium calculation: Why standard deviation should be replaced by absolute deviation // ASTIN Bulletin. – 1990. – № 20 (2). – P. 181–190.

12. Fischer T. Risk capital allocation by coherent risk measures based on one sided-moments / T. Fischer // Insurance: Mathematics and Economics. – 2003. – № 32. – P. 135–146.

13. Wang S.S. Axiomatic characterization of insurance prices / S.S. Wang, V.R. Young, H.H. Panjer // Insurance: Mathematics and Economics. – 1997. – № 21 (2). – P. 173–183.

## References

1. Andropov K.N. Model «Krizisnogo processa» / K.N. Andropov, D.L. Kachalov, V.A. Ivanjuk, N.V. Sobolev / v knige: Upravlenie razvitiem krupnomasshtabnyh sistem MLS2015 Materialy Vosmoj mezhdunarodnoj konferencii: V 2 tomah. Institut problem upravlenija im. V.A. Trapeznikova Rossijskoj akademii nauk; Pod obshhej redakciej S.N. Vasileva, A.D. Cvirguna. Moskva IPU RAN, 2015. pp. 229–231.
2. Egorova N.E. Osnovnye napravlenija i koncepcii analiza fondovyh rynkov / N.E. Egorova, K.A. Torzhevskij // Audit i finansovyj analiz. 2008. no. 6. pp. 1–6.
3. Ivanjuk V.A. Osnovnye jetapy formirovanija investicionnogo portfelja / V.A. Ivanjuk, A.S. Demidova, T.S. Kuznecova / v knige: Upravlenie razvitiem krupnomasshtabnyh sistem MLS2015 Materialy Vosmoj mezhdunarodnoj konferencii: V 2 tomah. Institut problem upravlenija im. V. A. Trapeznikova Rossijskoj akademii nauk; Pod obshhej redakciej S.N. Vasileva, A.D. Cvirguna. Moskva IPU RAN, 2015. pp. 256–258.
4. Ivanjuk V.A. Raschet ozhidaemoj dohodnosti finansovyh aktivov / Ivanjuk V.A., Vedeneev D.A., Shuvalov K.I. / V knige: Upravlenie razvitiem krupnomasshtabnyh sistem MLS2015 Materialy Vosmoj mezhdunarodnoj konferencii: V 2 tomah. Institut problem upravlenija im. V. A. Trapeznikova Rossijskoj akademii nauk; Pod obshhej redakciej S.N. Vasileva, A.D. Cvirguna. Moskva IPU RAN, 2015. pp. 311–313.
5. Ivanjuk V.A. Razrabotka metodologii dolgosrochnogo prognozirovanija na osnove multitrendovogo prognoza / V.A. Ivanjuk, K.N. Andropov, A.D. Cvirkun // Fundamentalnye issledovanija. 2014. no. 12 (chast 5). pp. 1032–1036.
6. Ivanjuk V.A. Analiz sostojanija rynka i postroenie modeli krizisa / V.A. Ivanjuk, K.N. Andropov, A.D. Cvirkun // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2014. no. 6.
7. Ivanjuk V.A. Metodologija sovokupnogo prognozirovanija dohodov aktivov i ih riskov / V.A. Ivanjuk, K.N. Andropov, A.D. Cvirkun // Fundamentalnye issledovanija. 2014. no. 12 (chast 5). pp. 1028–1032.
8. Acerbi C. Portfolio optimization with spectral measures of risk / C. Acerbi, P. Simonetti // Abaxbank. 2002.
9. Acerbi C. On the coherence of expected shortfall / C. Acerbi, D. Tasche // Journal of Banking and Finance, no. 26 (7). 2002. pp. 1487–1503.
10. Artzner P. Coherent risk measures / P. Artzner, F. Delbaen, J.M. Eber, D. Heath // Mathematical Finance, no. 9 (3). 1999. pp. 203–228.
11. Denneberg D. Premium calculation: Why standard deviation should be replaced by absolute deviation / D. Denneberg // ASTIN Bulletin, no. 20 (2). 1990. pp. 181–190.
12. Fischer T. Risk capital allocation by coherent risk measures based on one sided-moments / T. Fischer // Insurance: Mathematics and Economics, no. 32. 2003. pp. 135–146.
13. Wang S.S. Axiomatic characterization of insurance prices / S.S. Wang, V.R. Young, H.H. Panjer // Insurance: Mathematics and Economics, no. 21 (2). 1997 pp. 173–183.

УДК 338.46

## РАЗВИТИЕ БИЗНЕС-ОБРАЗОВАНИЯ КАК ДЕТЕРМИНАНТА ИННОВАЦИОННОГО ОБНОВЛЕНИЯ ЭКОНОМИКИ

**Кауфман Н.Ю., Ширинкина Е.В.**

*Сургутский государственный университет, Сургут,  
e-mail: ntlrus@gmail.com, shirinkina86@yandex.ru*

В статье раскрыта сущность бизнес-образования и его место в системе современного профессионального образования. В качестве исследовательской задачи авторами была определена попытка оценить образовательную политику и ее связь с функционированием рынка бизнес-образования. Проанализированы существовавшие в России образовательные организации высшего образования в процессе предоставления обучения. Выявлена и обоснована необходимость бизнес-образования в России, так как бизнес-школы способствуют обучению и практическим навыкам управленцев и предпринимателей. Кроме того, обосновывается мысль о том, что бизнес-образование именно сейчас целесообразно в силу существенных сдвигов на этом рынке, являясь одним из основных источников увеличения доходов. Авторами делается вывод об ориентации образования на удовлетворение в перспективе потребностей внешней среды, формирующей требования к квалифицированным управленческим кадрам.

**Ключевые слова:** бизнес-образование, система профессионального образования, инновационное развитие, управленческие кадры

## THE DEVELOPMENT BUSINESS EDUCATION AS A DETERMINANT INNOVATIVE RENEWAL OF THE ECONOMY

**Kaufman N.Y., Shirinkina E.V.**

*Surgut State University, Surgut, e-mail: ntlrus@gmail.com, shirinkina86@yandex.ru*

The article reveals the essence of business education and its place in the system of modern vocational education. As a research problem the authors have defined an attempt to evaluate educational policy and its relationship to the functioning of the market of business education. Analyzed existed in Russia educational institution of higher education in the provision of training. Revealed and substantiated the necessity of business education in Russia. The authors have given a generalized description of world tendencies of development of business education, described a brief history of the formation in the Russian system, the benefits of its use by management personnel.

**Keywords:** business education, vocational education, innovative development, management expertise

XXI век свидетельствует о новых качественных изменениях во всех сферах мирового развития: экономике, политике, социальных процессах. Современные тенденции развития стран в целях усиления конкуренции побуждают к эффективному использованию не только достижений науки и техники и природных ресурсов, но также научного и кадрового потенциалов. Также это способствует формированию более высокого качества жизни людей, новую систему внутренних экономических, политических и международных отношений [9].

Использование во всех сферах российской экономики инновационного пути развития предполагает развитие управленческих навыков руководителей предприятий, способных успешно управлять инновациями и изменениями в условиях рисков и неопределенности и прогнозировать их социально-экономические последствия. Данный путь развития возможен через формирование и развитие эффективной системы отечественного бизнес-образования [5].

Сложившиеся в мировом образовательном пространстве стандарты и нормы оказывают воздействие на российскую высшую школу, что важно в ситуации, когда российские вузы, бывшие лидерами в области международного образования длительное время, утратили эти позиции [8]. В таблице представлены существовавшие в России образовательные организации высшего образования, начиная с прошлого века.

Большое внимание в 1918–1919 годах советское правительство уделяло созданию новых вузов в крупных промышленных центрах и союзных республиках. Реализация программ высшего образования была связана с запросами производства и народного хозяйства.

В 1950-х годах те вузы, у которых отсутствовала современная для того времени материально-техническая и учебно-научная база, в целях повышения качества образования присоединялись к более крупным вузам. Таким образом, отдельные юридические и педагогические институты влились в университеты, учительские институты – в педагогические.

## Образовательные организации высшего образования [10]

Годы	1914	1917	1940/41	1950/51	1980/81	1990/91	2000/01	2010/11	2014/15
Число образовательных организаций	72	150	481	516	494	514	965	1115	950
В них студентов – всего, тыс. чел.	86,5	149	478,1	796,7	3045,7	2824,5	4741,4	7049,8	5209,0
На 10000 чел. населения приходилось студентов, чел.	10	16	43	77	219	190	324	493	375

В СССР высшее образование в 1960–1980-е годы было бесплатным, что позволило увеличить количество студентов в расчете на 10 000 человек населения. Однако существенные изменения произошли с 1992 года, что в первую очередь было связано с переходом на многоуровневую систему и стандартизацию образования с 2003 г.

В целях изменения качества высшего образования, с 2011 года количество учреждений высшего образования уменьшается. Главным механизмом стало снижение финансирования системы образования. К концу 20-х гг. доля расходов на образование в СССР составляла 12,5% государственного бюджета, увеличившись до 15–17% в период 1965–1980 гг., но в 1993 г. снизилась до 4,4%. Во времена Советского Союза суммарные инвестиции в образование оценивались примерно в 7% ВВП, в постсоветской России – 2,9–3,4%. С учетом падения самого ВВП инвестиции в образование уменьшились по меньшей мере, в 8 раз [10].

Следовательно, для модернизации образования нужны серьезные перемены в организации и технологии обучения, увеличение объемов финансирования и повышение качества управления вузами. Решение этой проблемы возможно только путем формирования и развития целостной системы отечественного образования.

В России словосочетание «платное образование» связано с дискуссиями в этой области, хотя в европейских и западных странах это не более как давно сложившийся бизнес международного масштаба. В экономической теории рынок высшего образования рассматривается как интеллектуально сконструированное пространство, где спрос и предложение зависит от качества образования, предлагаемого «продавцами» – высшими учебными заведениями и требований «покупателей» – студентов и их родителей. Вузы в свою очередь связаны с другим рынком – рынком труда, на котором они предлагают высококвалифицированный труд, удовлетворяя потребности различных организаций [9].

Однако знания имеют особенность устаревать, следовательно, необходимо умение непрерывно пополнять, развивать и совершенствовать свои знания в процессе самого производства [4]. Иными словами, знания рассматриваются не как статичная совокупность информации, а как способность находить нестандартные ответы на вызовы времени. Мы можем определить это как профессиональную компетентность. А это, в свою очередь, требует самоорганизации специалиста, его способности самому реализовать вначале образовательную траекторию, затем траекторию самосовершенствования [1].

В настоящее время существует осознание того, что ключевыми факторами экономического развития являются качество человеческого капитала и предприимчивость индивида. Тем более в получении высшего заочного образования существует негативная тенденция – образование для получения диплома, а не приобретения профессиональных знаний. На этом фоне очевидна проблема бизнес-образования в России, так как бизнес-школы способствуют обучению и практическим навыкам управленцев и предпринимателей, способных решать глобальные вопросы предприятий [6]. И мотивация получающих бизнес-образование совершенно отлична от студентов, обучающихся по классическим программам, так как оно направлено на менеджеров разных уровней после получения высшего образования.

История бизнес-образования берет начало с Университета Пенсильвании, где в 1881 году, благодаря усилиям бизнесмена Джозефа Уортона, была организована программа по коммерции для бакалавров. В 1900 году Дартмутский колледж был «пионером» среди учебных заведений, предложившим для бизнеса степень магистра. Гарвардский университет последовал примеру Дартмута, организовав в 1908 году первую программу под названием «Master of Business Administration» («Магистр делового администрирования») МБА. В 1925 году Стэнфордский университет стал вторым,

несмотря на прочно укоренившуюся практику обучения студентов бизнесу в Соединенных Штатах. Американская ассоциация [Сейчас Ассоциация по развитию] университетских школ бизнеса (AACSB), впоследствии ставшая аккредитационным агентством, была основана в 1916 году [7].

В начале 1990-х гг. Л.И. Евенко вместе с коллегами пришли к пониманию необходимости западного бизнес-образования в России. Что привело к созданию Высшей школы международного бизнеса и Российской ассоциации бизнес-образования (РАБО), которую возглавляет Л.И. Евенко. Проанализировав мировой опыт, они выделили три ключевых этапа или три парадигмы бизнес-образования, причем в первую очередь на уровне реализации программ MBA, последовательно сменявшие друг друга – научную, системную и сетевую. При этом мы видим, что основное внимание уделяется программам MBA, которые фактически отождествляются с бизнес-образованием [4].

В качестве эксперимента MBA в 1994 году Министерство образования разрешило подготовку менеджеров высшей квалификации, лицензированное же обучение по программам MBA – с 2004 года. С 2012 года министерство образования и науки РФ внесло правовые изменения в данную сферу, прекратив выдавать бизнес-школам лицензии, если у них нет права выдавать дипломы государственного образца.

С 2012 года Российская ассоциация бизнес-образования разрабатывает собственные стандарты и правила аккредитации, более краткосрочные специализированные программы, более выгодные по цене обучения. К настоящему времени в области бизнес-образования сформировано несколько типов учебных заведений.

1. Бизнес-школы при классических университетах. Предоставляют близкое к академическому широкое образование, работая в тесной взаимосвязи с университетами. Но, учитывая зависимость университетских школ бизнеса от руководства университета, не всегда сохраняется мобильность и способность адаптироваться к требованиям клиентов.

2. Частные бизнес-школы, аналогичные университетским школам и появившиеся в середине XX в. преимущественно в Европе.

3. Бизнес-школы, создаваемые группами корпораций, не являющиеся их структурными подразделениями. Ставят приоритетом развитие разнообразных образовательных программ, ориентированных на решение актуальных сегодня проблем или на решение задач отдельных корпораций. Классические программы MBA также используются.

4. Корпоративные университеты – учебные заведения, создаваемые внутри крупных корпораций. Основной задачей является подготовка кадров непосредственно для корпораций, а также проведение исследований in house экономико-политического или социологического характера.

5. Учебные подразделения, организованные консалтинговыми фирмами. Их основная задача – наем сотрудников с дипломом классических бизнес-школ или подготовка в них собственного персонала. Задачей учебных подразделений является работа с клиентами и обучение персонала к восприятию предлагаемых консультантом идей.

6. Тренинговые компании, оказывающие разнообразные услуги как частным фирмам и организациям, так и государственным. Их специализация – небольшие по продолжительности программы, связанные с новыми формами менеджмента, освоение новых программных продуктов, используемых в управлении организацией. Клиентами могут быть различные организации, включая налоговые службы и крупные частные корпорации.

7. Также в последнее время в новых секторах экономики появляется все больше частных компаний, которые, испытывая кадровый голод, начинают совместно с учебными заведениями или самостоятельно инвестировать в образовательные программы.

Преимущество бизнес-образования – это не только получение новых знаний, но и обмен опытом с другими слушателями-коллегами, когда имеется возможность формирования дополнительных знаний, а также возможность установления новых связей с выпускниками программы, которые могут оказаться полезными в будущем бизнесе [6].

В условиях перенасыщения рынка труда специалистами с высшим образованием все больше молодых людей ищет способы повысить свою квалификацию, получить новые практические навыки и умения и, следовательно, преимущества при устройстве на работу. Обучение по программе MBA предусматривает карьерный рост, ориентируется преимущественно на средний и средний + менеджмент, обеспечивая менеджеров руководящими должностями в области маркетинга, HR, финансов, производства. В настоящее время около 150 бизнес-школ России предоставляют обучение по программам MBA и Executive MBA (EMBA) [8].

Программа EMBA ориентирована на личностный рост и развитие лидерского, креативного потенциала первых лиц компаний, позволяя подняться на уровень руководителя компании с выработанным

стратегическим мышлением, видением перспектив бизнеса и реализацией выбранных стратегий. Обе программы (MBA и EMBA) направлены на освоение руководителями новых знаний и навыков.

Специалисты Службы исследований компании Head Hunter провели исследование по востребованности в российских компаниях специалистов с бизнес-образованием (MBA), а также изменение зарплаты данных работников. Опрос проводился внутри 791 компании в апреле 2014 года.

В результате исследований было выявлено увеличение дохода его обладателей в среднем на 35% при наличии бизнес-образования. Выпускники западных бизнес-школ имеют перспективу роста зарплаты в среднем в 1,5 раза. По окончании краткосрочных курсов EMBA и Mini-MBA могут рассчитывать на прибавку к зарплате в среднем от 10 до 20%. Но более 50% представителей компаний считают, что данное образование не влияет на зарплату.

В 74% случаев обладатели бизнес-образования вызывают интерес в качестве высшего руководства и топ-менеджмента, в 50% – на должности руководителей отделов. Но различные компании не занимаются поисками подходящих соискателей, предпочитая отправлять своих сотрудников на обучение. Так, почти треть опрошенных утверждают, что их сотрудникам предоставляется возможность получения бизнес-образования, при этом компания возлагает на себя часть (53%), а порой и все расходы (32%) на обучение. 69% работодателей, принимавших в штат специалистов с бизнес-образованием, считают, что их ожидания и требования оправдались полностью [3].

Таким образом, получение степени MBA – это не классическое высшее образование или повышение квалификации, а приобретение специфических навыков руководства, необходимых в разнообразных сферах бизнеса, способность на основе серьезных аналитических исследований внести существенный вклад в развитие экономики, бизнеса и менеджмента.

В последние годы в России постепенно проходит популярность научных степеней среди управленцев-практиков. Степень «доктор (или кандидат) экономических наук» за вклад в науку управления получают, прежде всего, научные и педагогические работники. Относительно новой является степень доктора делового администрирования (Doctor

of business administration, DBA), которая позволяет приобрести управленцам высокий уровень знаний и навыков в практике управления проектами и коллективами [2].

Широкого распространения данная программа получить не может, т.к. это достаточно дорогостоящее обучение, интересное собственникам и топ-менеджерам крупного и среднего бизнеса, сложившимся бизнесменам, с достаточным опытом работы. Это более высокая ступенька в бизнес-образовании успешного управленца. Все проекты слушателей имеют прикладное значение и, что важно – профессиональная аналитическая и исследовательская работа дает возможность прийти к новому уровню понимания бизнеса и управления и начать мыслить глобально.

Таким образом, выпускники получают уникальные знания, навыки и компетенции, позволяющие находить эффективные и инновационные решения создающихся проблем экономики и бизнеса, чувствуя себя более уверенно в условиях постоянно меняющихся условий.

Обобщив вышеизложенное, можно сделать вывод. В последнем десятилетии, учитывая различные экономические ситуации, бизнес России меняется и требует новых улучшенных знаний в управлении разнообразными процессами. Образовательный процесс в высшей школе изменяется, выходя на новый для себя уровень обучения и подстраиваясь под потребности бизнеса, что является фактором усвоения дальнейшего накопления знаний и навыков.

Уровень благосостояния национальной экономики зависит от инвестиций в человеческий капитал через образование, адаптируясь к условиям глобализации современного мира, с учетом конкурентоспособности [11].

В заключение необходимо отметить, что в рамках данного исследования профессиональное образование в целом и бизнес-образование как его неотъемлемая часть на современном этапе перехода к инновационному типу экономики являются важнейшими факторами экономического роста и социально-экономического развития. В свою очередь, образовательная политика Российской Федерации направлена на формирование и развитие системы бизнес-образования, которая обеспечит создание необходимой институциональной среды инновационного развития отечественной экономики.

## Список литературы

1. Барановский А.И. Качество высшего образования как экономическая категория. Инновационное образование и экономика. [Электронный ресурс]. – URL: <http://ns.omeconom.ru/index.php/arkhiv-nomerov/iyun> (дата обращения: 31.01.2016).
2. Гапоненко А. «DBA – новый уровень образования для управленцев». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.e-xecutive.ru/education/mbarus/1982385> (дата обращения: 31.01.2016).
3. Исследование HeadHunter: Наличие бизнес-образования повышает доход специалиста на 35 процентов. [Электронный ресурс]. – URL: <http://gtmarket.ru/blog/headhunter/2014/05/27/6785> (дата обращения: 31.01.2016).
4. Ковалёв В.А. К вопросу о формировании системы бизнес-образования в российской федерации // Вестник ОмГУ. Серия: Экономика. – 2010. – № 2. – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-formirovanii-sistemy> – (дата обращения: 22.11.2015).
5. Кузьмина Т.В., Синицкая Н.Я. К вопросу о повышении качества бизнес-образования // МНИЖ. – 2014. – № 5–3 (24). – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/> (дата обращения: 22.11.2015).
6. Мау В.А., Сеферян А.И. Бизнес-образование рубежа веков: вызовы времени и тенденции развития // Экономика образования. – 2008. – № 2. – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/biznes-obrazovanie-rubezha-vekov-vyzovy-vremeni-i-tendentsii-razvitiya> (дата обращения: 22.11.2015).
7. Минцберг Г. Краткая история бизнес-образования. Глава из книги «Требуются управленцы, а не выпускники MBA. Жесткий взгляд на мягкую практику управления и систему подготовки менеджеров» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.cfin.ru/education/history.shtml> (дата обращения: 22.11.2015).
8. Мясоедов С. Что отличает программы MBA от Executive MBA. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.e-xecutive.ru/knowledge/announcement/1925012/> (дата обращения: 22.11.2015).
9. Рябова Н.Ю. Инновации как средство достижения конкурентного преимущества предпринимательских структур // Вестник ОмГУ. Серия: Экономика. – 2010. – № 3. [Электронный ресурс]. – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/innovatsii-kak> (дата обращения: 22.11.2015).
10. Федеральная служба государственной статистики. // URL: <http://www.gks.ru>.
11. Ширинкина Е.В., Кауфман Н.Ю. Оценка окупаемости инвестиций в человеческий капитал. Достойный труд в экономике XXI века: материалы международной научно-практической конференции, 27 ноября 2015 г. – Саратов: Изд-во «КУБиК», 2015. – 228 с.

## References

1. Baranovskij A.I. Kachestvo vysshego obrazovaniya kak jekonomicheskaja kategorija. Innovacionnoe obrazovanie i jekonomika. [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://ns.omeconom.ru/index.php/arkhiv-nomerov> (data obrashhenija: 31.01.2016).
2. Gaponenko A. «DBA – novyj uroven' obrazovaniya dlja upravlencev». [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://www.e-xecutive.ru/education/mbarus/1982385> (data obrashhenija: 31.01.2016).
3. Issledovanie HeadHunter: Nalichie biznes-obrazovaniya povyshayet dohod specialista na 35 procentov. [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://gtmarket.ru/blog/> (data obrashhenija: 31.01.2016).
4. Koval'ov V.A. K voprosu o formirovanii sistemy biznes-obrazovaniya v rossijskoj federacii // Vestnik OmGU. Serija: Jekonomika. 2010. no. 2. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-formirovanii-sistemy-biznes-obrazovaniya-v-rossijskoj-federatsii> (data obrashhenija: 22.11.2015).
5. Kuz'mina T.V., Sinickaja N.Ja. K voprosu o povyshenii kachestva biznes-obrazovaniya // MNIZh. 2014. no. 5–3 (24). URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu> (data obrashhenija: 22.11.2015).
6. Mau V.A., Seferjan A.I. Biznes-obrazovanie rubezha vekov: vyzovy vremeni i tendencii razvitiya // Jekonomika obrazovaniya. 2008. no. 2. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/biznes-obrazovanie-rubezha-vekov-vyzovy-vremeni-i-tendentsii-razvitiya> (data obrashhenija: 22.11.2015).
7. Mincberg G. Kratkaja istorija biznes-obrazovaniya. Glava iz knigi «Trebujutsja upravlency, a ne vypuskniki MBA. Zhestkij vzgljad na mjagkuju praktiku upravlenija i sistemu podgotovki menedzherov» [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://www.cfin.ru> (data obrashhenija: 22.11.2015).
8. Mjasoedov S. Chto otlichaet programmy MBA ot Executive MBA. [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://www.e-xecutive.ru/knowledge/announcement/1925012/> (data obrashhenija: 22.11.2015).
9. Rjabova N.Ju. Innovacii kak sredstvo dostizhenija konkurentnogo preimushhestva predprinimatelskih struktur // Vestnik OmGU. Serija: Jekonomika. 2010. no. 3. [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/innovatsii-kak> (data obrashhenija: 22.11.2015).
10. Federalnaja sluzhba gosudarstvennoj statistiki. [Jelektronnyj resurs] // URL: <http://www.gks.ru>.
11. Shirinkina E.V., Kaufman N.Ju. Ocenka okupaemosti investicij v chelovecheskij kapital. Dostojnyj trud v jekonomike XXI veka: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, 27 nojabrja 2015 g. Saratov: Izdatelstvo «KUBiK», 2015. 228 p.

УДК 330.35

## МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ УРОВНЯ БЛАГОСОСТОЯНИЯ НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНА В КОНТЕКСТЕ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА

Ковальчук Л.Б.

*Читинский институт Байкальского государственного университета,  
Чита, e-mail: kovalchuklb@mail.ru*

Региональная социально-экономическая система представлена в виде совокупности процессов, совокупным результатом которых является уровень благосостояния. Показано, что удовлетворение потребностей происходит в ходе осуществления процессов, формирующих блага, и процессов, создающих барьеры для удовлетворения данных потребностей. Данные процессы рассматриваются в качестве факторов, влияющих на уровень благосостояния в регионе. Представлена схема формирования регионального благосостояния, взаимосвязи между процессами, протекающими в социальной и экономической сферах. Построена модель формирования регионального благосостояния. Для построения модели использован аппарат теории нечётких множеств, который позволяет адекватно представить сложную иерархическую систему процессов, учесть их взаимовлияние. Использование инструментария теории нечёткой логики позволило сформировать нечёткую базу знаний, которая позволяет осуществить свёртку показателей результативности процессов, получить оценку уровня регионального благосостояния, моделировать параметры результативности.

**Ключевые слова:** совокупный региональный процесс, уровень регионального благосостояния, теория нечёткой логики, нечёткая база знаний

## THE MECHANISMS OF SOCIO-ECONOMIC PROCESSES' INFLUENCING ON THE POPULATION'S LEVEL OF WELFARE

Kovalchuk L.B.

*Chita Institute of Baikal State University, Chita, e-mail: kovalchuklb@mail.ru*

Regional socio-economic system is shown as an aggregated regional processes resulting in the population level of welfare. It is shown in the article that people's needs are satisfied by the processes that results in some benefits, and in some barriers. These processes are viewed as factors of influence on the level of the welfare. The scheme of welfare creation is presented in the article. The model of population welfare is made up. This model is built with the help of the theory of fuzzy logics. The use of this theory makes it possible to get an integrated evaluation of the level of welfare, to model the parameters of the results of the processes.

**Keywords:** an aggregated regional process, level of welfare, fuzzy logics theory, fuzzy knowledge base

Оценка регионального благосостояния представляет собой одну из сложных методических проблем, решение которой затруднено в силу значительного количества факторов, которые влияют на его уровень, неоднозначности данного влияния, значительных различий в природно-географических, культурно-исторических, социально-экономических условиях развития региональных систем и проч. В этой связи наиболее адекватным методом исследования регионального благосостояния представляется его моделирование. Данный метод позволяет получить значения выходной переменной (оценку уровня регионального развития), учитывая характеристики и основные свойства наиболее значимых факторов и элементов регионального благосостояния. Построение модели предполагает определение структуры моделируемого объекта. Учитывая, что формирование регионального благосостояния предполагает преобразование ресурсного потенциала региональной системы в определённые блага и требует определённого времени,

представляется оправданным моделирование регионального благосостояния с позиций процессного подхода. В рамках данного подхода формирование регионального благосостояния может быть представлено в виде совокупности процессов, протекающих в экономической и социальной сферах региональной системы, направленных на удовлетворение потребностей, которые обеспечивают жизнедеятельность и развитие населения региона [4]. Удовлетворение данных потребностей формирует уровень экономического и социального благосостояния и обуславливает общий уровень регионального благосостояния.

Принципиальным моментом в моделировании регионального благосостояния является связь между процессами и потребностями населения. Потребности стимулируют возникновение процессов, результаты которых создают блага, направленные на удовлетворение потребностей. Данные процессы названы нами акquisитивными (в переводе с англ. Acquisition – приобретение). При этом параллельно

процессам, направленным на удовлетворение потребностей, возникают процессы, создающие вред или препятствия для удовлетворения существующих потребностей. Эти потребности названы диссипативными (от англ. Dissipation – рассеяние). В связи с существованием процессов разной направленности представляется логичным рассматривать удовлетворение определённой потребности как агрегированный процесс, включающий аквизитивные и диссипативные процессы. Агрегированные процессы, направленные на удовлетворение материальных потребностей, могут быть объединены в интегральный экономический процесс, а процессы, направленные на удовлетворение социальных потребностей, соответственно, в интегральный социальный процесс. Результаты интегральных экономического и социального процессов формируют определённый уровень материального и социального благосостояния.

Отдельные процессы, агрегированные и объединённые в различные группы, представляют собой элементы совокупного регионального процесса (факторы, влияющие на формирование регионального благосостояния). С учётом данных факторов процесс формирования регионального благосостояния можно представить, как функцию, аргументом которой является результативность совокупного регионального процесса:

$$РБ = f(D), \quad (1)$$

где  $D$  – результативность совокупного регионального процесса, демонстрирующая уровень регионального благосостояния.

Данная зависимость означает, что активность и результативность совокупного регионального процесса обуславливают уровень регионального благосостояния, который формирует условия для регионального развития [6].

В свою очередь, результативность совокупного регионального процесса также следует рассматривать как функциональную зависимость от результативности интегрированного экономического и интегрированного социального процесса:

$$D = f(Y, Z), \quad (2)$$

где  $Y$  – результативность интегрированного экономического процесса, демонстрирующая общий уровень удовлетворения материальных потребностей населения;  $Z$  – результативность интегрированного социального процесса, демонстрирующая общий уровень удовлетворения нематериальных потребностей населения региона. Логическим основанием для формирования данной зависимости является комплексное

представление о региональном развитии как о взаимообуславливающем и взаимодействующем материальных и нематериальных потребностей и процессов, протекающих в экономической и социальной сферах и удовлетворяющих данные потребности.

С учётом базовых потребностей, обеспечивающих жизнедеятельность населения региона, в состав интегрированного экономического процесса ( $Y$ ) мы включили следующую совокупность экономических процессов:

$$Y = f(X1, X2, X3, X4, X5), \quad (3)$$

где  $X1$  – экономический процесс, удовлетворяющий потребность в продовольствии;  $X2$  – экономический процесс, удовлетворяющий потребность в жилье;  $X3$  – экономический процесс, удовлетворяющий потребность в финансовых ресурсах;  $X4$  – экономический процесс, удовлетворяющий потребность в товарах и услугах;  $X5$  – экономический процесс, удовлетворяющий потребность в транспортной мобильности.

Процессы, образующие интегрированный экономический процесс, обеспечивают существование региональной системы, формируют её материальную основу. Однако без процессов, удовлетворяющих нематериальные потребности, развитие данной системы невозможно. В этой связи в состав интегрированного социального процесса ( $Z$ ) включены процессы, удовлетворяющие основные нематериальные потребности населения:

$$Z = f(X6, X7, X8, X9, X10),$$

где  $X6$  – потребность в труде;  $X7$  – потребность в физическом здоровье;  $X8$  – потребность в общекультурных компетенциях;  $X9$  – потребность в культуре;  $X10$  – потребность в информации.

В связи с тем, что удовлетворение потребностей связано не только с формированием благ, но и с преодолением определённых барьеров на пути потребления произведённых благ, в результативности экономических и социальных процессов, удовлетворяющих потребности жизнеобеспечения и потребности развития, на наш взгляд, следует учитывать результативность отдельных аквизитивных и диссипативных процессов, результаты которых создают блага и барьеры для удовлетворения каждой из представленных потребностей. В этой связи результативность процессов  $X1$ – $X10$ , на наш взгляд, следует интерпретировать как уровень удовлетворения определённых потребностей (материальных и нематериальных).

Рассмотрим, какие акquisитивные и диссипативные процессы обуславливают уровень удовлетворения представленных потребностей.

Уровень удовлетворения потребности в продовольствии обуславливают следующие акquisитивные процессы: «сельскохозяйственное производство» ( $a_0$ ), «производство продукции пищевой промышленности» ( $a_1$ ), «услуги розничной торговли» ( $a_2$ ), а также диссипативные процессы: «деградация сельскохозяйственных угодий» ( $b_1$ ), «рост цен на продовольственные товары» ( $b_2$ ). Данную зависимость можно представить в виде функции, аргументами которой являются результативность представленных акquisитивных и диссипативных процессов:

$$X_1 = f(a_0, a_1, a_2, b_1, b_2). \quad (4)$$

Уровень удовлетворения потребности в жилье зависит от результативности акquisитивных процессов: «строительство» ( $a_3$ ); «улучшение жилищных условий» ( $a_4$ ), а также диссипативных процессов: «удорожание жилья» ( $b_3$ ), «удорожание жилищно-коммунальных услуг (ЖКУ)» ( $b_4$ ). В общем виде данную зависимость можно представить как:

$$X_2 = f(a_3, a_4, b_3, b_4). \quad (5)$$

Уровень удовлетворения потребности в финансовых ресурсах, на наш взгляд, можно представить в виде следующей функциональной зависимости:

$$X_3 = f(a_5, a_6, b_5, b_6), \quad (6)$$

где  $a_5$  – результативность акquisитивного процесса «модернизация производства»;  $a_6$  – результативность акquisитивного процесса «инновационный процесс»;  $b_5$  – результативность диссипативного процесса «рост цен на промышленные товары»;  $b_6$  – результативность диссипативного процесса «бюрократизация».

Потребность в товарах и услугах удовлетворяют такие блага, как недвижимость, доступный отдых, развлечения, широкий спектр непродовольственных товаров и услуг. Для удовлетворения данных потребностей требуются следующие процессы: «добыча полезных ископаемых» ( $a_7$ ), «производство товаров обрабатывающих производств» ( $a_8$ ), «производство и распределение энергии, воды, газа» ( $a_9$ ). Результативность данных процессов не только обуславливает необходимое количество товаров и услуг, но и уровень доходов, позволяющий потреблять произведённые товары, услуги. При этом заметное влияние на уровень удовлетворения потребности в товарах и услугах оказывают такие дисси-

пативные процессы, как «износ основных фондов» ( $b_7$ ), «загрязнение атмосферного воздуха от стационарных источников» ( $b_8$ ). Данные процессы создают такие барьеры для удовлетворения потребности в комфорте, как низкое качество товаров и услуг, низкий уровень производительности труда, низкое качество среды обитания. В общем виде уровень удовлетворения потребности в комфорте можно представить в виде следующей функциональной зависимости:

$$X_4 = f(a_7, a_8, a_9, b_7, b_8). \quad (7)$$

Уровень удовлетворения потребности в транспортной мобильности обуславливает результативность акquisитивного процесса «услуги транспорта» ( $a_{10}$ ), и диссипативного процесса «рост дорожно-транспортных преступлений» ( $b_9$ ). Данные процессы обеспечивают возможность перемещения людей, грузов. Представим зависимость между уровнем удовлетворения потребности в транспортной мобильности и результативностью акquisитивного и диссипативного процесса следующим образом:

$$X_5 = f(a_{10}, b_9). \quad (8)$$

С учётом процессов, формирующих блага, и процессов, создающих определённые препятствия для потребления данных благ, представим уровень удовлетворения нематериальных потребностей.

Уровень удовлетворения потребности в труде в условиях рыночной экономики во многом зависит от результативности такого акquisитивного процесса, как «развитие предпринимательства» ( $a_{11}$ ). Результативность данного процесса обеспечивает занятость, которая, с нашей точки зрения, является одним из наиболее важных нематериальных благ. Потреблению данного блага мешают возрастные, профессиональные барьеры, которые порождает диссипативный процесс «маргинализация населения» ( $b_{10}$ ). Зависимость уровня удовлетворения потребности в труде от процесса развития предпринимательства и маргинализации населения отражает следующая функция:

$$X_6 = f(a_{11}, b_{10}). \quad (9)$$

С точки зрения развития важной потребностью является потребность в физическом здоровье. Данную потребность удовлетворяют такие блага, как доступное здравоохранение, возможности для творческой самореализации, занятия физической культурой и спортом. В этой связи уровень удовлетворения потребности в здоровом образе жизни обуславливают такие акquisитивные процессы, как «создание сети больничных учреждений» ( $a_{12}$ ), «расширение сети

поликлинических учреждений» (a13), «обновление основных фондов учреждений социальной сферы» (a14). Результативность диссипативного процесса «пауперизация населения» создаёт следующие помехи для потребления данных благ: низкий уровень доходов населения, заболеваемость. Формально данную функциональную зависимость можно представить следующим образом:

$$X7 = f(a12, a13, a14, b11). \quad (10)$$

Удовлетворению потребности в знаниях способствуют такие блага, как охват детей учреждениями дошкольного образования, уровень общего, начального и среднего профессионального образования. Данные блага формируются в результате осуществления следующих аквизитивных процессов: «создание сети дошкольных учреждений» (a15), «создание сети образовательных учреждений» (a16), «обновление основных фондов образовательных учреждений» (a17). На удовлетворении потребности в знаниях сказываются условия получения знаний, прежде всего в образовательных учебных заведениях, в которых формируется базовая готовность к получению общекультурных компетенций. Именно это обстоятельство обуславливает необходимость учёта влияния результативности диссипативного процесса «ухудшение условий обучения» (b12) в оценке уровня удовлетворения потребности в общекультурных компетенциях:

$$X8 = f(a15, a16, a17, b12). \quad (11)$$

Уровень удовлетворения потребности в культуре обуславливают следующие процессы: аквизитивный – «социо-культурное развитие» (a18), диссипативные – «социо-культурная деградация населения» (b13), «криминализация населения» (b14). Данную зависимость можно представить следующим образом:

$$X9 = f(a18, b13, b14). \quad (12)$$

Потребность в информации удовлетворяют преимущественно следующие процессы: «использование информационно-коммуникационных технологий» (a19), «удорожание информационно-коммуникационных технологий» (b15). Результативность данных процессов обуславливает уровень удовлетворения потребности в информации:

$$X10 = f(a19, b15). \quad (13)$$

Оценка показателей результативности аквизитивных и диссипативных процессов может быть осуществлена на основе системы статистических показателей, которые мо-

гут быть приведены к единой размерности методом линейного нормирования в целях осуществления их свёртки и получения интегральных показателей результативности.

Учитывая количество и разнообразие процессов, а также сложность, иерархичность и нелинейность взаимосвязей между процессами, становится очевидным невозможность построения моделей регионального развития, основанных на использовании обычных численных показателей и методов. Данные трудности обуславливают необходимость поиска более корректных методов и подходов, среди которых интеллектуальные технологии идентификации, основанные на использовании теории нечётких множеств и нечёткого логического вывода [1].

Использование данной теории в целях построения модели регионального развития объясняется тем, что нечёткая логика оперирует значениями, лежащими в некотором (непрерывном или дискретном) диапазоне. При этом функция принадлежности элементов к определённому заданному множеству также представляет собой не жёсткий порог «принадлежит – не принадлежит», а плавную кривую, проходящую все значения от нуля до единицы [3]. Сложность аппарата теории нечёткой логики соответствует многоуровневой иерархичной структуре региональных процессов, образующих совокупный региональный процесс, и открывает широкие возможности для их моделирования, используя интеллектуальные технологии и специальные компьютерные программы [7]. Так, на основе интеллектуальных технологий идентификации может быть произведена свёртка показателей результативности отдельных процессов и произведена оценка уровня регионального благосостояния [9].

Исходным моментом применения теории нечёткой логики является формирование нечёткой базы данных [8]. Используя теорию нечёткой логики, будем рассматривать параметры  $D, Y, Z, X1...X10, a1...a19, b1...b15$  в качестве лингвистических переменных. Для оценки значений представленных лингвистических переменных в модели регионального развития будет использована единая шкала термов: Н – «низкий», С – «средний», В – «высокий». Каждый из данных термов представляет собой нечёткое множество, заданное с помощью соответствующей функции принадлежности  $\mu_A(x)$ , принимающей значения на множестве  $M = [0, 10]$ . Функция принадлежности указывает степень принадлежности элемента  $x$  нечёткому множеству. Используя данные термы и обобщая полученные

в результате мониторинга статистические данные о результативности процессов в различных регионах в период с 2004 по 2014 год, формализуем связи между процессами в виде продукционных правил, связывающих входные переменные со значениями термов «низкий», «средний», «высокий» на основе операций И – min (·) и ИЛИ-max (V) [12]. Разработанные нами продукционные правила позволяют определить значения функций принадлежности входных переменных, в качестве которых выступают показатели результативности отдельных процессов, нечётким термам «высокий», «средний», «низкий», и, осуществив их свёртку, получить оценку результативности интегрированного экономического, социального процессов, а вслед за ними установить значение показателя результативности совокупного регионального процесса, который указывает на уровень регионального благосостояния [2].

Представляется, что полученная модель регионального благосостояния, основанная на процессном представлении о его сущности и основных свойствах и использующая аппарат теории нечёткой логики для его оценки, позволяет решить ряд актуальных проблем: во-первых, получить оценку уровня регионального благосостояния, формирующегося в условиях сложности, иерархичности факторов и региональной специфики его формирования, во-вторых, определить направления, тенденции его изменения, в-третьих, разработать сценарии изменения уровня регионального благосостояния с учётом синергических эффектов, которые формируются благодаря взаимодействию различных региональных процессов и их групп.

#### Список литературы

1. Берштейн Л.С., Дзюба Т.А. Использование нечеткого дедуктивного вывода в системах управления // Перспективные информационные технологии и интеллектуальные системы. – 2001. № 3 (7). <http://pitis.tsure.ru>.
2. Брусова А.С. Авторская концепция общественного благосостояния как методологическая основа оценки социально-экономического положения населения России / А.С. Брусова, М.Т. Ачылов // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). 2012. № 9 (17). Режим доступа: [www.sisp.nkras.ru](http://www.sisp.nkras.ru).
3. Дзюба Т.А., Розенберг И.Н. Оптимизация размещения центров скорой помощи с учетом нечетких данных // Перспективные информационные технологии и интеллектуальные системы. – 2002. № 1 (9). <http://pitis.tsure.ru>.
4. Ковальчук Л.Б. Процессная модель региональной социально-экономической системы. Иркутск: Изд-во БГУЭП, 2014. 148 с.
5. Мелихова О.А. Нечеткие интеллектуальные системы // Перспективные информационные технологии и интеллектуальные системы. – 2001. № 1 (5). <http://pitis.tsure.ru>.
6. Чупров С.В. Особенности управления инновационной реиндустриализацией в нестационарной среде региональной экономики // Известия Иркутской государственной экономической академии. 2015. Т. 25, № 5. С. 767–774.
7. Нечёткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / под ред. Д.А. Поспелова. М.: Наука. 1986. 312 с.
8. Ротштейн А.П. Идентификация нелинейных объектов нечёткими базами знаний / А.П. Ротштейн, Д.И. Кательников // Кибернетика и системный анализ. 1998. № 5. С. 53–61.

#### References

1. Bernshtein L.S., Dzyuba T.A. Ispolzovanie dedertivnogo vyvoda v sistemakh upravleniya. Perspective information technologies, 2001, no3(7), available <http://pitis.tsure.ru>.
2. Brusova A.S. Avtorskaja koncepcija obshhestvennogo blagosostojanija kak metodologicheskaja osnova ocenki social'no-jekonomicheskogo polozhenija naselenija Rossii / A.S. Brusova, M.T. Achylov, Modern research of social problem. 2012, no 9, available at: [www.sisp.nkras.ru](http://www.sisp.nkras.ru).
3. Dzyuba T.A., Rozenberg I.N. Optimizacija razmeshhenija centrov skoroj pomoshhi s uchetom nechetkih dannyh, Perspective information technologies, no 1 (9), 2002, available at: <http://pitis.tsure.ru>.
4. Kovalchuk L.B. Processnaja model regionalnoj socialno-jekonomicheskoy sistemy [Operations model of regional socio-economic system]. Irkutsk, BGUEP Publ., 2014, 148 p.
5. Melihova O.A. Nechetkie intellektualnye sistemy, Perspective information technologies, no 1 (5), 2001, available at: <http://pitis.tsure.ru>.
6. Chuprov S.V. Osobennosti upravlenija innovacionnoj reindustrializaciej v nestacionarnoj srede regionalnoj jekonomiki, Izvestiya of Irkutsk State Economic Academy, no. 5, pp. 767774.
7. Nechjotkie mnozhestva v modeljah upravlenija i iskusstvennogo intellekta pod red. D.A. Pospelova. Moscow, Science, 1986, 312 p.
8. Rotshtejn A.P. Identifikacija nelinejnyh obektov nechjotkimi bazami znaniy. Cybernetics and Systems Analysis, 1998, no 5, pp. 5361.

УДК 504.001.83

## ЗЕЛЁНАЯ ЭКОНОМИКА И ЗЕЛЁНЫЙ РОСТ: ЭВОЛЮЦИЯ НОРМАТИВНОГО ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

<sup>1</sup>Липина С.А., <sup>1,2,3</sup>Агапова Е.В., <sup>1</sup>Липина А.В.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», Москва, e-mail: s.lipina@mail.ru, a.v.lipina@mail.ru;

<sup>2</sup>Центр развития конкурентной политики и государственного заказа, Москва;

<sup>3</sup>Институт «Высшая школа государственного управления», Москва, e-mail: agapova@ranepa.ru

В настоящее время в России остро встает необходимость в широкой информационной кампании, призванной привлечь внимание общественности к перспективам «зеленой экономики». И в качестве составной части исследования по показателям зеленого роста могут служить показатели, предложенные в рамках работы, в качестве ориентиров в процессе разработки показателей. Особое внимание следует обратить на принимаемые инновационные решения в сфере экологии. В статье впервые делается попытка проанализировать изменения мирового мнения о процессах экологизации экономики, устойчивого развития и зелёной экономики с прошлого столетия до настоящих дней. Сделан подробный эволюционный дорожный карт перехода мирового сообщества к поиску новых моделей экономического роста, ориентированных на устойчивое развитие при стабилизации потребления материальных благ и традиционного промышленного роста – зелёной экономике и зелёному росту.

**Ключевые слова:** устойчивое развитие, зелёная экономика, экологизация экономики, зелёный рост, рациональное природопользование, экология

## GREEN ECONOMY AND GREEN GROWTH: EVOLUTION OF STANDARD LEGAL REGULATION IN THE FIELD OF ENVIRONMENTAL PROTECTION

<sup>1</sup>Lipina S.A., <sup>1,2,3</sup>Agapova E.V., <sup>1</sup>Lipina A.V.

<sup>1</sup>Federal State budget Educational Institution of Higher Education The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, e-mail: s.lipina@mail.ru, a.v.lipina@mail.ru;

<sup>2</sup>Center of development of a competition policy and state order, Moscow;

<sup>3</sup>Institute «The Higher School of Public Administration», Moscow, e-mail: agapova@ranepa.ru

Currently there is a need sharply for a broad information campaign designed to attract public attention in Russia to the prospects of «green economy». And as part of the study in terms of green growth indicators may be proposed within the work as guides in developing performance. Particular attention should be paid to the adopted innovative solutions in the field of ecology. In the article attempt to analyse changes of world opinion on processes of greening of economy, a sustainable development and green economy from the last century to the present days for the first time. It is made detailed evolutionary road maps of transition of the world community to search of the new models of economic growth focused on a sustainable development at stabilization of consumption of material benefits and traditional industrial growth – to green economy and green growth.

**Keywords:** sustainable development, green economy, greening of economy, green growth, rational environmental management, ecology

Современные глобальный финансовый и энергетический кризисы обуславливают острую необходимость поиска новых моделей экономического роста, ориентированных на устойчивое развитие при стабилизации потребления материальных благ и традиционного промышленного роста, когда развитие человечества будет строиться на новых принципах и видах экономической деятельности, способствующих повышению благосостояния и экологизации пространства.

Предложенная Организацией Объединенных Наций (ООН) концепция «зеленого роста» предусматривает именно качественное изменение структуры страновых и региональных экономик, концепция предла-

гает интеграцию экологических, зелёных, принципов в стратегии управления территориями, стратегическое планирование, экологизацию бизнеса и инфраструктуры.

Именно общемировые тенденции и вызовы последних лет с последовательной методологической интеграцией экономических, социальных и экологических политик в сферу управления территориальным развитием давали импульс развитию инновационной составляющей экономик государств и природоохранному законодательству. Главной целью развития сегодня становится эффективное управление ресурсами, использование инновационного и экологического потенциала государств и регионов мира. Именно трансформация систем

государственного регулирования в странах-членах ОЭСР в семидесятых годах прошлого столетия дала импульс эволюционным изменениям нормативного правового регулирования природоохранного законодательства. Мы исследовали становление мирового опыта по проблемам охраны окружающей среды и выделили несколько этапов, где каждый имеет свою характеристику и понимание взаимозависимости экономики и экологии (таблица). Безусловно, идеология экологизации экономики построена на интеграции общемировых идей и принципов, выработанных национальными и международными организациями в сфере охраны окружающей среды развития секторов «зелёной» экономики. При анализе мер международного регули-

рования антропогенного воздействия и стимулирования «зеленой» экономики и экологически чистого устойчивого развития, по методологическим подходам международных организаций по отражению показателей «зеленого» роста и «зеленой» экономики, авторы пользовались сравнительно-сопоставительным методом. Поскольку история внедрения идеологии экологической экономики основывается главным образом на колоссальной работе, осуществленной международными и национальными организациями, нашедшей отражение в совокупности нормативных актов и исследовательской базе, которая способствовала становлению в общественном сознании ценностей «зеленой» экономики.

#### Мировой опыт экологизации экономики (развития зелёной экономики)

№ п/п	Этап	Содержание этапа
1	1950–1970-е годы	Время зарождения глобального экологического сознания и экологического движения, которое пришло с <i>осознанием опасного воздействия экономики на окружающую среду и человека</i> через химическое и радиационное загрязнение природной среды и обсуждения возможных катастрофических последствий применения ядерного оружия, накопления данных о негативном воздействии хозяйственной деятельности на окружающую среду, и экологическая риторика в основном ограничивается необходимостью <i>учета интересов охраны природы в процессе экономического развития</i> . (Первая международная конференция по проблемам загрязнения воздуха как реакция на рост смертности от смога в крупнейших городах мира (1955), резолюция Генеральной Ассамблеи ООН от 18 декабря 1962 года на 17 сессии Генеральной Ассамблеи ООН была принята специальная директива «Экономическое развитие и охрана природы», Конференция ООН по проблемам окружающей человека среды в Стокгольме 1972 г., Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) и т.д.)
2	1980–1990-е годы	На этом этапе развития создавалась концепция «более экологически чистого производства» (Концепция устойчивого развития мира, «Всемирная Хартия природы» [5], доклад «Наше общее будущее» [9], Межправительственная группа экспертов по проблеме изменения климата (МГЭИК)[4], В 1989 году ЮНЕП (UNEP) представило Программу более «чистого производства» (Cleaner Production Programme) [8], В 1992 года проходил Всемирный саммит в Рио-де-Жанейро [3], Саммит Земли [6], Киотский протокол, <i>Всемирная стратегия сохранения природы</i> [12], разработанной по инициативе ЮНЕП и т.д.)
3	2000–2010-е годы	Закрепление концепции устойчивого развития в международном и национальном законодательстве, в бизнес-среде, общественных дискуссиях и СМИ связано с более пристальным вниманием к социальной составляющей («Повестки дня на XXI век» [6], <i>2000 год – Трёхдневный саммит</i> , посвященный обзору выполнения «Целей развития тысячелетия» (ЦРТ) в Нью-Йорке, <i>2002 год Всемирный Саммит по устойчивому развитию</i> в Йоханнесбурге («Рио+10»), доклад Николааса Стерна «Экономика изменения климата» [9], Четвертый доклад Межправительственной группы экспертов по вопросам изменения климата (МГЭИК), 2007 г., Программа ООН «Глобальный «зеленый» новый курс» 2009 г., <i>конференция ООН по устойчивому развитию «Рио+20» в 2012 году</i> [3], Генеральная Ассамблея ООН, 2015 г., Климатический саммит в Париже, 2015 г. и т.д.)

Последние десятилетия прогрессивное человечество обеспокоено проблемой состояния окружающей среды (ОС), осознавая тот факт, что проблема отношения к ОС имеет глобальное значение для выживаемости человечества, и признавая необходимость выработки некоего унифицированного набора политики и мер по отношению разных стран к антропогенному воздействию на ОС и рациональному природопользованию. К основным международно-правовым источникам в области охраны окружающей среды относятся международные конвенции, договоры, соглашения, резолюции и документы международных организаций в части охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

В целом все страны в рамках запретительных и ограничительных мер международных природоохранных соглашений самостоятельно определяют инструменты и механизмы реализации внутренней политики и мер по выполнению соответствующих положений и решений на территории своей юрисдикции, в соответствии с Уставом ООН и принципами международного права. Набор административных и рыночных инструментов и механизмов достижения международных природоохранных целей и задач по различным странам, значительно отличается в зависимости от особенностей экономики стран, уровня технологического развития и наличия природно-ресурсного потенциала. Диапазон этих мер начинается от прямых налогов, нормирования и уголовной ответственности до практического бездействия, на фоне деклараций приверженности тем или другим природоохранным соглашениям.

При различиях в политике и мерах различных государств, и расширении сфер регулирования и нормирования объемов антропогенного воздействия в 1980-х гг. в международных соглашениях наметилась тенденция более жестких подходов к нормированию и ответственности стран за это воздействие. В то же время анализ текстов большинства международных соглашений показывает, что в основном разрабатываемые международные меры регулирования антропогенного воздействия направлены на регулирование негативного воздействия на ОС относительно достигнутых или сложившихся объемов антропогенного воздействия, практически без учета объемов возможностей окружающей среды по нейтрализации этого воздействия на территории стран.

В целом анализ международных соглашений в области охраны окружающей среды показывает очевидное движение от их чисто декларативного содержания и запретительных мер к конкретным мерам с формированием механизмов экономической ответственности и международных финансовых механизмов обеспечения реализации принятых решений, особенно в части оказания помощи развивающимся странам и странам с переходной экономикой.

С каждой последующей конвенцией прослеживается конкретизация и расширение перечня регулируемых веществ и представителей флоры и фауны.

В международных соглашениях и протоколах стали активно формироваться процедуры и механизмы разрешения споров при возникновении нарушений принципов и положений международных соглашений в области ОС.

За исключением некоторых международных соглашений по охране биоресурсов и представителей дикой фауны, в перечисленных международных соглашениях базой для регулирования и количественного нормирования принимался, как правило, достигнутый уровень фактического количественного антропогенного воздействия на окружающую среду.

Для развивающихся стран достигнутый уровень фактического количественного антропогенного воздействия на окружающую среду в качестве ограничения воздействия не принимался.

При применении режимов запрета и нормирования в материалах международных соглашений не нашел отражения принцип возможности ОС нейтрализовать оказанное воздействие территорией конкретного государства.

В международных соглашениях в области охраны окружающей среды методическое обеспечение учета количественных обязательств и их фактического выполнения применялось только к объемам антропогенного воздействия.

Практически всеми действующими международными соглашениями регулируется несколько направлений антропогенного воздействия на ОС, в результате которых воздействие на одной территории может вносить изменения в состояние ОС на другой территории:

- Воздействие на флору и фауну.
- Воздействие на качество воды.
- Воздействие на количество рыбных запасов.
- Воздействие на атмосферный воздух.
- Воздействие на климатическую систему.

К применённым инструментам международного регулирования воздействия на ОС можно отнести Методологическое обеспечение мониторинга антропогенного воздействия по количественному учёту и по направлениям регулирования.

К применённым механизмам международного регулирования воздействия на ОС можно отнести:

- Непосредственные ограничения и запреты на добычу производство, потребление и выбросы.

- Количественное нормирование производства, потребления и антропогенных выбросов.

- Наличие национальных налоговых систем.

- Объединение финансовых ресурсов различных стран для стимулирования сокращения антропогенного воздействия и восполнения ресурсов ОС.

Таким образом, стремительно развивающаяся в последние два десятилетия концепция «зеленой экономики» призвана обеспечить более гармоничное согласование экономических, социальных и экологических аспектов развития, которое было бы приемлемо для всех групп стран – развитых, развивающихся и государств с переходной экономикой.

Почти все страны считают, что «зеленая экономика» является важным средством для достижения устойчивого развития и искоренения бедности. Развивающиеся страны результатом «зеленой экономики» видят искоренение нищеты, достижение справедливости, привлечение инвестиций с одновременным повышением эффективности использования ресурсов, созданием новых рабочих мест и увеличением возможностей для доступа к новым рынкам. При этом наименее развитые страны по-прежнему опасаются потенциального воздействия стратегий «зеленой экономики» в промышленно развитых странах на их собственные экономические перспективы. Страны БРИКС считают, что переход к «зеленой экономике» должен означать изменение моделей потребления и производства в промышленно развитых странах, а также борьбу с бедностью.

Тем не менее наименее развитые страны по-прежнему опасаются потенциального воздействия стратегий «зеленой экономики» в промышленно развитых странах на их собственные экономические перспективы. Они высказывают сомнения, удастся ли обеспечить адекват-

ный доступ к технологиям и необходимый уровень инвестиций.

Широко распространено опасение, что глобальные стандарты и системы сертификации, связанные с переходом к «зеленой экономике», приведут к «зеленому протекционизму» и ограничениям доступа на рынки, а развивающимся странам будут навязываться дополнительные условия для получения официальной помощи для развития со стороны доноров.

В мире активно идет разработка критериев и показателей устойчивого развития, содержащих нередко весьма сложную систему показателей. Традиционные экономические показатели, такие как ВВП, не дают правильного представления об эффективности экономики, т.к. не отражают отрицательное влияние производства и потребления на природный капитал. В идеале изменение величины природного капитала должно оцениваться в денежном эквиваленте и отражаться на национальных счетах.

В этом заключается одна из целей совершенствования Системы экологической и экономической отчетности (СЭЭО), осуществляемого сегодня Статистическим отделом Секретариата ООН и планируемого к учету Всемирным банком при оценке скорректированных чистых национальных сбережений.

Для последовательного движения России в направлении устойчивого развития в сфере государственного управления необходимо внедрить систему стратегического планирования, которая включала бы в себя иерархию долгосрочных и среднесрочных планов развития с учетом эколого-социо-экономических факторов.

#### Список литературы

1. Бобылев С.Н. и др. Энергоэффективность и устойчивое развитие. – М: Институт устойчивого развития / Центр экологической политики России, 2010 – 148 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.ecologyandculture.ru/upload/File/Efficiency/Energoeffectivnost\\_i\\_ustoychivoe\\_razvitiie.pdf](http://www.ecologyandculture.ru/upload/File/Efficiency/Energoeffectivnost_i_ustoychivoe_razvitiie.pdf) (дата обращения 30.11.2015).
2. Декларация Конференции Организации Объединенных Наций по проблемам окружающей человека среды (г. Стокгольм, 1972 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/declarations/declarathenv.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/declarathenv.shtml) (дата обращения 30.11.2015).
3. Доклад Конференции ООН по окружающей среде и развитию. Рио-де-Жанейро, 3-14 июня 1992 г. Т.2. Отчет о работе Конференции. – Нью-Йорк, 1993. С. 19, 31, 40-60, 64, 71.
4. Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.ipcc.ch/home\\_languages\\_main\\_russian.shtml](http://www.ipcc.ch/home_languages_main_russian.shtml) (дата обращения 30.11.2015).

5. Организация Объединенных Наций: Всемирная хартия природы, Принята резолюцией 37/7 Генеральной Ассамблеи от 28 октября 1982 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/charter\\_for\\_nature.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/charter_for_nature.shtml) (дата обращения 30.11.2015).

6. Организация Объединенных Наций: Конвенции и соглашения. Повестка дня на XXI век. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/agenda21](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/agenda21) (дата обращения 30.11.2015).

7. Организация Объединенных Наций: Программа ООН по окружающей среде ЮНЕП. 1972 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.un.org/ru/ga/unesp/> (дата обращения 30.11.2015).

8. Центр чистого производства и устойчивого развития. Программа «Чистое производство». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ruscp.ru/ru/aboutus> (дата обращения 30.11.2015).

9. Чернавский С. Энергоэффективность в ожидании анализа. Экспертный канал «Открытая экономика». 29.03.2010 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.opec.ru/1240774.html> (дата обращения 30.11.2015).

10. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации: Стокгольмская Декларация 16 июня 1972 года, Принцип 14 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901880141> (дата обращения 30.11.2015).

11. Runnalls D. Environment and Economy: joined at the hip or just strange bedfellows? // S.A.P.I.E.N.S, 4.1. – 2011. – <http://sapiens.revues.org/1150>.

12. Treaty of Amsterdam amending the treaty on European union, the treaties establishing the European communities and certain related acts // European Communities. – 1997 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://europa.eu/eu-law/decision-making/treaties/pdf/treaty\\_of\\_amsterdam/treaty\\_of\\_amsterdam\\_en.pdf](http://europa.eu/eu-law/decision-making/treaties/pdf/treaty_of_amsterdam/treaty_of_amsterdam_en.pdf) (дата обращения 30.11.2015).

### References

1. Bobilev S.N. i dr. Jenergojeffektivnost i ustojchivoje razvitie. M: Institut ustojchivogo razvitija / Centr jekologicheskoi politiki Rossii, 2010 148 p. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [http://www.ecologyandculture.ru/upload/File/Efficiency/Energoeffectivnost\\_i\\_ustojchivoje\\_razvitie.pdf](http://www.ecologyandculture.ru/upload/File/Efficiency/Energoeffectivnost_i_ustojchivoje_razvitie.pdf) (дата обращения 30.11.2015).

2. Deklaracija Konferencii Organizacii Ob#edinennyh Nacij po problemam okružhajushhej cheloveka srede (g. Stok-

golm, 1972 g.) [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/declarations/declarath-environment.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/declarath-environment.shtml) (дата обращения 30.11.2015).

3. Doklad Konferencii OON po okružhajushhej srede i razvitiju. Rio-de-Zhanejro, 3–14 ijunja 1992 g. T.2. Otchet o rabote Konferencii. Nju-Jork, 1993. S. 19, 31, 40–60, 64, 71.

4. Mezhpriavitelstvennaja gruppa jekspertov po izmeneniju klimata (MGJelK) [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [http://www.ipcc.ch/home\\_languages\\_main\\_russian.shtml](http://www.ipcc.ch/home_languages_main_russian.shtml) (дата обращения 30.11.2015).

5. Organizacija Obedinennyh Nacij: Vsemirnaja hartija prirody, Prinjata rezoluciej 37/7 Generalnoj Assamblei ot 28 oktjabrja 1982 goda [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/charter\\_for\\_nature.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/charter_for_nature.shtml) (дата обращения 30.11.2015).

6. Organizacija Obedinennyh Nacij: Konvencii i soglashenija. Povestka dnja na XXI vek. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/agenda21](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/agenda21) (дата обращения 30.11.2015).

7. Organizacija Obedinennyh Nacij: Programma OON po okružhajushhej srede JuNEP. 1972 god [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.un.org/ru/ga/unesp/> (дата обращения 30.11.2015).

8. Centr chistogo proizvodstva i ustojchivogo razvitija. Programma «Chistoe proizvodstvo». [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://ruscp.ru/ru/aboutus> (дата обращения 30.11.2015).

9. Chernavskij S. Jenergojeffektivnost v ozhidanii analiza. Jekspertnyj kanal «Otkrytaja jekonomika». 29.03.2010 [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.opec.ru/1240774.html> (дата обращения 30.11.2015).

10. Jelektronnyj fond pravovoj i normativno-tehnicheskoi dokumentacii: Stokgolmskaja Deklaracija 16 ijunja 1972 goda, Princip 14 [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://docs.cntd.ru/document/901880141> (дата обращения 30.11.2015).

11. Runnalls D. Environment and Economy: joined at the hip or just strange bedfellows? // S.A.P.I.E.N.S, 4.1. 2011. <http://sapiens.revues.org/1150>.

12. Treaty of Amsterdam amending the treaty on European union, the treaties establishing the European communities and certain related acts // European Communities. 1997 [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [http://europa.eu/eu-law/decision-making/treaties/pdf/treaty\\_of\\_amsterdam/treaty\\_of\\_amsterdam\\_en.pdf](http://europa.eu/eu-law/decision-making/treaties/pdf/treaty_of_amsterdam/treaty_of_amsterdam_en.pdf) (дата обращения 30.11.2015).

УДК 338.242

## ФУНКЦИИ ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ И ВИДЫ ДЕНЕЖНЫХ ПОТОКОВ В МЕХАНИЗМЕ УПРАВЛЕНИЯ ОБОРОТНЫМ КАПИТАЛОМ ОРГАНИЗАЦИЙ

<sup>1</sup>Петрова Ю.М., <sup>2</sup>Лытнева Н.А.

<sup>1</sup>Орловский филиал ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», Орел, e-mail: petrova\_orel@mail.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», Орловский филиал, Орел, e-mail: ukap-lytneva@yandex.ru

В статье рассмотрены теоретико-методические основы управления денежными средствами в составе оборотного капитала. Рассмотрены сущность и функции денег. В качестве основных функций выделены: мера стоимости, средство обращения, средство платежа, средство накопления и сбережения и мировые деньги. Деньги исследованы в их развитии как действительные деньги и знаки стоимости (заместители действительных денег). Определены виды денежных средств в рыночных условиях развития денежного обращения, при этом они рассмотрены как бумажные и кредитные деньги. Непрерывный процесс движения денежных средств определяется понятием денежный поток, который требует системного управления. Эффективное управление денежными потоками: обеспечивает финансовое равновесие организации в процессе ее развития, позволяет сократить потребность организации в заемном капитале, обеспечивает снижение риска неплатежеспособности. В целях обеспечения эффективного целенаправленного управления денежными потоками они классифицируются по следующим признакам: по масштабам обслуживания хозяйственного процесса, по видам хозяйственной деятельности, по направлению движения денежных средств, по методу исчисления объемов и т.д. Классификация денежных средств необходима для осуществления планирования, составления планов доходов и расходов по видам деятельности на год с разбивкой по месяцам, что позволит регулировать оттоки и притоки денежных средств организаций.

**Ключевые слова:** денежные потоки, деньги, управление, функции, цена, товар, планирование, рыночные деньги, равновесие, капитал, платежи, инвестиции, риски, платежеспособность

## FUNCTIONS AND TYPES OF CASH FLOWS IN THE MECHANISM OF CASH WORKING CAPITAL MANAGEMENT ORGANIZATIONS

<sup>1</sup>Petrova Y.M., <sup>2</sup>Lytneva N.A.

<sup>1</sup>Orlovsky branch FGBOU «Financial University under the Government of the Russian Federation», Orel, e-mail: petrova\_orel@mail.ru;

<sup>2</sup>FGBOU HPE «Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration», Orel Branch, Orel, e-mail: ukap-lytneva@yandex.ru

The article deals with the theoretical and methodological bases of management of funds as part of the working capital. The essence and function of money. The main features are highlighted: a measure of value, medium of exchange, a means of payment, means of accumulation and savings, and world money. Money investigated in their development as real money and the cost of the signs (Vice-real money). Defined types of funds in the market conditions of circulation of money, and they are considered as paper and credit money. The continuous process of cash flow is defined by the concept of cash flow, which requires a systematic management. Effective cash flow management: allows the financial equilibrium of the organization in the process of its development, reduces the need for organizations to borrowed capital, provides a reduced risk of insolvency. In order to ensure effective targeting of cash flow, they are classified according to the following criteria: scale service business processes, by types of economic activity, in the direction of cash flow, according to the method of calculating the volume, etc. Classification of funds required for the implementation of planning, revenue plans and activities expenditure for the year, broken down by month, which will regulate the outflows and inflows of cash companies.

**Keywords:** cash, money, management, features, price, product, planning, marketing money, balance, capital, payments, investments, risks, solvency

Одним из важнейших признаков финансовой устойчивости является способность предприятия генерировать денежные потоки. Денежные средства являются наиболее ликвидной частью оборотного капитала [2]. В то же время – это ограниченный ресурс, поэтому важным является создание на предприятии механизма эффективного управления денежными потоками.

Актуальность управления денежными потоками определяется также тем, что они играют большую роль в производственно-хозяйственной деятельности: обеспечивают финансовое равновесие организации на всех этапах жизненного цикла; снижают риск неплатежеспособности; способствуют ускорению оборачиваемости капитала; позволяют снизить потребность в заемном

капитале; генерируют дополнительную прибыль, которая может быть направлена на финансирование инвестиционной деятельности.

Для эффективного управления денежными потоками необходимо понимать сущность и основные функции денег. Сущность денег как экономической категории проявляется в их функциях, которые выражают внутреннюю основу, содержание денег. Деньги выполняют следующие пять функций: мера стоимости, средство обращения, средство платежа, средство накопления и сбережения и мировые деньги [1].

Функция денег как меры стоимости. Деньги как всеобщий эквивалент измеряют стоимость всех товаров. Однако не деньги делают товары соизмеримыми, а общественно необходимый труд, затраченный на производство товаров, создает условия их уравнивания. Цена товара формируется на рынке, и при равенстве спроса и предложения на товары она зависит от стоимости товара и стоимости денег. При функционировании действительных денег цена на товары прямо пропорциональна стоимости этих товаров и обратно пропорциональна стоимости денег. При золотом стандарте цены зависели от стоимости товара, поскольку стоимость денег – золота была относительно постоянной. При бумажно-денежной и банковской системах цены на товары выражаются в знаках стоимости, не обладающих собственной стоимостью, поэтому они не могут точно отражать ценность товаров. Между деньгами как мерой стоимости и деньгами как масштабом цен имеются различия. Деньги как мера стоимости относятся ко всем остальным товарам, возникают стихийно, изменяются в зависимости от количества общественного труда, затраченного на производство денежного товара [1].

Функция денег как средства обращения. В отличие от первой функции, где товары идеально оцениваются в деньгах до начала их обращения, деньги при обращении товаров должны присутствовать реально. Товарное обращение включает: продажу товара – превращение его в деньги, и куплю товара – превращение денег в товары ( $T - D - T$ ). В этом процессе деньги играют роль посредника в процессе обмена. Функционирование денег в качестве средства обращения создает условия для товаропроизводителя преодолеть индивидуальные, временные и пространственные границы, которые характерны при прямом обмене товара на товар. Деньги остаются постоянно в обмене и непрерывно его обслуживают. Это значит, что деньги способствуют развитию товарного обмена.

Функция денег как средства накопления и сбережения. Деньги, являясь всеобщим эквивалентом, т.е. обеспечивая его владельцу получение любого товара, становятся всеобщим воплощением общественного богатства. Поэтому у людей возникает стремление к их накоплению и сбережению. Для образования сокровищ деньги извлекаются из обращения, т.е. акт продажа-купля прерывается. Однако простое накопление и сбережение денег владельцу дополнительного дохода не приносит. В отличие от предыдущих двух функций деньги как средство накопления и сбережения должны обладать способностью сохранять стоимость хотя бы на определенный период и обязательно быть реальными. По мере развития товарного производства значение функции как средства накопления и сбережения возрастало [1].

Функция денег как средства платежа. В силу определенных обстоятельств товары не всегда продаются за наличные деньги. Причины – неодинаковая продолжительность периодов производства и обращения различных товаров, а также сезонный характер производства и сбыта ряда товаров, что создает нехватку дополнительных средств у хозяйствующего субъекта. В результате возникает необходимость купли-продажи товара с рассрочкой платежа, т.е. в кредит. Деньги в качестве средства платежа имеют специфическую форму движения:  $T - O$ , а через заранее установленный срок:  $O - D$  (где  $O$  – долговое обязательство). При таком обмене нет встречного движения денег и товара, погашение долгового обязательства является завершающим звеном в процессе купли-продажи. Разрыв между товаром и деньгами во времени создает опасность неплатежа должника кредитору.

Функция мировых денег. Внешнеторговые связи, международные займы, оказание услуг внешнему партнеру вызвали появление мировых денег. Они функционируют как всеобщее платежное средство, всеобщее покупательное средство и всеобщая материализация общественного богатства. Мировые деньги в качестве международного средства выступают при расчетах по международным балансам: если платежи данной страны за определенный период превышают ее денежные поступления от других стран, то деньги представляют собой средство платежа.

Деньги в своем развитии выступали в двух видах: действительные деньги и знаки стоимости (заместители действительных денег). Действительные деньги – деньги, у которых номинальная стоимость соответствует реальной стоимости, т.е. стоимости

металла, из которого они изготовлены. Благодаря своей устойчивости действительные деньги беспрепятственно выполняли все пять функций [4]. Заместители действительных денег (знаки стоимости) – деньги, номинальная стоимость которых выше реальной, т.е. затраченного на их производство общественного труда. К ним относятся: металлические знаки стоимости, стершаяся золотая монета, билонная монета, т.е. мелкая монета, изготовленная из дешевых металлов, например меди, алюминия.

В настоящее время в денежном обращении различают бумажные деньги и кредитные деньги (рисунок).

Качественная характеристика денежных потоков может быть оценена циклической последовательностью хозяйственных процессов, происходящих в организации. Эффективное управление денежными потоками: обеспечивает финансовое равновесие организации в процессе ее развития, позволяет сократить потребность организации в заемном капитале, снижает риск неплатежеспособности.

В целях обеспечения эффективного целенаправленного управления денежными потоками они требуют классификации (таблица).



*Виды денежных средств в рыночных условиях развития денежного обращения*

Осуществление всех видов финансовых и хозяйственных операций организации сопровождается движением денежных средств их поступлением или расходованием. Этот непрерывный процесс определяется понятием денежный поток [3]. Денежный поток («cash-flow») организации представляет собой совокупность поступлений (притоков) и выплат (оттоков) денежных средств за определенный период времени. Другими словами – это движение денежных средств, распределенное во времени и пространстве [5].

Денежные потоки организации подразделяются на денежные потоки от текущих, инвестиционных и финансовых операций. Под денежными потоками от текущих операций понимаются денежные потоки от операций, связанных с осуществлением организацией обычной деятельности, приносящей выручку. Они, как правило, связаны с формированием прибыли (убытка) организации от продаж. Информация о денежных потоках от текущих операций показывает пользователям бухгалтерской

отчетности уровень обеспеченности организации денежными средствами, достаточными для погашения кредитов, поддержания деятельности на уровне существующих объемов производства, выплаты дивидендов и новых инвестиций без привлечения внешних источников финансирования. Информация о составе денежных потоков от текущих операций в предыдущих периодах в сочетании с другой информацией, представляемой в бухгалтерской (финансовой) отчетности, обеспечивает основу для прогнозирования будущих денежных потоков от текущих операций.

та труда работников организации, а также платежи в их пользу третьим лицам;

– платежи налога на прибыль организаций (за исключением случаев, когда налог на прибыль организаций непосредственно связан с денежными потоками от инвестиционных или финансовых операций).

Денежные потоки от инвестиционных операций – это денежные потоки организации от операций, связанных с приобретением, созданием или выбытием внеоборотных активов. Так, информация о денежных потоках от инвестиционных операций показывает пользователям бухгалтерской (финансовой)

Классификация денежных потоков по основным признакам

Классификационный признак	Виды денежных потоков
По масштабам обслуживания хозяйственного процесса	– По предприятию в целом. – По отдельным структурным подразделениям. – По отдельным хозяйственным операциям
По видам хозяйственной деятельности	– По операционной деятельности (производственной, основной). – По инвестиционной деятельности. – По финансовой деятельности
По направлению движения денежных средств	– Положительный денежный поток – приток денежных средств. – Отрицательный денежный поток – отток денежных средств
По методу исчисления объемов	– Валовой денежный поток – вся совокупность поступивших и израсходованных средств. – Чистый денежный поток – разница между положительными и отрицательными денежными потоками в рассматриваемом периоде
По уровню достаточности	– Избыточный – денежный поток, при котором поступления денежных средств существенно превышают реальную потребность предприятия в целенаправленном их расходовании. – Дефицитный – денежный поток, при котором поступление денежных средств значительно ниже реальных потребностей предприятия в целенаправленном их расходовании
По методу оценки во времени	– Настоящий. – Будущий
По непрерывности формирования в рассматриваемом периоде	– Дискретный – поступление или расходование денежных средств, связанных с осуществлением единичных хозяйственных операций предприятия в рассматриваемом периоде времени. – Регулярный – поступление или расходование денежных средств по отдельным хозяйственным операциям, которые в рассматриваемом периоде времени, осуществляются постоянно по отдельным интервалам этого периода
По стабильности временных интервалов	– С равномерными временными интервалами в рамках рассматриваемого периода – аннуитет. – С неравномерными временными интервалами в рамках рассматриваемого периода (лизинговые выплаты)

Примерами денежных потоков от текущих операций являются:

– поступления от продажи покупателям (заказчикам) продукции и товаров, выполнения работ, оказания услуг; поступления арендных платежей, роялти, комиссионных и иных аналогичных платежей;

– платежи поставщикам (подрядчикам) за сырье, материалы, работы, услуги; опла-

четности коммерческой организации уровень затрат экономического субъекта, осуществленных для приобретения или создания внеоборотных активов, обеспечивающих денежные поступления в будущем.

Примерами денежных потоков от инвестиционных операций являются:

– платежи поставщикам (подрядчикам) и работникам организации в связи

с приобретением, созданием, модернизацией, реконструкцией и подготовкой к использованию внеоборотных активов, в том числе затраты на научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы;

– уплата процентов по долговым обязательствам, включаемым в стоимость инвестиционных активов в соответствии с ПБУ 15/2008;

– платежи в связи с приобретением акций (долей участия) в других организациях, за исключением финансовых вложений, приобретаемых с целью перепродажи в краткосрочной перспективе;

– поступления от продажи акций (долей участия) в других организациях, за исключением финансовых вложений, приобретенных с целью перепродажи в краткосрочной перспективе;

– предоставление займов другим лицам;

– возврат займов, предоставленных другим лицам.

Денежные потоки от операций, связанных с привлечением организацией финансирования на долговой или долевого основе, приводящих к изменению величины и структуры ее капитала и заемных средств, классифицируются как денежные потоки от финансовых операций. Информация о денежных потоках от финансовых операций обеспечивает основу для прогнозирования требований кредиторов и акционеров в отношении будущих денежных потоков организации, а также будущих потребностей организации в привлечении долгового и долевого финансирования. Примерами в данном случае являются:

– денежные вклады собственников (участников);

– поступления от выпуска акций, увеличения долей участия;

– платежи собственникам (участникам) в связи с выкупом у них акций (долей участия) организации или их выходом из состава участников;

– уплата дивидендов и иных платежей по распределению прибыли в пользу собственников (участников);

– поступления от выпуска облигаций, векселей и других долговых ценных бумаг;

– платежи в связи с погашением (выкупом) векселей и других долговых ценных бумаг;

– получение кредитов и займов от других лиц;

– возврат кредитов и займов, полученных от других лиц.

Кроме того, денежные потоки организации, которые нельзя однозначно классифицировать как текущие, инвестиционные или финансовые, классифицируются как денежные потоки от текущих операций [6].

Согласно п. 6 ПБУ 23/2011 денежными потоками не признаются:

– валютно-обменные операции (кроме потерь или выгод от операций);

– платежи и поступления денежных средств, связанные с движением (приобретением, погашением, обменом) денежных эквивалентов.

Увеличение или уменьшение остатков денежной наличности на счетах в банке обусловливается уровнем несбалансированности денежных потоков, то есть притоком и оттоком денег. Превышение притоков над оттоками увеличивает остаток свободной денежной наличности, и, наоборот, превышение оттоков над притоками приводит к нехватке денежных средств и увеличению потребности в кредите. Поэтому денежные потоки должны планироваться, для чего составляются планы доходов и расходов по видам деятельности на год с разбивкой по месяцам, а для оперативного управления по декадам или пятидневкам. В отдельные периоды может возникнуть недостаток денежной наличности, что потребует планирования источников привлечения заемных средств.

#### Список литературы

1. Ефимова Ю.В. Анализ денежных потоков как инструмент оценки кредитоспособности заемщика // Банковское кредитование. – 2010. – № 6.

2. Лытнева Н.А. Управление капиталом: Современные концепции методологии учетного обеспечения / Н.А. Лытнева, Е.А. Кыштымова, Н.В. Акимова. – Орел: Орловский гос. аграрный ун-т, 2009. – 258 с.

3. Пьянова Н.В., Лытнева Н.А. Концептуальные направления развития инновационных способов оценки денежных потоков в механизме управления предприятиями малого и среднего бизнеса // Вестник ОрелГИЭТ. – 2013. – № 1(23). – С. 61–69.

4. Розов А., Иванов А. Управление денежными потоками // Предприниматель без образования юридического лица. ПБОЮЛ. – 2009. – № 6.

5. Семенихин В.В. Денежные потоки в денежной организации // Финансовые и бухгалтерские консультации. – 2008. – № 11.

6. Сысоева О.Н., Лытнева Н.А. Анализ влияния денежных средств на формирование прибыли предприятий // Научные записки ОрелГИЭТ. – 2013. – № 1 (7). – С. 101а–106.

#### References

1. Efimova Ju.V. Analiz denezhnyh potokov kak instrument ocenki kreditosposobnosti zaemshhika // Bankovskoe kreditovanie. 2010. no. 6.

2. Lytneva N.A. Upravlenie kapitalom: Sovremennye koncepcii metodologii uchetnogo obespechenija / N.A. Lytneva, E.A. Kyshtymova, N.V. Akimova. Orel: Orlovskij gos. agrarnyj un-t, 2009. 258 p.

3. Pjanova N.V., Lytneva N.A. Konceptualnye napravlenija razvitija innovacionnyh sposobov ocenki denezhnyh potokov v mehanizme upravlenija predpriyatijami malogo i srednego biznesa // Vestnik OrelGIET. 2013. no. 1(23). pp. 61–69.

4. Rozov A., Ivanov A. Upravlenie denezhnyimi potokami // Predprinimatel bez obrazovanija juridicheskogo lica. PBOJuL. 2009. no. 6.

5. Semehin V.V. Denezhnye potoki v denezhnoj organizacii // Finansovyje i buhgalterskie konsultacii. 2008. no. 11.

6. Sysoeva O.N., Lytneva N.A. Analiz vlijanija denezhnyh sredstv na formirovanie prybyli predpriyatij // Nauchnye zapiski OrelGIET. 2013. no. 1 (7). pp. 101a–106.

УДК 330.8

## СТРАТЕГИЯ И МЕХАНИЗМЫ СОГЛАСОВАНИЯ ИНТЕРЕСОВ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СУБЪЕКТОВ

<sup>1</sup>Раджабова З.К., <sup>2</sup>Камалова П.М.<sup>1</sup>ФГОУ ВПО «Дагестанский государственный университет», Махачкала, e-mail: r-zk@yandex.ru;<sup>2</sup>ФГОУ ВПО «Дагестанский государственный аграрный университет  
имени М.М. Джамбулатова», Махачкала, e-mail: matrix25k@gmail.com

Настоящая статья посвящена разработке стратегии согласования интересов работодателей и наемных работников на уровне предприятия. При определении целей необходимо увязать различные интересы экономических субъектов, от которых зависят их ожидания, связанные с предприятием, путем построения иерархии целей. Стратегия представлена иерархией целей, в которой реализация подцелей приводит к достижению основной цели: согласованию интересов основных экономических субъектов. В процессе разработки стратегии проанализированы все стороны социально-трудовых отношений и определены первоочередные задачи, которые необходимо решить для достижения конечной цели. Предложен механизм согласования экономических интересов, учитывающий экономическую, правовую и социальную ответственности субъектов; урегулирования трудовых конфликтов между субъектами; совершенствования использования человеческого капитала на предприятии; стимулирование эффективного труда экономических субъектов. Органичное взаимодействие этих механизмов в рамках формируемой стратегии, как нам представляется, воплотится в конкретные показатели хозяйственной деятельности субъектов и будет способствовать согласованию интересов работодателей и наемных работников.

**Ключевые слова:** стратегия, иерархия целей, согласование интересов, противоречия интересов, капитал, труд, стимулирование

## STRATEGIES AND MECHANISMS FOR THE COORDINATION OF INTERESTS OF ECONOMIC SUBJECTS

<sup>1</sup>Radzhabova Z.K., <sup>2</sup>Kamalova P.M.<sup>1</sup>FSEIHPE «Dagestan State University», Mahachkala, e-mail: r-zk@yandex.ru;<sup>2</sup>FSEIHPE «Dagestan State Agricultural University named after M.M. Jam-Bulatov»,  
Makhachkala, e-mail: matrix25k@gmail.com

This article is devoted to the development strategy of reconciling the interests of employers and employees at enterprise level. When determining goals it is necessary to reconcile the interests of different economic actors, on which they depend for their expectations of the company, by building a hierarchy of objectives. The strategy presented a hierarchy of objectives, in which the implementation of sub-targets, leading to the achievement of the main objective: coordination of interests of the major economic actors. In the process of developing a strategy analyzed all aspects of social – labor relations and identify priorities that need to be addressed in order to achieve the ultimate goal. A mechanism for coordination of economic interests, taking into account the economic, legal and social responsibility of the subjects; settlement of labor disputes between subjects; improving the use of human capital in the enterprise; Promote the effective work of economic entities. Organic interaction of these mechanisms in the framework formed by the strategy, we believe, will be embodied in the specific performance of business entities, and will help to harmonize the interests of employers and employees.

**Keywords:** strategy, hierarchy of objectives, coordination of interests, conflicts of interest, capital, labor, stimulation

Проблема преодоления противоречий между трудом и капиталом, возникающая в российской экономике вместе с зарождением капиталистических отношений, и в современном мире не преодолена, а приобретает все более сложные и цивилизованные формы. Интеграция российской экономики в мировую экономическую систему без реализации интересов субъектов российской экономики, неограниченные правомочия собственников отечественных предприятий влекут за собой эксплуатацию труда как отечественным, так и мировым капиталом. Различие интересов экономических субъектов – одна из причин несовпадения

их представлений о приоритетных путях социально-экономического развития предприятия и страны. Особую остроту проблеме преодоления рассогласованности ключевых интересов придает то обстоятельство, что в обществе не сформированы механизмы, позволяющие предотвращать такое положение, когда, считаясь номинально первичными, интересы государства и хозяйственных структур оказываются в подчинении у личных персонифицированных интересов [4, с. 55]. С учетом объективной тенденции усложнения и углубления многообразия интересов проблема их согласования представляется особенно важной и актуальной.

Преодоление противоречий между экономическими субъектами обуславливает необходимость разработки качественно новых подходов к решению этой проблемы. В этой связи мы предлагаем стратегию согласования интересов экономических субъектов, под которой подразумевается совокупность действий, осуществляемых комплексом мер экономического, организационного, управленческого и правового характера, способствующих созданию взаимодействия между экономическими субъектами в процессе производства для обеспечения его максимальной эффективности [3, с. 16].

Основополагающим в стратегии является процесс установления целей. При определении целей необходимо увязать различные интересы экономических субъектов, от которых зависят их ожидания, связанные с предприятием: собственники – высокую прибыль, большие дивиденды, рост курса акций, безопасность для вложения капитала; работники – повышение размеров заработной платы, наличие условий для карьерного роста и развития, предоставление достойного социального обеспечения. Согласно С. Виханскому, цели должны быть достижимыми, гибкими, конкретными, совместимыми и приемлемыми для основных субъектов влияния, в нашем случае для работодателей и наемных работников. В процессе целеполагания мы последовательно прошли три стадии: первая стадия – осмысление результатов анализа социально-трудовых отношений; вторая стадия – выработка соответствующей миссии; третья стадия – непосредственно выработка целей.

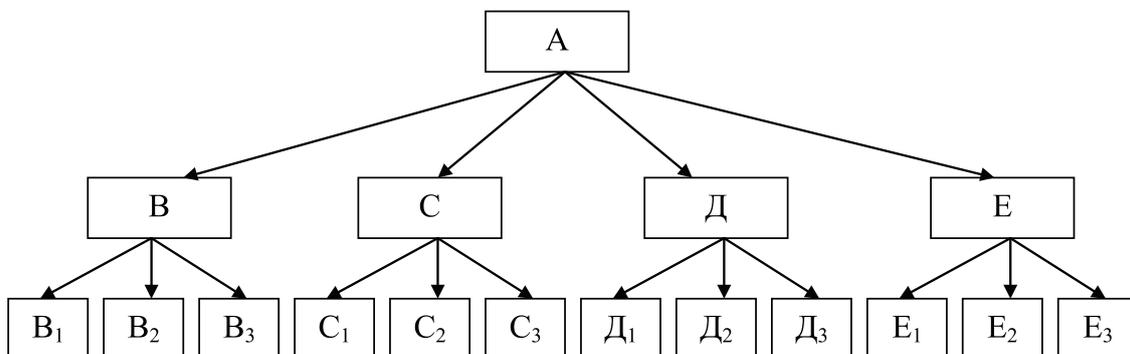
Наиболее важным этапом в процессе выработки стратегии является построение иерархии целей. Иерархия целей должна быть построена таким образом, чтобы достижение конкретных целей приводило к достижению общих целей и миссии. Иерархия целей, выработанная нами по стратегии согласования интересов экономических субъектов, имеет следующую структуру (рисунок) [3, с. 17]:

**А** – миссия или генеральная цель стратегии – согласование интересов государства, работников и работодателей на предприятии, она делится на четыре подцели (**В**, **С**, **Д**, **Е**), каждая из них свою очередь подразделяется на три конкретные цели;

**В** – разрешение противоречий между интересами субъектов, достижение которой требует разработки договорных отношений между субъектами трудовых отношений (**В<sub>1</sub>**); развития системы социального партнерства (**В<sub>2</sub>**); расширения в производственной практике системы участия работников в управлении, в прибылях и капитале предприятия (**В<sub>3</sub>**). По данным комиссии Евросоюза, доля работников, включенных в деятельность своего предприятия (в европейской терминологии «идентифицированных с предприятием»), колеблется в странах Европы в от 55 до 70%. Для сравнения, на российских предприятиях в 2012 г., она составила лишь около 10% [8, с. 20];

**С** – стимулирование эффективного труда работников, предполагающая: совершенствование распределительных отношений между экономическими субъектами посредством применения системы материального и морального стимулирования (**С<sub>1</sub>**); модернизацию системы оплаты труда на предприятии с учетом интересов работников и работодателей (**С<sub>2</sub>**); разработку и осуществление комплекса мер по улучшению условий и охраны труда (**С<sub>3</sub>**);

**Д** – совершенствование государственного регулирования отношений между субъектами, для достижения которой необходимо оптимизировать правовую базу, регулиующую трудовые отношения, с учетом международных норм в области трудовых прав (**Д<sub>1</sub>**); установление обязательного порядка заключения коллективных договоров между работодателем и наемными работниками на предприятиях (**Д<sub>2</sub>**); повышение реальной ответственности субъектов на предприятиях за нарушение обязательств, зафиксированных в соглашениях и коллективных договорах, посредством нормативно-правовых актов (**Д<sub>3</sub>**);



*Иерархия целей стратегии согласования интересов экономических субъектов*

Е – совершенствование инфраструктурных элементов рынка с целью адаптации субъектов к новым условиям хозяйствования для достижения которой необходимо реформирование налоговой системы в пользу развития малых и средних предприятий ( $E_1$ ); расширение льготного и долгосрочного кредитования предприятий ( $E_2$ ); сокращение административных барьеров, препятствующих деятельности предприятия ( $E_3$ ).

Достижение этих целей требует решения следующих задач:

1. Повышение эффективности производства и использования труда и капитала.

2. Обеспечение соблюдения социальных гарантий на предприятиях независимо от формы собственности и организационно-правовой формы.

3. Доведение уровня МРОТ до уровня прожиточного минимума. Величина МРОТ не превышает 70–75 % прожиточного минимума трудоспособного россиянина и 25 % средней заработной платы. Для сравнения, в промышленно развитых странах соотношение минимальной и средней заработной платы (так называемый индекс Кейтца) находится в диапазоне 40–50 % (МОТ рекомендует 50 %, Евросоюз – 60 %). В Нидерландах, Дании, Германии и Бельгии минимальная зарплата составляет около 50 % ее средней величины, во Франции – 60 %, в Италии и Норвегии – более 60 % [6, с. 23].

4. Преодоление монополизации экономики и создание условий для здоровой конкурентной среды.

Формирование стратегии согласования интересов экономических субъектов, на наш взгляд, должно опираться на существующие в обществе и на предприятии способы и механизмы согласования интересов. Рассматривая механизмы и способы согласования интересов, мы должны учесть одно важное обстоятельство. В силу того, что система интересов как никакая другая связана с человеком, никто не может дать гарантий тому, что предложенные механизмы на практике приведут к полному согласованию интересов экономических субъектов. В свою очередь, человек как центр системы интересов совмещает в одном лице две основные роли – является производственно-экономическим субъектом и социальной личностью. Он одновременно индивидуален по своему характеру, физическим и умственным способностям и в то же время изменчив в силу развития общества и динамики своих внутренних противоречий. Отсюда адекватность ожидаемого поведения, действий человека или их непредсказуемость вследствие изменчивости интересов присущих ему [5, с. 54]. Таким образом, механизм со-

гласования противоречивых, сложных, изменчивых интересов должен, на наш взгляд, объединить в единое целое экономические отношения между субъектами с социальными и даже психологическими. Предлагаемый нами механизм согласования интересов экономических субъектов включает в себя несколько отдельных механизмов, которые во взаимодействии образуют единый механизм согласования: обеспечения экономической, правовой и социальной ответственности субъектов; урегулирования трудовых конфликтов между субъектами; совершенствования использования человеческого капитала на предприятии; стимулирования эффективного труда экономических субъектов. Органичное взаимодействие этих механизмов в рамках формируемой стратегии, как нам представляется, воплотится в конкретные показатели хозяйственной деятельности предприятия и будет способствовать согласованию интересов основных субъектов – работодателей и наемных работников.

Механизм обеспечения экономической, правовой и социальной ответственности субъектов должен основываться на принятии мер, ограничивающих нарушения трудового законодательства со стороны экономических субъектов. Этот механизм должен усилить правовой контроль над соблюдением трудовых и социальных прав экономических субъектов, в частности работников, также предусматривать привлечение работодателей к административной и уголовной ответственности в случае нарушения договорных обязательств.

Значимость механизма совершенствования использования человеческого капитала заключается в том, что без приоритетного развития человеческого фактора не может быть высокоэффективной хозяйственной деятельности. В России более трети менеджеров уверенно ориентируются на рынке, обладают финансовым мышлением, но большинство – люди с прошлой внутренней психологией в отношении рабочей силы лишь как к средству производства. Станки, автоматика, оборудование стоят больших денег, а заработная плата наемного рабочего, служащего и даже специалиста – много меньше [5, с. 54]. Это свидетельствует о том, что у нас в стране человеческий капитал пока оценивается значительно ниже его реальной стоимости. Так, при сравнении стоимости рабочей силы и продуктивности труда на американских и российских предприятиях, при имеющихся различиях в уровне производительности труда примерно в 2–3 раза, показывает, что минимальная тарифная ставка в США составляет 5,35 долл. в час, а в России она в десятки раз меньше [1, с. 29].

Следующий механизм – механизм урегулирования трудовых конфликтов на предприятии должен быть направлен, прежде всего, на предотвращение причин способствующих их возникновению. Наиболее распространенными причинами трудовых конфликтов на предприятии, особенно частного сектора экономики, являются: игнорирование договорно-правового регулирования трудовых отношений; невыполнение обязательств сторонами договорных отношений; различное понимание субъектами социально-трудовых отношений правового механизма регулирования трудовых отношений; низкая степень информированности рядовых работников о финансово-экономическом положении организации и перспективах ее развития; низкая компетентность работников (нередко и их представителей) в вопросах управления предприятием. Это неполный перечень причин трудовых конфликтов на предприятии.

В этой связи предлагаемый механизм должен содержать следующие составляющие:

- обеспечение правовой грамотности работодателей и их сертификацию;
- формирование представительных органов работодателей и наемных работников на предприятии, независимо от формы собственности;
- обеспечение доступности информации о состоянии социально-трудовых отношений ее участникам;
- создание системы обучения и подготовки работников к участию в управлении предприятием.

Возникающая частная собственность порождает новые стимулы к труду. Но, к сожалению, российская специфика такова, что мотивационная система развита крайне слабо. На наш взгляд, это связано с тем, что в России все еще слабо развита мотивация эффективного частного собственника – хозяина, что не способствует действию других элементов в механизме согласования: механизма стимулирования к эффективному труду экономических субъектов и механизма совершенствования использования человеческого капитала. Это, следовательно, не способствует и разрешению противоречий. По мнению Р. Кроуза и других представителей институционализма, формирование эффективного собственника может успешно протекать на фоне реализации трех условий: собственник преследует цель снижения транзакционных издержек; государство усиливает защиту прав собственности; рынок наращивает давление на собственника конкурентной средой [7, с. 26]. Однако все эти условия на данном этапе в полном объеме не выполняются.

Таким образом, итоги данного исследования можно свести к следующим выводам:

1. Противоречия между трудом и капиталом, неизбежно присущие рыночной системе

хозяйствования, требуют обоснованного выбора стратегии согласования интересов этих субъектов. Стратегия предполагает проведение следующих этапов работы: определение целей и задач; проведение анализа проблем согласования интересов экономических субъектов; оценка существующих и перспективных механизмов согласования интересов; реализация стратегии.

2. Реализация стратегии осуществляется посредством механизма согласования интересов экономических субъектов, который направлен на совершенствование экономической, правовой и социальной ответственности субъектов; форм и методов предупреждения и урегулирования трудовых конфликтов; использования человеческого капитала на предприятии; стимулирование эффективного и производительного труда.

Таким образом, механизмы, составляющие стратегию согласования интересов экономических субъектов, потенциально эффективны и востребованы современным положением социально-трудовых отношений на предприятии. Однако для их претворения непосредственно в хозяйственную деятельность необходимы эффективные инструменты, способы, методы, исследование которых является объектом самостоятельного изучения и анализа.

#### Список литературы

1. Бухалков М., Кузьмина Н. Оценка трудового потенциала как основа его экономического использования. // Человек и труд. – 2003. – № 2.
2. Виханский С. Стратегическое управление. м М., 1999.
3. Камалова П.М. Стратегия согласования интересов субъектов хозяйствования на уровне предприятия в условиях рынка: автореф. дис. ... канд. эконом. наук. – Махачкала, 2003.
4. Мусин М. Проблема согласования интересов // Экономист. – 2005. – № 5.
5. Орлов А. Развитие экономики зависит от человеческого фактора // Экономист. – 2002. – № 12.
6. Ройк В. Минимальная заработная плата – основной инструмент регулирования доходов россиян // Человек и труд. – 2009. – № 6.
7. Страхов А. Социально-экономическое положение – предпосылка безопасности страны // Экономист. – 2003. – № 1.
8. Трудовые отношения: состояние и тенденции развития в России // Сборник научных статей. – Самара, 2013.

#### References

1. Buhalkov M., Kuzmina N. Ocenka trudovogo potenciala kak osnova ego jekonomicheskogo ispolzovanija. // Chelovek i trud. 2003. no. 2.
2. Vihanskij S. Strategicheskoe upravlenie. m M., 1999.
3. Kamalova P.M. Strategija soglasovanija interesov sub#ektov hozjajstvovanija na urovne predprijatija v uslovijah rynka: avtoref. dis. ... kand. jekonom. nauk. Mahachkala, 2003.
4. Musin M. Problema soglasovanija interesov // Jekonomist. 2005. no. 5.
5. Orlov A. Razvitie jekonomiki zavisit ot chelovecheskogo faktora // Jekonomist. 2002. no. 12.
6. Roik V. Minimalnaja zarabotnaja plata osnovnoj instrument regulirovanija dohodov rossijan // Chelovek i trud. 2009. no. 6.
7. Strahov A. Socialno-jekonomicheskoe polozhenie predpyslka bezopasnosti strany // Jekonomist. 2003. no. 1.
8. Trudovye otoshenija: sostojanie i tendencii razvitiija v Rossii // Sbornik nauchnyh sta-tej. Samara, 2013.

УДК 332.122

## ПРОБЛЕМЫ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ДИСБАЛАНСА ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Русскова Е.Г., Корнеев Д.Г.

ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет»,  
Волгоград, e-mail: russkova@volgodon.ru

В связи с тем, что ТЭК является важным фактором, который влияет на устойчивость социально-экономического развития регионов России, становится особо актуальной необходимость составления и ведения топливно-энергетического баланса российских регионов. В настоящее время унифицированной схемы его составления не существует. На основе проведенного комплексного анализа было установлено, что дисбаланс топливно-энергетических ресурсов Волгоградской области связан с большими объемами их потребления промышленностью в регионе. Выявлены общие для большинства регионов РФ, включая Волгоградскую область, проблемы, непосредственно влияющие на эффективность потребления топливно-энергетических ресурсов и региональное развитие. Они выражаются в удорожании топливно-энергетических ресурсов, в возникновении критических и аварийных ситуаций в энергосистеме, в снижении ее надёжности и доступности, в высокой энергоёмкости регионального продукта и, следовательно, в снижении конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности региональной экономики. В качестве рекомендаций предложен ряд мер по повышению эффективности функционирования промышленности Волгоградской области, в том числе через модернизацию производственных мощностей региона.

**Ключевые слова:** топливно-энергетический комплекс, энергетические ресурсы, топливно-энергетический баланс, промышленность

## FUEL -ENERGY IMBALANCE IN THE VOLGOGRAD REGION

Russkova E.G., Korneev D.G.

Volgograd State University, Volgograd, e-mail: russkova@volgodon.ru

Due to the fact that fuel and energy sector is an important factor in the stability of the socio-economic development of regions of Russia, there is a need for updated compilation and keeping of the energy balance of the Russian regions. There are not unified scheme of energy balance in the region or individual firm currently. Based on economic analysis, it was found that an imbalance of energy resources associated with large volumes of consumption by industry of the region. Common problems that directly influence the effectiveness of consumption of fuel and energy resources as well as the development of most regions of the Russian Federation, including the Volgograd region, were identified. These problems are expressed in the rise in price of energy resources, in accidents on energetic system, in reducing its reliability and availability, in the high energy intensity of the regional product, and as a result in the loss of competitiveness and investment attractiveness of the regional economy. The measures (such as modernization of region's manufacturing capacity) on improving the functioning of the industry of the Volgograd region are proposed.

**Keywords:** energy, energy resources, fuel-energy balance, industry

Топливо-энергетический баланс (ТЭБ) является комплексным материальным балансом, охватывающим совокупность взаимозаменяемых топливно-энергетических ресурсов, в нем увязываются в единое целое частные балансы различных видов топлива и энергии, дается характеристика общего объема и структуры их добычи (производства), распределения и использования.

Целесообразно отметить, что унифицированной схемы составления ТЭБ региона или отдельного предприятия не существует, поэтому в данной работе за основу взята методология составления топливно-энергетического баланса Российской Федерации [7, 11] и долгосрочного прогнозирования [3, 6] в отличие от индикативного подхода к планированию [2]. Как и любой материальный баланс, ТЭБ оформляется в виде таблицы, состоящей из двух разделов: в одном раз-

деле отражено производство (добыча) топлива, выработка электроэнергии и других топливно-энергетических ресурсов, характерных для данного региона, импорт, прочие поступления и остаток ресурсов на начало года; в другой части – потребление представленных энергетических ресурсов, сгруппированных по группам потребителей (население, сельское хозяйство, жилищно-коммунальное хозяйство, промышленность и прочие потребители). ТЭБ формируется как в натуральных единицах измерения, так и в тоннах условного топлива в целях сопоставления данных по таким топливно-энергетическим ресурсам, как природный газ, сжиженный газ, электроэнергия, нефть, бензин, дизельное топливо, мазут топочный, топливо печное бытовое, уголь, дрова – всего по 10 видам ресурсов, характерных для экономики Волгоградской области.

Учитывая тот факт, что официальные статистические показатели, необходимые для составления структуры топливно-энергетического баланса, имеют определённый лаг запаздывания выхода в открытую печать и некоторые показатели отсутствуют по годам, все показатели добычи, расходования и потребления были приведены к некоторому унифицированному прогнозируемому значению на 2014 год. В качестве корректирующих коэффициентов при прогнозировании ТЭБ были использованы данные о перспективах роста добычи и потребления ресурсов в Волгоградской области на основе Программы по энергосбережению и повышению энергетической эффективности Волгоградской области на 2010–2020 годы. Например, согласно данной Программе, при достижении темпов экономического роста Волгоградской области, предусмотренных в Законе Волгоградской области от 21 ноября 2008 г. № 1778-ОД «О Стратегии социально-экономического развития Волгоградской области до 2025 года», в котором заложен рост ВРП до 630,25 млрд рублей, или в 2,5 раза выше по сравнению с 2006 годом, спрос на электроэнергию к 2020 году может увеличиться [1].

Если не проводить мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, то до 2020 года потребление электроэнергии вырастет до 31512,5 млн кВт·ч при фактическом в 2007 г. уровне потребления 19395,2 млн кВт·ч, а потребление первичного топлива – до 62589 тыс. т условного топлива (далее – т.у.т.) при фактическом потреблении в 2007 году 32947,42 тыс. т.у.т. Отметим, что согласно прогнозам Министерства экономического развития Российской Федерации 80–85 % прироста потребности России в энергии в период до 2020 года должны покрываться за счет повышения энергоэффективности экономики. В Волгоградской области прирост потребления топлива и энергии не должен превышать 2–3 % за десятилетний период по отношению к уровню 2007 года. Для прогнозирования ТЭБ Волгоградской области, не нарушая общую картину рассуждений, выберем показатель роста потребления топлива 3 % по отношению к уровню 2007 года, пропорционально в год до 2014. Таким образом, с учетом того, что за 7 лет ожидается прирост потребления в 3 %, годовой прирост составит

$$(1 + i/100)^7 = 1,03, \quad (1)$$

где  $i$  – процент прироста потребления топлива в год.

Из формулы (1) следует, что годовой прирост потребления энергетических ре-

сурсов примерно равен 0,42 %. Так, например, если объем потребления нефти промышленностью Волгоградской области в 2012 году составлял 9766,10 тыс. т, то прогнозируемое значение в 2014 году составит

$$9766,10 \cdot (1,0042)^2 = 9848,31 \text{ тыс. т.} \quad (2)$$

Объем производства (добычи) топливно-энергетических полезных ископаемых в структуре объема отгруженной продукции в Волгоградской области по данным Росстата составлял 97,9 и 98,3 % соответственно в 2012 и в 2013 годах, получается, что прирост добычи составил (в %)

$$\left( \frac{98,3 - 97,9}{97,9} \right) \cdot 100 = 0,41 \text{ в год.} \quad (3)$$

Будем считать, что данные о добыче топливно-энергетических ресурсов в 2014 году могут быть получены с учетом сохранения расчётных темпов прироста. Таким образом, если, например, объем добычи сырой нефти в 2012 году в Волгоградской области составлял 3248,89 тыс. т, в 2014 году прогнозируемый объем добычи может составить

$$3248,89 \cdot (1,0041)^2 = 3276,50 \text{ тыс. т.} \quad (4)$$

Топливо-энергетический баланс Волгоградской области на 2014 год разработан на основе официальных данных государственной статистики о производстве, использовании и остатках топливно-энергетических ресурсов за последние годы, а также прогноза развития отраслей экономики Волгоградской области и планов действий поставщиков ресурсов с учетом прогноза потребления топливно-энергетических ресурсов на территории области, составленного с использованием прогнозных коэффициентов.

Анализ ТЭБ показал структуру потребления топливно-энергетических ресурсов в Волгоградской области по категориям потребителей в общем объеме: промышленность – 78 %, население – 11,0 %, организации жилищно-коммунального хозяйства – 5 %, сельское хозяйство – 2 %, организации бюджетной сферы – 1 %. Наибольший удельный вес в структуре потребления по видам топлива составляют добываемые полезные ископаемые – нефть и природный газ, доли которых в общем объеме потребления энергетических ресурсов составляют соответственно 55 и 26 %. При этом объемы производимых топливно-энергетических ресурсов на территории региона в общем объеме потребления по видам топлива в условных единицах

составляют: нефти – 28%; дизельного топлива – 23%; бензина – 15%; мазута топочного – 14%; электрической энергии – 12%; природного газа – 5%.

Несмотря на то, что наибольший удельный вес в структуре потребления топливно-энергетических ресурсов Волгоградской области приходится на добываемые полезные ископаемые – нефть и газ (14778,88 тыс. и 7044,07 тыс. т.у.т.), их производство не позволяет полностью удовлетворить потребность в этих ресурсах. Объемы производства нефти и природного газа составляют, соответственно 4914,90 тыс. и 919,85 тыс. т.у.т. Потребность в этих ресурсах восполняется за счет поставок из-за пределов области.

Дефицит этих энергоресурсов приводит к дисбалансу объемов потребления и производства топливно-энергетических ресурсов в регионе. Вместе с тем необходимо отметить, что по данным ТЭБ также наблюдается дефицит угля, но на территории области его добыча не осуществляется, а доля дефицита этого вида топлива в общем дефиците составляет всего 3,77%. Таким образом, влияние на топливно-энергетический баланс Волгоградской области такого вида топлива, как уголь, целесообразно считать незначительным.

Основным потребителем энергетических ресурсов, оказывающим существенное влияние на дефицит топливно-энергетических ресурсов в Волгоградской области, является промышленность. Основную долю в структуре потребления промышленностью региона занимает нефть – 71%, на втором месте – природный газ (17%). При этом доля потребления нефти промышленностью от общего объема потребления в Волгоградской области составляет 99,96%; мазута топочного – 89,78%; электрической энергии – 76,32%; природного газа – 50,61%. Объем потребления дефицитных топливно-энергетических ресурсов промышленностью Волгоградской области составляет: нефти – 14772,47 тыс. т.у.т., природного газа – 3565,14 тыс. т.у.т. при объемах собственного производства 4914,90 тыс. и 919,85 тыс. т.у.т., что составляет 300 и 388% соответственно.

В прогнозируемом ТЭБ Волгоградской области на 2014 год заложен профицит потребления таких топливно-энергетических ресурсов, как газ сжиженный – в объеме 53,03 тыс. т.у.т., электрическая энергия – 40,44 тыс. т.у.т., бензин – 1675,01 тыс. т.у.т., дизельное топливо – 3002,32 тыс. т.у.т., мазут топочный – 2338,54 тыс. т.у.т., топливо печное – 263,76 тыс. т.у.т. Вместе с тем, дефицитными являются такие топливно-

энергетические ресурсы, как газ природный, нефть, уголь и дрова. Их дефицит составляет соответственно 6124,21 тыс.; 9863,23 тыс.; 339,27 тыс. и 42,89 тыс. т.у.т. Таким образом, совокупный дефицит топливно-энергетических ресурсов от общего объема их потребления на территории Волгоградской области составляет 35%, что в номинальном выражении составляет 8996,57 тыс. т.у.т.

Таким образом, собственного производства нефти и газа недостаточно для покрытия общей потребности в них. Основным потребителем именно этих дефицитных энергетических ресурсов является промышленность. Объем потребления газа и нефти промышленностью Волгоградской области от общего объема потребления этих ресурсов составляет 50,61 и 99,96% соответственно. Следовательно, недостающие объемы газа и нефти промышленностью Волгоградской области вынуждена компенсировать за счёт поставок из-за пределов области. С учётом теплоты сгорания, в нефтяном эквиваленте дефицит топливно-энергетических ресурсов составляет 5997,71 тыс. т, или 37,96 млн баррелей. При средней рыночной стоимости нефти \$60/баррель Волгоградская область ежегодно расходует порядка 2,28 млрд долларов на закупку недостающего количества топливно-энергетических ресурсов.

Как показал проведённый анализ, основной дисбаланс топливно-энергетических ресурсов связан с большими объемами их потребления промышленностью Волгоградской области. Для поиска путей решения обозначенной проблемы необходимо дать характеристику промышленности Волгоградской области. Областная промышленность в составе обрабатывающих производств, добычи полезных ископаемых, производства и распределения электроэнергии, газа и воды формирует 31,7% ВРП и 60% налоговых поступлений. Объем продукции добывающих, обрабатывающих производств и электроэнергетики составляет около 447,6 млрд рублей. При этом доля обрабатывающих производств составила 82,5%, добыча полезных ископаемых – 6,4%, производство электроэнергии, газа и воды – 11,1%. Промышленность ежегодно расходует около 6 млрд кВт·ч. электроэнергии, 3,2 млн гкал. тепловой энергии, 6 млн т.у.т.

В общем объеме использованных энергоресурсов наибольшую долю занимает расход на производство следующих видов продукции: по топливу на выработку тепловой энергии электростанциями и котельными – 38,9%, на выработку электроэнергии

электростанциями – 20,8%, на транспортировку газа по магистральным трубопроводам – 11,8%; по теплоэнергии на переработку нефти и газового конденсата – 47,2%, по электроэнергии на производство электростали – 12%, на электротягу поездов железных дорог – 7,6% и на переработку нефти, включая газовый конденсат, – 7%.

Проведённый в рамках данного исследования системный анализ ТЭК [9, 12] позволил выявить ряд общих для Волгоградской области и большинства других регионов Российской Федерации проблем, непосредственно влияющих на эффективность потребления топливно-энергетических ресурсов и на региональное развитие:

- значительный моральный и физический износ основных фондов (на настоящий момент износ составляет около 54%). Объем инвестиций на обновление основных фондов недостаточен для того, чтобы решить эту проблему; их низкая технологическая надежность и высокая аварийность [14, 13];
- низкий уровень квалификации технических специалистов, несоблюдение технологической дисциплины в производстве;

- низкая плотность населения в муниципальных образованиях, удаленность социальных объектов, значительная протяженность инженерных сетей;

- значительные потери при производстве, передаче и потреблении энергоресурсов, существенный расход первичных энергоресурсов [5];

- низкий уровень доходов и платежеспособности потребителей топливно-энергетических ресурсов, низкая обеспеченность средствами регионального и муниципальных бюджетов для успешной реализации инвестиционных программ в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности [10].

Совокупность перечисленных факторов определяет удорожание единицы топливно-энергетических ресурсов для экономики и населения Волгоградской области, возникновение критических и аварийных ситуаций в энергосистеме, снижение ее надежности и доступности, высокую энергоёмкость регионального продукта, снижение конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности региональной экономики.

Основной задачей, стоящей на пути устойчивого развития Волгоградской области, является преодоление энергетических барьеров, препятствующих экономическому росту, за счёт оптимального соотношения усилий по наращиванию энергетического потенциала и снижения потребности в дополнительных энергоресурсах за счёт

энергосбережения. Кроме того, следует развивать в регионе сектор возобновляемой энергетики [15, 8] и внедрять различные модели взаимодействия топливно-энергетических компаний и органов власти на региональном уровне [4].

В качестве одной из мер по повышению эффективности функционирования промышленности Волгоградской области можно рекомендовать часть инвестиционных средств, поступающих в регион (объем которых в 2013 году составил 132 млрд руб.), направить на модернизацию основных производственных фондов. Представляется, что данная мера поможет значительно сократить затраты на закупку дефицитных топливно-энергетических ресурсов, стоимость которых может достигать 114 млрд руб. (что сопоставимо с объёмом инвестиций), повысить надёжность функционирования инженерных сетей, а тем самым сократить потери топливно-энергетических ресурсов, повысить производительность производства. В конечном результате предложенные меры и повышение энергоэффективности могут повлиять на снижение себестоимости производимых товаров и услуг в регионе, тем самым повысив конкурентоспособность региональной промышленности, а следовательно, и всей экономики региона в целом. Выводы и рекомендации согласуются с положениями долгосрочной Программы по энергосбережению и повышению энергетической эффективности Волгоградской области на 2010–2020 годы, а также представляют актуальность в контексте реализации Энергетической стратегии России на период до 2030 года.

#### Список литературы

1. Беков Р.С. Развитие экономики Волгоградской области на основе повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3. Экономика. Экология. – 2011. – № 2. – С. 7–9.
2. Бродская И.А. Уроки французских индикативных планов (к разработке российской концепции макроэкономического планирования) // Экономические науки. – 2014. – № 7 (116). – С. 7–14.
3. Гальперова Е.В., Кононов Д.Ю. Один подход к оценке влияния неопределенности исходных данных при долгосрочном прогнозировании энергосбережения региона // Региональная экономика: теория и практика. – 2015. – № 1(376). – С. 36–43.
4. Долгов В. Модели взаимодействия топливно-энергетических компаний и российской власти на региональном уровне // Власть. – 2011. – № 1. – С. 15–17.
5. Зильберштейн О.Б. Оценка роли ТЭК в структуре российской экономики и формировании показателей национальной энергобезопасности // Экономика и современный менеджмент: теория и практика: сб. статей по материалам XXXVII международной научно-практической конференции. (05 мая 2014 г.) – Новосибирск. – 214 с.

6. Коровин Г.Б., Малышев Е.А. Прогнозирование развития региональных энергетических систем // Экономика региона. – 2011. – № 2. – С. 184–188.

7. Маркин В.В. Об актуальности внедрения моделей динамической оптимизации топливно-энергетического баланса в практику управления энергетическими ресурсами регионов // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2008. – № 3. – С. 13–117.

8. Михайлов С.А., Мешалкин В.П., Балябина А.А. Место стратегии энергосбережения в стратегии социально-экономического развития региона // Менеджмент в России и за рубежом. – 2009. – № 2. – С. 22–30.

9. Никонова А.А. Системный анализ и синтез в управлении инновациями (на примере ТЭКа РФ) / А.А. Никонова // Эффективное антикризисное управление. – 2014. – № 1 (82). – С. 74–88.

10. Петровский, В.К. ТЭК России: рентабельность, прибыльность, диверсификация / В.К. Петровский // Справочник экономиста. – 2011. – № 10. – С. 91–105.

11. Ратманова И.Д., Кулешов М.А. Формирование сводного топливно-энергетического баланса в рамках региональной информационно-аналитической системы // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2014. – Вып. 4. – С. 58–63.

12. Салина Т.К., Чайковская Д.Д. Сущность и содержание топливно-энергетического комплекса как экономической системы // Проблемы современной экономики. – 2012. – № 2. – С. 316–321.

13. Уфимцева Л.В. Модернизация региональной теплоэнергетики: проблема поиска источников финансирования // Экономика региона. – 2011. – № 2. – С. 189–195.

14. Фаворский О.Н., Батенин В.М., Масленников В.М. С чего следовало бы начать реализацию энергетической стратегии России // Вестник Российской академии наук. – 2015. – Т.85. – № 2. – С. 99–106.

15. Шабалдин А.В. Государственная политика по стимулированию развития возобновляемой энергетики // Экономические науки. – 2014. – № 7 (116). – С. 25–28.

## References

1. Bekov, R.S. Razvitie jekonomiki Volgogradskoj oblasti na osnove povysheniya jeffektivnosti ispol'zovaniya toplivno-jenergeticheskikh resursov [The economic development of the Volgograd region, based on more efficient use of energy resources]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta = Messenger of Volgograd State University*, 2011, no. 2, pp. 7–9.

2. Brodskaja I.A. Uroki francuzskih indikativnyh planov (k razrabotke rossijskoj koncepcii makrojekonomicheskogo planirovaniya) [French Lessons indicative plans (for the development of the Russian concept of macroeconomic planning)]. *Jekonomicheskie nauki = Economics*, 2014, no. 7 (116), pp. 7–14.

3. Gal'perova E.V., Kononov, D.Ju. Odin podhod k ocenke vlijaniya neopredelennosti ishodnyh dannyh pri dolgosrochnom prognozirovanii jenergosberezhenija regiona [One approach to assessing the impact of the uncertainty of initial data for long-term forecasting of energy conservation in the region]. *Regionalnaja jekonomika: teorija i praktika = Regional economy: theory and practice*, 2015, no. 1 (376), pp. 36–43.

4. Dolgov, V. Modeli vzaimodejstviya toplivno-jenergeticheskikh kompanij i rossijskoj vlasti na regional'nom urovne [Models of interaction of fuel and energy companies and Russian authorities at the regional level]. *Vlast' = Power*, 2011, no. 1, pp. 15–17.

5. Zil'bershtejn, O.B. Ocenka roli TJeK v strukture rossijskoj jekonomiki i formirovanii pokazatelej nacional'noj jenergobezopasnosti [Assessing the role of TEK in the structure of the Russian economy and the formation of indicators of national energy]. *Jekonomika i sovremennij menedzhment: teorija i praktika»: sb. statej po materialam XXXVII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. (05 maja 2014 g.) = Economy and modern management theory and practice: Sat. Articles on materials XXXVII International scientific-practical conference. (5 May 2014)*, Novosibirsk, 214 p.

6. Kоровин Г.Б., Малышев, Е.А. Prognozirovanie razvitija regional'nyh jenergeticheskikh sistem [Forecasting the development of regional energy systems]. *Jekonomika regiona = The region's economy*, 2011, no. 2, pp. 184–188.

7. Markin V.V. Ob aktual'nosti vnedrenija modelej dinamicheskoy optimizacii toplivno-jenergeticheskogo balansa v praktiku upravlenija jenergeticheskimi resursami regionov [The relevance of the implementation of dynamic optimization models of energy balance in the management practices of region's energy resources]. *Ispolzovanie i ohrana prirodnyh resursov v Rossii = The use and protection of natural resources in Russia*, 2008, – no. 3, pp. 13–117.

8. Mihajlov, S.A., Meshalkin, V.P., Baljabina, A.A. Mesto strategii jenergosberezhenija v strategii social'no-jekonomicheskogo razvitija regiona [Fitting energy saving strategy in the strategy of socio-economic development of the region]. *Menedzhment v Rossii i za rubezhom = Management in Russia and abroad*, 2009, no. 2, pp. 22–30.

9. Nikonova, A.A. Sistemnyj analiz i sintez v upravlenii innovacijami (na primere TJeKa RF) [System analysis and synthesis in the management of innovation (for example, fuel and energy complex of the Russian Federation)]. *Jefferktivnoe antikrizisnoe upravlenie = Effective crisis management*, 2014, no. 1 (82), pp. 74–88.

10. Petrovskij, V.K. TJeK Rossii: rentabel'nost', pribyl'nost', diversifikacija [Energy Russia: profitability, profitibility, diversification]. *Spravochnik jekonomista = Directory economist*, 2011, no. 10, pp. 91–105.

11. Ratmanova I.D., Kuleshov, M.A. Formirovanie svodnogo toplivno-jenergeticheskogo balansa v ramkah regional'noj informacionno-analiticheskoy sistemy [Formation of the consolidated energy balance in the regional information-analytical system]. *Vestnik Ivanovskogo gosudarstvennogo jenergeticheskogo universiteta = Messenger of Ivanovo State Power University*, 2014, no. 4, pp. 58–63.

12. Salina, T.K., Chajkovskaja, D.D. Sushnost' i sodержanie toplivno-jenergeticheskogo kompleksa kak jekonomicheskoy sistemy [The essence and content of the fuel and energy complex as an economic system]. *Problemy sovremennoj jekonomiki = Problems of modern economy*, 2012, no. 2, pp. 316–321.

13. Ufimceva, L.V. Modernizacija regional'noj teplojenergetiki: problema poiska istochnikov finansirovaniya [Modernization of the regional power system: the problem of finding sources of funding]. *Jekonomika regiona = The regions economy*, 2011, no. 2, pp. 189–195.

14. Favorskij, O.N., Batenin, V.M., Maslennikov, V.M. S chego sledovalo by nachat' realizaciju jenergeticheskoy strategii Rossii [Where should begin the implementation of the energy strategy of Russia]. *Vestnik Rossijskoj akademii nauk = Bulletin of the Russian Academy of Sciences*, 2015, no. 2, pp. 99–106.

15. Shabaldin, A.V. Gosudarstvennaja politika po stimulirovaniju razvitija vozobnovljaemoj jenergetiki [State policy to encourage the development of renewable energy]. *Jekonomicheskie nauki = Economics*, 2014, no. 7 (116), pp. 25–28.

УДК 338.242

## РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА РАЦИОНАЛЬНОГО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЗАХСТАНЕ

<sup>1</sup>Сихимбаев М.Р., <sup>1</sup>Ханов Т.А., <sup>1</sup>Сихимбаева Д.Р., <sup>2</sup>Боярский В.Г.

<sup>1</sup>Карагандинский экономический университет Казпотребсоюза, Караганда,  
e-mail: smurat@yandex.ru, thanov@mail.ru, sdinara2007@yandex.ru;

<sup>2</sup>Карагандинский государственный технический университет, Караганда, e-mail: bwg45@mail.ru

В статье рассматриваются вопросы развития экономического механизма рационального недропользования в Казахстане вследствие недостаточного развития стратегии природопользования, экстенсивного развития промышленности, игнорирования необходимости и возможностей научного регулирования антропогенных нагрузок. В сложившейся ситуации существующие показатели воздействия материального производства на окружающую природную среду, агрегированные по элементам природной среды, экономические средства, направляемые на охрану окружающей среды, величины мощности природоохранного оборудования при экономическом анализе не согласованы с технико-экономическими показателями. Современные условия производства вызывают необходимость перехода на принципиально новые экономические основы природопользования. На основе научных исследований предлагаются мероприятия для эффективной работы экономического механизма природопользования в Казахстане, который обеспечивает конкурентоспособность отечественной продукции на внутреннем и внешнем рынках, общую экономическую стабильность и национальное благосостояние в целом.

**Ключевые слова:** экономический механизм, рациональное природопользование, экологические факторы, загрязнение окружающей среды, недропользование, рентные платежи

## DEVELOPMENT OF ECONOMIC MECHANISM OF RATIONAL SUBSOIL USE IN KAZAKHSTAN

<sup>1</sup>Sikhimbaev M.R., <sup>1</sup>Khanov T.A., <sup>1</sup>Sikhimbaeva D.R., <sup>2</sup>Boyarskiy V.G.

<sup>1</sup>Karaganda Economic University of Kazpotreboyz, Karaganda, e-mail: smurat@yandex.ru,  
thanov@mail.ru, sdinara2007@yandex.ru;

<sup>4</sup>Karaganda State Technical University, Karaganda, e-mail: bwg45@mail.ru

In article questions of development of the economic mechanism of rational subsurface use in Kazakhstan owing to insufficient development of strategy of environmental management, extensive development of the industry, ignoring of need and opportunities of scientific regulation of anthropogenous loadings are considered. In the circumstances, the existing indicators of impact of production of goods on surrounding environment aggregated on environment elements the economic funds allocated for environmental protection of the size of power of the nature protection equipment in the economic analysis aren't coordinated with technical and economic indicators. Modern conditions of production cause the necessity of transition to essentially new economic bases of environmental management. On the basis of scientific researches actions for effective operation of the economic mechanism of environmental management in Kazakhstan which provides competitiveness of a domestic production in the internal and external markets, the general economic stability and national welfare in general are offered.

**Keywords:** economic mechanism, rational environmental management, ecological factors, environmental pollution, subsurface use, rent payments

Увеличение объемов добывающей промышленности и других производств, введение в оборот новых природных ресурсов и расширение предпринимательства, в том числе внешнеэкономических связей, без наличия экономического механизма рационального природопользования могут привести к чрезмерной эксплуатации минерально-сырьевых, земельных и водных ресурсов, к загрязнению воздушного и водного бассейнов, создают угрозу значительного ухудшения экологических условий жизни людей [2].

Отходы производства, особенно вторичные минеральные ресурсы, занимают огромные площади зачастую ценных зе-

мель под отвалы и являются источниками загрязнения окружающей среды. Учет, утилизация, обезвреживание и захоронение отходов производства в Казахстане находится в крайне неудовлетворительном состоянии. Для доставки их в места складирования расходуется до 10% стоимости произведенной продукции. Развитие добывающих отраслей промышленности в РК и ведомственный подход к переработке сырья привели к чрезмерному накоплению промышленных отходов, объем которых превысил 17 млрд т. Ежегодно образуется 1 млрд т, из них для нужд народного хозяйства используется 60–70 млн т, или менее 1% всего ресурса. Для сравнения – этот показатель в развитых

странах равен 40–50% [1]. Наибольшую экологическую опасность представляют растущие из года в год объемы токсичных отходов, образующихся в процессе переработки природных ресурсов. Положение осложняется, с одной стороны, размещением накопителей неутилизованных отходов производства и их влиянием на окружающую среду, а с другой – отсутствием конкретных исследований баланса образования отходов, их размещения и использования.

В этой связи поиск путей и практическое осуществление мероприятий по снижению выбросов в окружающую среду загрязняющих веществ является весьма актуальной задачей.

По данным ТШО, при сжигании газов на факелах в атмосферу выделяются: углерода оксид, азота оксиды, углеводороды, серы диоксид. В таблице приведен список загрязняющих веществ и количество выбросов в год загрязняющих атмосферу веществ [6]. Общее же количество вредных выбросов в 2014 г. составило 28222 т против установленного лимита в 12278 т. Общее суммарное количество вредных выбросов в атмосферу за 2010–2014 гг. составило 382328 т. Распространение ядовитых веществ в окружающей среде из-за неполадок превышает установленные нормы в 3 раза. Так, в 2010 г. количество выбросов на одного человека составляло 207 кг, а в 2012 г. уже 443 кг. Изучив все обстоятельства, комиссия пришла к выводу о срочном переселении жителей близлежащих поселков.

Таким образом, ТШО является одним из основных загрязнителей атмосферы При-

каспийского региона. Более половины выбросов приходится на деятельность ТШО. За время существования ТШО было зарегистрировано 620 аварийных выбросов. Загрязняющие вещества поражают верхние дыхательные пути, центральную нервную систему и желудочно-кишечный тракт [7].

В сложившихся условиях является необходимой разработка таких экологических нормативов и методик по их внедрению, которые бы стимулировали не только достижение баланса в окружающей среде, но и предотвращали бы сверхнормативное загрязнение окружающей природной среды. Недостаточность экономических исследований проблем баланса и охраны окружающей среды связана с отсутствием системы показателей, позволяющих дать эколого-экономическую оценку функционирования объектов народного хозяйства. Существующие показатели воздействия материального производства на окружающую природную среду, агрегированные по элементам природной среды, экономические средства, направляемые на охрану окружающей среды, величины мощности природоохранного оборудования при экономическом анализе не согласованы с технико-экономическими показателями. Для координации результатов экономического планирования на макроуровне и анализа состояния окружающей среды на микроуровне необходимо согласование планов и состояния окружающей среды на уровне предприятий, а на макроуровне следует выводить только индикативные показатели состояния окружающей среды [4].

Количество вредных выбросов в атмосферу по ТШО за 2010–2014 гг.

Наименование загрязняющего вещества	Количество загрязняющих веществ, тонн/год	Выброс без очистки, тонн	Класс опасности
ВСЕГО	73056	73056	
В том числе:			
<i>Твердые</i>	60747	60747	
Сажа	3256	3256	3
Сера элементарная	56923	56923	3
Бензпирен	2,5	2,5	1
<i>Газообразные и жидкие</i>	3226	3226	
Оксид углерода	1899	1899	4
Акролеин	1327	1327	2
<i>Вещества, обладающие эффектом суммарного вредного воздействия</i>			
Сероводород	1200	1200	2
Ангидрид сернистый	569	569	3
Формальдегид	758	758	2
Азота диоксид	1530	1530	2
<i>Сжигаемое на факелах:</i>	692216	511696	
Метан	688632	509112	3
Бутан	3584	2584	4

Таким образом, состояние экономического механизма природопользования в республике в области охраны окружающей среды показывает его недостаточную разработанность. Важным является вовлечение отходов производства в народнохозяйственный оборот. Проблема определения экономической эффективности использования отходов в производстве – это проблема определения экологической, социальной и экономической эффективности их утилизации.

Современные условия производства вызывают необходимость перехода на принципиально новые экономические основы природопользования. Важной задачей является согласование потребностей общества в сохранении окружающей среды и рациональном природопользовании с интересами предприятий, т.е. учет экологического благополучия в экономической системе [3]. Сохранение и воспроизводство окружающей среды должны рассматриваться как составная часть устойчивого экономического развития общества. Определяющими в создании такого механизма должны стать платежи за загрязнение окружающей среды, основными функциями которых являются стимулирующая, компенсационная, контролирующая и аккумулирующая, поскольку на их основе формируются соответствующие региональные и местные фонды охраны природы. Ввод экономических методов регулирования качества окружающей среды в сферу производственных интересов промышленных предприятий и организаций поможет восстановлению природы, улучшению здоровья населения [8].

Важно включить в экономический механизм природопользования страховые экологические фонды, которые должны стать основой компенсации экономического ущерба от экологически опасных аварий. В них должны войти страховые фонды предприятий (в первую очередь повышенного экологического риска), отраслевые и региональные страховые фонды. Страхование может быть как обязательным (государственным), так и добровольным. Условия перехода к рынку и появление различных форм собственности приводят к необходимости ускорения совершенствования системы экологического нормирования и создания методической базы по ее реализации.

Разработка и внедрение новой государственной политики управления природопользованием, в основу которой положен территориальный принцип, потребуют перехода на новую систему экологического нормирования через регламентацию режимов природопользования по региону, через систему экологических ограниче-

ний природопользования по территории и экосистемам.

Планирование природопользования должно производиться с учетом оценки степени загрязнения от планируемой добычи природных ресурсов на данной территории. В условиях спада производства решение проблемы охраны воздушного бассейна возможно мерами по ограничению выбросов вредных веществ в атмосферу путем строительства и реконструкции газопылеулавливающих установок и сооружений, ликвидации источников загрязнения, внедрения малоотходных технологий, утилизации вредных веществ из отходящих газов, использования экологически чистых видов топлива и сырья. Эти мероприятия могут решаться за счет средств самих предприятий и резервных фондов охраны природы.

Экономическое стимулирование природоохранной деятельности предприятий является одним из наиболее острых нерешенных вопросов формирования механизма платного природопользования. Деятельность по охране окружающей среды предприятия необходимо рассматривать как одну из равноправных сторон его производственной деятельности. Казахстан, став хозяином своих природных ресурсов, должен кардинально изменить сложившееся отношение к их разработке, выработать принципиально новую экономическую политику по использованию одного из своих главных богатств – природного сырья, основанную на бережливости, экономической целесообразности, обеспечении долговременной экономической и экологической безопасности республики.

Экономические методы имеют важное значение, но кардинальное решение экологических проблем в долгосрочной перспективе видится в коренном изменении структурной политики в экономике и механизме ее реализации. Основой такой стратегической задачи должно стать обеспечение технологического переворота на базе ускоренного массового внедрения высокотехнологичной наукоемкой продукции и крупномасштабной замены устаревшей техники, создание потенциала экспортных производств конкурентоспособной на внешнем рынке продукции при существенном снижении доли продукции добывающих отраслей промышленности. Осуществление структурных сдвигов, интенсивное внедрение мало- и безотходных технологий, форсированное развитие наукоемких производств, вовлечение в производственный оборот накопленных вторичных ресурсов позволят снять экологическую напряженность в республике, улучшить условия жизни людей [5].

Экологическая стратегия государства должна предусматривать переход от ограниченных природоохранных мероприятий к всеобщей экологизации общественного производства и любой хозяйственной деятельности человека.

Основным элементом нового экономического механизма являются рентные платежи за пользование недрами ресурсами.

Рентные платежи должны обеспечить решение следующих конкретных задач:

- изъятие дифференциальной ренты, образующейся на недродобывающих предприятиях после вычета обязательных налогов, установленной на основе средних рыночных цен реализации;

- совершенствование и развитие экономического механизма рационального использования минеральных ресурсов;

- создание на этой основе равных и стабильных возможностей получения дохода в соответствии с эффективностью работы вне зависимости от различий объективных природно-экономических условий производства и их изменений во времени;

- формирование специальных рентных фондов финансирования подготовки минерально-сырьевой базы в условиях сокращения роли государственного бюджета в решении задач производственного развития;

- обеспечение эколого-экономических условий для сохранения природно-ресурсного потенциала территорий в зоне влияния горнодобывающих предприятий;

- сохранение экономической заинтересованности недропользователей в добыче и переработке полезных ископаемых, в том числе для общегосударственных нужд.

В качестве стабильного источника образования целевых средств на финансирование поисков и разведки полезных ископаемых, а также других работ, например геологической съемки, необходимых для подготовки минерально-сырьевой базы горнодобывающих отраслей к разведке и добыче полезных ископаемых должны выступать отчисления горнодобывающих предприятий на геологоразведочные работы. С этой целью следует устанавливать ставки отчислений для всех видов руд, добываемых в стране, определяемые исходя из объема необходимых средств на геологоразведочные работы по всем эксплуатируемым видам минеральных ресурсов.

К основным элементам экономического механизма недропользования в Республике Казахстан относятся:

- а) система рыночных цен на продукцию минерально-сырьевого комплекса, которые являются основными нормативами затрат на производство единицы разнообразной про-

дукции указанного минерально-сырьевого комплекса, без установления которых немислимо решение задач рационального использования минерально-сырьевых ресурсов;

- б) система других, кроме названных нормативов, затрат на выполнение определенных видов работ по производству продукции минерально-сырьевого комплекса, стандартов;

- в) социально-эколого-экономическая оценка минерально-сырьевых ресурсов и их отдельных источников;

- г) финансирование мероприятий по рациональному использованию минерально-сырьевых ресурсов;

- д) система платежей за загрязнение, нарушение экологического равновесия в окружающей среде при пользовании минерально-сырьевыми ресурсами;

- е) формирование специальных фондов, например фонда охраны природы, рационального использования минерально-сырьевых ресурсов;

- ж) налоги на полезные ископаемые и продукты их первичной переработки;

- з) специальные меры экономического стимулирования рационального использования минерально-сырьевых ресурсов.

Большинство перечисленных рычагов и стимулов должны реализовываться через осуществление контрактных отношений между подразделениями отдельных предприятий минерально-сырьевых комплексов и региональными, республиканскими органами управления. Следует подчеркнуть, что не все элементы указанного экономического механизма в настоящее время функционируют, а действующие элементы недостаточно эффективно выполняют свои функции из-за недостаточно совершенной методики установления их ставок, размеров и нормативов, так и их практического применения. Таким образом, экономический механизм рационального использования недровых ресурсов, охраны недр и окружающей среды находится на стадии становления, и поэтому исследование эффективных путей его формирования является необходимым на данном этапе развития экономики республики.

Эффективность работы экономического механизма природопользования обеспечивается рациональным составом, оптимальными величинами его элементов и слаженностью, синхронностью их взаимодействия.

Основными элементами формирующегося экономического механизма природопользования в Республике Казахстан должны быть:

- единые предельные и стоимостные реализационные цены на продукцию отраслей природопользования, которые способствуют формированию рациональной структуры производства и потребления в регионе;

– платежи за пользование природными ресурсами и охрану окружающей среды;

– экономическая оценка природных ресурсов. В современных условиях оценка природных ресурсов осуществляется исходя из задачи получения от их использования максимального социального эколого-экономического эффекта;

– фонды рационального использования природных ресурсов. Они предназначены для прямого финансирования неотложных мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и охраны окружающей среды;

– специальные кредиты, субвенции, страховые фонды;

– специальные меры экономического стимулирования рационального использования природных ресурсов (разработка и осуществление программ рационального использования природных ресурсов, охраны окружающей среды).

На современном этапе развития рыночной экономики РК экономический механизм комплексного использования недровых ресурсов реализуется в большей мере через контрактную договорную систему, что также должно учитываться при рассмотрении рентных отношений.

В условиях Республики Казахстан, учитывая все еще преобладающую сырьевую направленность экономики, от научно обоснованного экономического механизма рационального недропользования зависит во многом эффективность функционирования экономики республики, конкурентоспособность отечественной продукции на внутреннем и внешнем рынках, общая экономическая ситуация и национальное благосостояние в целом.

## Список литературы

1. Гольберг В.М. Взаимосвязь загрязнений подземных вод и природной среды. – СПб.: Экология, 2007. – 215 с.
2. Николайкин Н.И. и др. Экология. – М.: Дрофа, – 3-е изд., 2004. – 624 с.
3. Русанов Д.К. Экономическая оценка минеральных ресурсов. – М.: Недра, 1987. – 195 с.
4. Каргажанов З.К., Баймырзаев К.М. Экономический механизм природопользования. – Алматы: Гылым, 2000. – 276 с.
5. Сихимбаев М.Р., Сихимбаева Д.Р., Гривевич И.И. Топливо-энергетический комплекс Казахстана: новые пути развития. – Рембате: Международный аграрный университет, Латвия, 2015. – 222 с.
6. Охрана атмосферного воздуха от загрязнения для ТШО // Рабочая группа. Атырау: Экопроект, 2013. – 82 с.
7. Министерство энергетики Республики Казахстан. – URL: <http://www.energo.gov.kz> (дата обращения: 19.01.2016).
8. Комитет геологии и недропользования Республики Казахстан. – URL: <http://www.geology.gov.kz> (дата обращения: 19.01.2016).

## References

1. Golberg V.M. Vzaimosvjaz zagrjaznenij podzemnyh vod i prirodnoj sredy. SPb.: Jekologija, 2007. 215 p.
2. Nikolajkin N.I. i dr. Jekologija. M.: Drofa, 3-e izd., 2004. 624 p.
3. Rusanov D.K. Jekonomicheskaja ocenka mineralnyh resursov. M.: Nedra, 1987. 195 p.
4. Kargazhanov Z.K., Bajmyrzaev K.M. Jekonomicheskij mehanizm prirodopolzovanija. Almaty: Gylim, 2000. 276 p.
5. Sihimbaev M.R., Sihimbaeva D.R., Grinevich I.I. Toplivno-jenergeticheskij kompleks Kazahstana: novye puti razvitiija. Rembate: Mezhdunarodnyj agrarnyj universitet, Latvija, 2015. 222 p.
6. Ohrana atmosfernogo vozduha ot zagrjaznenija dlja TShO // Rabochaja gruppa. Atyrau: Jekoproekt, 2013. 82 p.
7. Ministerstvo jenergetiki Respubliki Kazahstan. URL: <http://www.energo.gov.kz> (data obrashhenija: 19.01.2016).
8. Komitet geologii i nedropolzovanija Respubliki Kazahstan. URL: <http://www.geology.gov.kz> (data obrashhenija: 19.01.2016).

УДК 332.135

**ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ АГРАРНОГО КЛАСТЕРА В КАЗАХСТАНЕ****Смагулова Ж.Б.***РГП ХВ «Кызылординский государственный университет имени КORKYT АТА»,  
Кызылорда, e-mail: zanna\_smag@rambler.ru*

Цель работы – раскрыть роль и значение кластерной политики в современных условиях, кратко рассмотреть передовой опыт создания кластеров (в США, Финляндии, Италии, Японии); описать преимущества создания кластеров, в частности такие, как экономические, социальные, инфраструктурные, коммуникационные и репутационные. Наряду с этим предполагается рассмотреть предпосылки создания кластера агропромышленного кластера в Республике Казахстан – начальный этап кластерной политики в Казахстане, включая меры государственной политики по развитию кластеров, новый этап кластерной политики, включая задачи, потенциальные кластеры в экономике республики, организационную структуру кластера агропромышленного комплекса республики. В заключении приведены ключевые показатели эффективности деятельности потенциальных кластеров.

**Ключевые слова:** кластер, кластерная политика, преимущества создания кластера, кластер агропромышленного комплекса, интегратор, вузы, дорожная карта

**PRECONDITIONS OF DEVELOPMENT  
OF THE AGRARIAN CLUSTER IN KAZAKHSTAN****Smagulova Z.B.***RSE EC «Kyzylorda State University n.a. Korkyt Ata», Kyzylorda, e-mail: zanna\_smag@rambler.ru*

The aim of article is to open a role and value of cluster policy in modern conditions, to consider briefly best practices of creation of clusters (the USA, Finland, Italy, Japan); to describe advantages of creation of clusters, in particular such, as economic, social, infrastructure, communication and reputation. Along with it the objectives of article are to consider prerequisites of creation of an agro-industrial cluster in the Republic of Kazakhstan – the initial stage of cluster policy in Kazakhstan, including measures of a state policy for development of clusters, a new stage of cluster policy, including tasks, potential clusters in republic economy, organizational structure of cluster of agrarian and industrial complex in the country. Key indicators of efficiency of potential cluster's activity are given in the conclusion.

**Keywords:** cluster, cluster policy, advantages of clusters, cluster of agrarian and industrial complex, integrator, higher education institutions, road map

Термин «кластер» вошёл в полноценный оборот только в 1990-х гг. благодаря работам Майкла Портера. Кластер – это группа компаний, сконцентрированных в определённом регионе, взаимосвязанных между собой, с включением в кластер специализированных поставщиков сырья, комплектующих, товаров, услуг, а также связанных с деятельностью компаний организаций (от образовательных учреждений до специализированных государственных структур) [3].

Кластерная политика выступает катализатором для усиления взаимодействия участников производственно-экономического процесса и концентрируется на решении таких проблем экономики, как развитие и поддержание конкуренции; развитие кооперационных связей между малыми и средними предприятиями региона для повышения общей производительности труда; организация взаимодействия между промышленными предприятиями, научными центрами и образовательными учреждениями,

ми, что создает благоприятные условия для повышения инновационности производства и обеспечения непрерывного инновационного процесса на предприятиях отрасли; развитие промышленного и инновационного потенциала малых и средних предприятий как основа формирования конкурентоспособных региональных кластеров [2].

Основная цель исследования – раскрыть роль и значение кластерной политики в современных условиях, а также предпосылки развития аграрных кластеров в экономике Казахстана.

**Материалы и методы исследования**

Значительный вклад в исследование значения и роли малого предпринимательства внесли российские и зарубежные ученые М. Портер, О.В. Несмачных, В.В. Литовченко, А.А. Шарф и другие. Исследование базируется на использовании научных методов: обобщения от частного к общему и от общего к частному, анализа, прогнозирования, экономической оценки (аналогии). В ходе написания статьи использованы различные источники литературы: научная литература, статистические данные и т.д.

### Результаты исследования и их обсуждение

Мировая практика свидетельствует, что в последние два десятилетия процесс формирования кластеров происходил довольно активно. В целом, по оценке экспертов, к настоящему времени кластеризацией охвачено около 50% экономик ведущих стран мира (табл. 1) [2].

**Таблица 1**  
Кластеризация экономик  
ведущих стран мира

Страна	Количество кластеров
США	380
Италия	206
Великобритания	168
Индия	106
Франция	96
Дания	34
Германия	32
Нидерланды	20
Финляндия	9

В США в рамках кластеров работает более половины предприятий, а доля ВВП, производимого в них, превысила 60%. В ЕС насчитывается свыше 2 тыс. кластеров, в которых занято 38% его рабочей силы [2].

Довольно развиты кластерные образования в промышленности Дании, Финляндии, Норвегии и Швеции. Промышленные предприятия Финляндии являются одними из самых конкурентоспособных в мире с начала XXI века и занимают ведущие места в мировых рейтингах благодаря политике кластеризации промышленности. Кластеры обеспечивают высокую производительность, поэтому Финляндия покрывает 10% мирового экспорта продуктов деревообрабатывающей промышленности и 25% целлюлозно-бумажной продукции. Самыми первыми и наиболее успешными кластерными образованиями стали объединения на рынке телефонов и мобильной связи. Доля экспортного рынка Финляндии в сфере мобильной связи составляет 30%, а экспорт мобильных телефонов – 40% во всем мире.

Кластерные образования в Италии обеспечивают 43% населения работой и покрывают 30% объема национального экспорта. В других европейских странах кластеры появляются повсеместно: в Германии успешно работают химический и машиностроительный кластеры, во Франции произошла кластеризация производства продуктов питания и косметики.

Так же как и Европа, Азия проводит кластерную политику с целью повышения промышленного и инновационного потенциала национальной экономики. Так, например, в Сингапуре формируется кластер в сфере нефтехимии, в Японии сформирован крупнейший автомобилестроительный кластер, в Китае сформировано более 60 особых зон, предназначенных для формирования кластерных образований в различных областях промышленности, обеспечивающих средний уровень продаж на сумму около 200 млрд долл. в год [2].

Формирование кластеров имеет ряд преимуществ как для самого региона, так и для предприятий-участников кластера (табл. 2) [5].

Кластерный подход связан с созданием новых производств и услуг с высоким уровнем добавленной стоимости и наукоемкости, усиливающих конкурентные преимущества страны на мировом рынке. Преимущество кластерного подхода заключается в ориентации на развитие высокотехнологичного и инновационного бизнеса, а также укрепление межведомственного и межотраслевого взаимодействия [1].

Если говорить о предпосылках развития кластерной политики в Казахстане, на начальном этапе кластерная политика в Казахстане формировалась на основе двух базовых подходов:

1) кластеры в индустриальных секторах на основе использования природных ресурсов, которые станут ядром экономики Казахстана в обозримом будущем;

2) сервисные кластеры, способствующие укреплению позиций Казахстана в качестве сервисного и делового хаба в регионе Центральной Азии.

В 2005 году было определено 7 пилотных индустриально-сервисных кластеров: металлургия, нефтегазовое машиностроение, текстильная промышленность, транспорт и логистика, туризм, пищевая промышленность, строительные материалы.

Государственная политика по развитию кластеров включала широкий набор мер по следующим направлениям: производственно-инфраструктурные проекты, создание институциональных условий развития, развитие научно-образовательного потенциала, организационная поддержка [1].

Основой нового этапа кластерной политики станет дальнейшее развитие от индустриальных кластеров, основанных на создании цепочек добавленных стоимостей в традиционных секторах экономики, к инновационным кластерам, основанным на ключевых компетенциях, трансферте знаний и технологий и инновационном предпринимательстве.

Таблица 2

Преимущества создания кластеров

Преимущества	Для региона	Для предприятий кластера
1. Экономические	Повышение инвестиционной привлекательности региона, рост числа налогоплательщиков и объемов налоговых поступлений в бюджетную систему	Уменьшение издержек, доступность производственных и финансовых ресурсов, увеличение объемов реализации продукции
2. Социальные	Рост числа занятого населения, повышение качества профессионального образования, повышение качества жизни населения	Формирование множества корпоративных связей и взаимоотношений, формирование устойчивого договорного поля
3. Инфраструктурные	Развитие транспортной, инновационной и инвестиционной инфраструктуры	Аккумуляирование информации и опыта других участников в целях создания новых направлений деятельности и привлечения новых участников
4. Коммуникационные	Появление новых методов, форм и способов взаимодействия между представителями предпринимательского сообщества и государства	Информационная прозрачность деятельности, возможность доступа к информации участников и взаимный обмен ею, быстрое распространение новых знаний, повышение доверия между участниками
5. Репутационные	Укрепление позиций региона на уровне федерального и российского рынка, создание имиджа развитой территории	Формирование престижности участия в кластере, повышение качества товаров (услуг)

Задачами кластерной политики являются:

1) формирование благоприятных условий для развития перспективных национальных кластеров в традиционных секторах экономики с учетом тенденций и перспектив мирового технологического развития;

2) создание перспективных национальных кластеров, способных обеспечить устойчивый, «умный рост» в будущем и сформировать новые конкурентные преимущества страны;

3) формирование инновационной среды для формирования в долгосрочной перспективе основ современной экономики.

Реализация новой кластерной политики позволит создать основу инновационной модели развития и новых конкурентных преимуществ отечественной экономики, повышения конкурентоспособности базовых и новых секторов экономики, малого и среднего предпринимательства, обеспечения устойчивого развития регионов.

Потенциальными кластерами в республике являются:

1) кластеры технологий добычи и переработки нефти и газа;

2) кластеры металлургии;

3) кластеры машиностроения;

4) кластеры химической промышленности;

5) туристические кластеры;

6) кластеры легкой промышленности;

7) кластеры агропромышленного комплекса;

8) транспортно-логистический кластер;

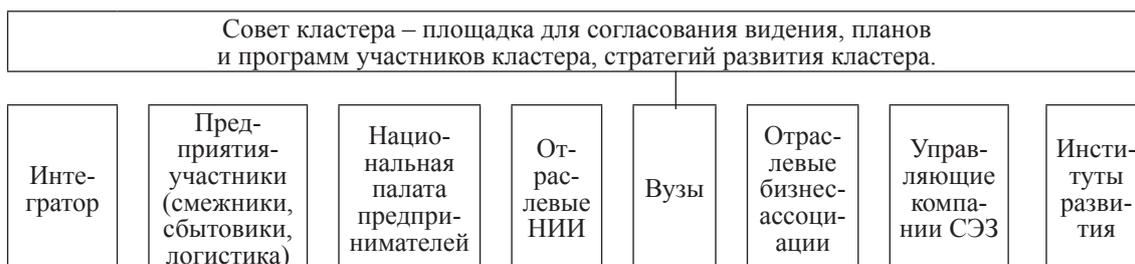
9) кластеры альтернативной энергетики [1].

Организационная структура кластеров представлена следующим образом (рисунок).

Функции Совета:

1) разработка и утверждение стратегии развития национальных кластеров и детальных дорожных карт;

2) координация деятельности участников кластеров;



Организационная структура кластеров [1]

3) содействие участникам кластера в получении государственной и иной поддержки;

4) мониторинг за эффективным использованием средств, выделяемых на реализацию программ и проектов кластера.

Интегратор – производственные компании-лидеры либо несколько компаний, обеспечивающие развитие кластера, в т.ч. аутсорсинг, краудсорсинг.

Партнер интегратора кластера – Национальная палата предпринимателей или отраслевые бизнес-ассоциации – координаторы консолидации бизнеса для участия в кластерах (обязательно при определении интегратором государственной компании).

Финансовый агент – АО «Национальный управляющий холдинг Ю «Байтерек»» (далее – АО «НУХ «Байтерек») и АО «Национальный управляющий холдинг «КазАгро»» предоставляют меры государственной поддержки в рамках законодательства Республики Казахстан.

В Совет кластеров агропромышленного комплекса (под председательством Министра сельского хозяйства Республики Казахстан) входят: интегратор: акционерное общество НУХ «КазАгро»; члены совета: Национальная палата предпринимателей (отраслевая ассоциация), отраслевые научно-исследовательские институты, АОО «Назарбаев Университет», АО «Управляющая компания СЭЗ ПИТ», вузы [1].

Для практической реализации Концепции будут разработаны дорожные карты по развитию национальных кластеров, на основании которых будет сформирована комплексная система экспертно-аналитического, методологического и организационного обеспечения кластерной политики и реализации национальных кластеров.

Структура дорожной карты включает следующие разделы:

1) паспорт кластера:

– полный перечень потенциальных участников кластера, включая производственные, научные и образовательные организации;

– основные направления реализуемых технологий и выпускаемой продукции, услуг (специализация кластера, перспективность продукции и услуг);

– проекты развития кластера;

2) план мероприятий:

– мероприятия по развитию сектора исследований и разработок, включая кооперацию в научно-технической сфере;

– мероприятия по определению потребности в трудовых ресурсах участников кластера, а также подготовке и повышению квалификации научных, инженерно-технических и управленческих кадров;

– мероприятия по развитию производственного потенциала и производственной кооперации;

– мероприятия по развитию инфраструктуры кластера;

– мероприятия по организационному развитию кластера.

Предусматриваются следующие ключевые показатели эффективности деятельности кластеров:

1) объем налоговых поступлений в государственный бюджет;

2) доля произведенной продукции кластера в общем объеме произведенной продукции региона;

3) производительность труда кластера;

4) доля экспорта продукции и услуг кластера в общем объеме несырьевого экспорта страны;

5) доля реализованных товаров и услуг кластера в общем объеме реализованной продукции региона;

6) ЕВITDA;

7) совокупные затраты на НИОКР предприятий кластера;

8) размер чистой прибыли предприятий;

9) доля привлеченных инвестиций на развитие предприятий кластера в совокупном объеме инвестиций региона [1].

#### Список литературы

1. Концепция формирования перспективных национальных кластеров Республики Казахстан до 2020 года. Утверждена постановлением Правительства Республики Казахстан от 11 октября 2013 года № 1092 Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан. – URL: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1300001092>.

2. Несмачных О.В., Литовченко В.В. Кластерная политика в стратегии инновационного развития России и зарубежных стран // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 9-1. – С. 162–165. – URL: [www.rae.ru/fs/?section=content&op=show\\_article&article\\_id=10003930](http://www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=10003930) (дата обращения: 04.12.2015).

3. Портер М. Конкуренция. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003.

4. Фатеев В.С. Кластеры, кластерный подход и его использование как инструмента регулирования развития национальной и региональной экономики // *Вестник Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 5. Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія*. – 2012. – № 2 (131). – С. 40–50.

5. Шарф А.А. Кластерная политика как элемент инновационной экономики // *Экономика и менеджмент инновационных технологий*. – 2015. – № 1 [Электронный ресурс]. – URL: <http://ekonomika.snauka.ru/2015/01/7226> (дата обращения: 14.10.2015).

#### References

1. Konceptsiya formirovaniya perspektivnykh nacionalnykh klasterov Respubliki Kazaxstan do 2020 goda. Utverzhdena postanovleniem Pravitelstva Respubliki Kazaxstan ot 11 oktyabrya 2013 goda no. 1092 Informacionno-pravovaya sistema normativnykh pravovykh aktov Respubliki Kazaxstan. URL: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1300001092>.

2. Nesmachnykh O.V., Litovchenko V.V. Klaster'naya politika v strategii innovatsionnogo razvitiya rossii i zarubezhnykh stran // *Fundamentalnye issledovaniya*. 2014. no. 9–1. pp. 162–165. URL: [www.rae.ru/fs/?section=content&op=show\\_article&article\\_id=10003930](http://www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=10003930) (data obrashheniya: 04.12.2015).

3. Porter M. Konkurenciya. M.: Izdatelskij dom «Vilyams», 2003.

4. Fateev V.S. Klaster'y, klaster'nyj podhod i ego ispol'zovanie kak instrumenta regulirovaniya razvitiya nacionalnoj i regionalnoj ekonomiki // *Vesnik Grodzenskaga dzyarzhaynaga universiteta imya Yanki Kupaly. Seryya 5. Ekanomika. Sacyyaliogiya. Biyalogiya*. 2012. no. 2 (131). pp. 40–50.

5. Sharf A.A. Klaster'naya politika kak element innovatsionnoj ekonomiki // *Ekonomika i menedzhment innovatsionnykh texnologij*. 2015. no. 1 [Elektronnyj resurs]. URL: <http://ekonomika.snauka.ru/2015/01/7226> (data obrashheniya: 14.10.2015).

УДК 330.3

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И СТРУКТУРНАЯ ПОЛИТИКА КАК ФАКТОРЫ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ В УСЛОВИЯХ КРИЗИСА

Сулова Ю.Ю., Демченко О.С.

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: dosnotvista@yandex.ru

Целью данной статьи является определение факторов макроэкономической динамики России, наиболее важных на современном этапе. В условиях мирового финансово-экономического кризиса российская экономика больше не может расти на базе увеличения потребления, особенно актуальными становятся структурные факторы. Для экономики нашей страны характерны такие диспропорции, как моноотраслевая структура экономики, неблагоприятная структура рынков, неэффективная структура институтов. Они приводят к неэффективности бизнеса, его низкой инвестиционной и инновационной активности. Формируется замедляющаяся динамика инвестиций, что становится дополнительным препятствием для увеличения эффективного спроса. В данных условиях для ускорения социально-экономического развития необходима активизация структурной политики государства, предполагающей развитие и модернизацию сырьевых отраслей и ускорение развития высоко- и среднетехнологичных производств. Источниками информации для исследования послужили данные российской и международной официальной статистики.

**Ключевые слова:** экономическая структура, макроэкономическая динамика, структурная политика, мировой финансово-экономический кризис

## ECONOMIC STRUCTURE AND STRUCTURAL POLICY AS THE FACTORS OF MACROECONOMIC DYNAMICS IN CRISIS CONDITIONS

Suslova Y.Y., Demchenko O.S.

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: dosnotvista@yandex.ru

This article is aimed at the revealing of the most important factors of Russian contemporary macroeconomic dynamics. In the conditions of the world financial and economic crisis the Russian economy cannot grow on the base of consumption rising, structural factors become more vital. Such imbalances as single-industry structure of economy, unfavorable market structure and inefficient institutional structure are characteristic for the economy of our country. They lead to inefficiency of business, its low investment and innovation activity. In this circumstances activation of the state structural policy, meaning promotion and modernization of extractive industry and acceleration of high and middle-technology industry progress, is necessary for stimulation of social and economic development. The research uses Russian and international official statistics data as an information resource.

**Keywords:** economic structure, macroeconomic dynamics, structural policy, world financial and economic crisis

В условиях мирового финансово-экономического кризиса, начавшегося в 2007 году, модель роста российской экономики, характерная для 2000-х годов, утратила работоспособность. Темпы экономического роста России с 2013 года стали ниже среднемировых, с 2014 года – ниже темпов развитых стран [5]. Кроме того, с 2010 года снизилась корреляция российского экономического роста с темпами развивающихся стран (страны с низким и средним доходом), появились противоположные тенденции (рис. 1). Логично предположить, что специфические российские тенденции макроэкономической динамики вызваны особыми факторами, значение которых в настоящее время возросло.

Докризисный рост в России был основан прежде всего на увеличении совокупного спроса, в особенности потребления (рис. 2). Для «старой» модели роста нашей страны были характерны следующие черты, проявившиеся к 2008 году:

1) высокий темп роста валового внутреннего продукта (ВВП);

2) опережающий рост обрабатывающих производств при хороших показателях роста промышленности в целом. Темп роста промышленности в 2007 г. составил 106,3%, в 2008 г. немного меньше предыдущего результата – 106,2% в первом квартале и 105,5% во втором квартале. При этом темпы роста обрабатывающих производств составляли соответственно 108,7% и 108,1%, а в 2007 г. – 109,5%;

3) повышательная динамика инвестиций. В 2007 г. инвестиции выросли с рекордным темпом 121,1%, в первом квартале 2008 г. их увеличение осталось сопоставимым – 119,1%;

4) выполнение строительством роли отрасли-локомотива экономики. В первом квартале 2008 г. отрасль достигла небывалых темпов роста в 128,9%, а во втором квартале – 118,2%, что сопоставимо с уровнем 2007 г.;

5) сохранение высоких темпов роста торговли. Оборот розничной торговли увеличился на 16,7% в первом и на 14,4% во втором квартале 2008 г.



Рис. 1. Темпы экономического роста России и основных групп стран в 2006–2014 гг., %, данные Всемирного банка [3]

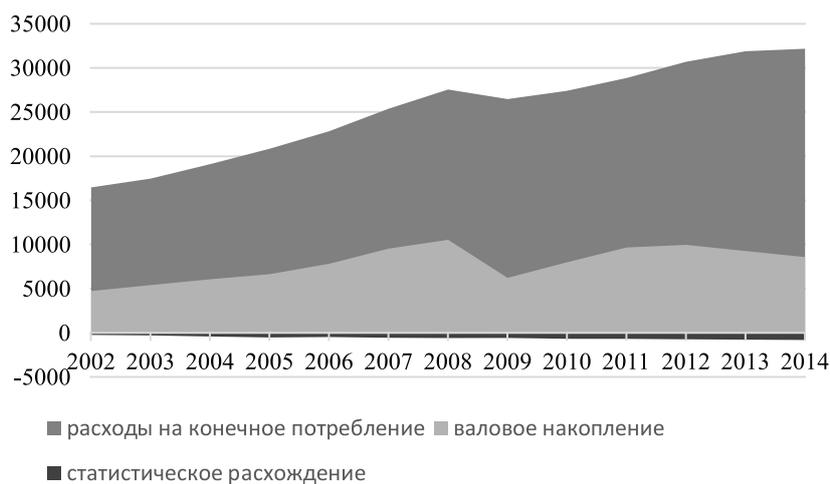


Рис. 2. Динамика элементов российского ВВП по использованию в постоянных ценах 2008 года (2002–2014 гг.) [8]

После начала кризиса рост потребления значительно замедлился, а с 2013 года практически прекратился из-за падения цен на продукты российского экспорта, антироссийских санкций и исчерпания возможностей восстановительного роста за счет неиспользуемых производственных мощностей [7].

Показателем невозможности роста на базе прежней модели является увеличение доли ссуд физическим лицам с просроченными платежами свыше 90 дней в общем объеме ссуд с 7,9% в январе до 10,8% в декабре 2015 года [1]. А также снижение ре-

альных располагаемых денежных доходов населения в январе – ноябре 2015 года на 3,5% [8]. Реальные доходы населения снижаются при наличии «перекредитованности» домохозяйств, что не позволит потреблению значительно вырасти в ближайшие годы [9]. Росту государственного потребления не способствует дефицитность федеральных и большинства региональных бюджетов в последние годы.

В условиях исчерпания мощных драйверов роста усиливается влияние структурных факторов на макроэкономическую динамику. Структурные факторы можно

назвать специфическими факторами кризисного этапа развития экономики. Для России характерны значительные структурные диспропорции [4], которыми можно объяснить различные тенденции в динамике экономик нашей страны и других развивающихся стран.

*Моноотраслевая структура экономики.* В структуре выпуска российской промышленности в 2014 году доля сырьевых отраслей (добыча полезных ископаемых, производство кокса и нефтепродуктов, металлургия) составила 49,1%, значительно увеличившись с 2013 года, когда она равнялась 44,4%. Те же отрасли претендовали на 22% выручки всех предприятий в экономике и 48,5% выручки промышленности [8]. По данным Всемирной торговой организации (ВТО), в структуре товарного экспорта России в 2014 году преобладали топливно-энергетические и иные полезные ископаемые с долей 70,3% [2]. Всё это говорит о преобладании сырьевых отраслей в макроэкономической структуре, что создает зависимость экономики страны от конъюнктуры сырьевых рынков и приводит к потерям доходов.

*Неблагоприятная структура рынков с высокой степенью их монополизации.* Оборот малых предприятий в 2014 году составил 12% оборота всех предприятий России, что говорит о преимущественной роли крупного бизнеса в стране. Ведущая роль монополий в важнейших отраслях экономики приводит к нарушению механизмов рыночной саморегуляции, макроэкономической нестабильности. Например, монопольный рост цен на энергоносители вызывает стабильно высокий уровень инфляции.

*Неэффективная структура институтов.* В рейтинге благоприятности условий для ведения бизнеса Doing Business, подготовленным группой Всемирного Банка на 2015 год, Россия заняла 51 место. Особенно низкими оказались показатели международной торговли (170 место из 189), что, вероятно, связано с антироссийскими санкциями. В целом этот показатель оказался ниже, чем у Казахстана (41 место) и Беларуси (44 место). Однако в последние годы Россия значительно повысила свой рейтинг, поднявшись со 112 места в 2012 году.

Все эти диспропорции приводят к незаинтересованности предпринимателей в ведении бизнеса и его неэффективности. Так, рис. 3 показывает, что рентабельность большинства отраслей, по данным бухгалтерской отчетности за 2014 год, не превысила уровень инфляции. В таких условиях инвестиционная и инновационная активность фирм остается низкой, возникает серьезное препятствие на пути увеличения эффективного спроса. Дополнительным неблагоприятным фактором становятся антироссийские санкции. По всем этим причинам темпы прироста инвестиций в основной капитал снижаются с 2012 года, а в 2014 году стали отрицательными – 2%. В таблице представлены крупнейшие отрасли по объемам инвестиций в машины, оборудование и транспортные средства. По данному показателю лидирует отрасль транспорта и связи. Обрабатывающие производства в целом уступают добывающим отраслям и услугам, связанным с недвижимостью, что отражает экспортно-сырьевую специализацию российской экономики.

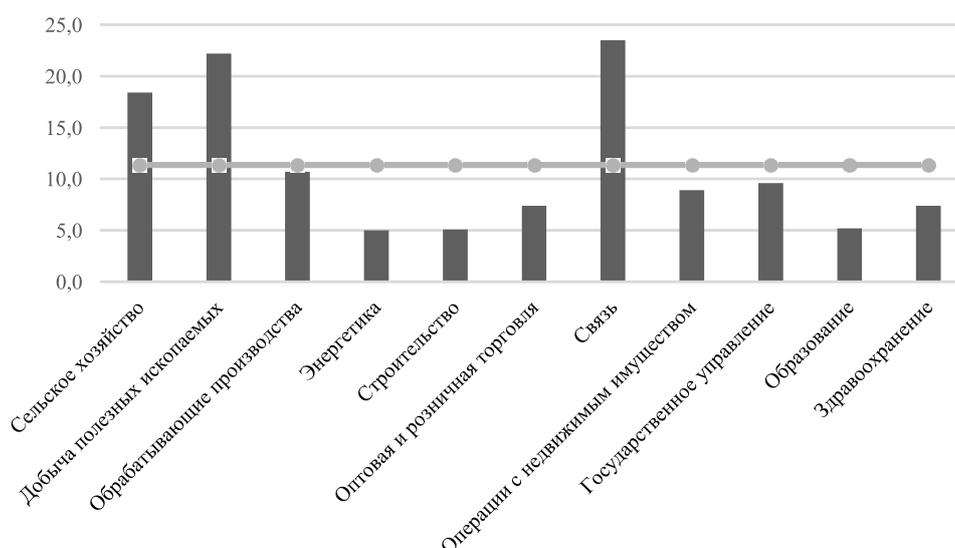


Рис. 3. Рентабельность продукции основных видов экономической деятельности (гистограмма) в России в 2014 году и уровень инфляции (линия) [8]

Виды экономической деятельности, характеризовавшиеся наибольшим объемом инвестиций в основной капитал в 2014 году [8]

Отрасли производства	Объем инвестиций	
	млрд руб.	процент к итогу
Транспорт и связь	3 105,6	23,0
Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	2 354,7	17,4
Добыча полезных ископаемых	2 171,6	16,1
Обрабатывающие производства	2 017,8	14,9
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	1 171,3	8,7
Другие	2 706,7	20,0
<i>Всего</i>	13 527,7	100

Таким образом, в условиях кризиса повышается значимость структурной политики государства. Под структурной политикой понимается деятельность государства и его подразделений (ветвей власти, властных органов), связанная с формированием и поддержанием наиболее эффективных пропорций национальной экономики. Деятельность государства по регулированию структуры национального хозяйства подразделяется на внешнюю и внутреннюю, по основательности решаемых проблем — на стратегическую и тактическую. Стратегия — долговременный курс государства, направленный на комплексное решение крупномасштабных народнохозяйственных задач. Тактика — совокупность приемов и методов, с помощью которых решаются стратегические замыслы и задачи.

Структурная политика направлена на обеспечение сбалансированности экономики, поддержание таких пропорций, при которых возможно наиболее динамичное, устойчивое (равновесное), бескризисное развитие народного хозяйства, встроеного в мирохозяйственные связи. Критерием устранения диспропорций народного хозяйства и эффективности структурной политики является рост показателей валового внутреннего продукта и национального дохода на душу населения.

Как показывает международный опыт, необходимость проведения активной государственной структурной политики объясняется двумя основными причинами:

- недостаточной экономической (рыночной) мотивацией хозяйствующих субъектов к решению задач технологической и структурной модернизации производства, формированию и освоению новых товарных рынков;

- недостаточным влиянием или отсутствием в слаборазвитых отраслях хозяйствующих субъектов, на которых можно было бы направить мероприятия структурной политики.

Для современной России актуальны обе причины. С одной стороны, крупные хозяйствующие субъекты сырьевой специализации (нефтегазовый комплекс) и первичной переработки сырья (металлургия, химия) не имеют достаточной экономической мотивации для серьезной отраслевой диверсификации бизнеса в силу сложившегося разрыва в уровнях рентабельности деятельности в экспортно-ориентированном сырьевом секторе и обрабатывающих отраслях, прежде всего в машиностроении. С другой стороны, в машиностроении и вообще в наукоемком производстве (за некоторыми исключениями) не сформировались мощные хозяйствующие структуры, способные конкурировать с соответствующими зарубежными гигантами на глобальном уровне. И надежд на их стихийное формирование практически нет.

Структурная политика как минимум должна отвечать на концептуальном уровне на следующие вопросы:

- на каких региональных рынках должен преимущественно осуществляться экономический рост (развитие внутреннего рынка, интеграция и ее форматы, экспортно-ориентированная экономика);

- какой должна быть отраслевая структура экономического роста;

- за счет каких источников должен происходить экономический рост и как осуществлять мобилизацию и целевое использование таких ресурсов;

- кто будет основным субъектом модернизации экономики в различных ее секторах (государство, крупный, средний и малый бизнес, иностранный капитал);

- каким должен быть экономический механизм, обеспечивающий заинтересованность хозяйствующих субъектов в активном участии в проектах структурной модернизации национальной экономики, а также достаточную прозрачность финансовых потоков и эффективный контроль за их целевым использованием.

Перспективы структурной перестройки экономики и ее диверсификации в Концепции долгосрочного социально-экономического развития России на период до 2020 года определяются возможностью решения следующих задач [6]:

- обеспечение поступательного развития нефтегазового комплекса, переход к новым технологиям добычи и переработки топлива, увеличение спроса на российские машины и оборудование;

- модернизация сырьевого и перерабатывающего производства, увеличение глубины переработки сырья, снижение энергоемкости производства и повышение его экологичности, расширение присутствия на мировых рынках сырьевых товаров;

- ускорение роста высоко- и среднетехнологичного производства, экономики интеллектуально емких услуг, выход предприятий на внешние и внутренние рынки с новой конкурентоспособной продукцией с высокой долей добавленной стоимости.

В среднесрочной перспективе особенно высок потенциал роста (в том числе путем импортозамещения) среднетехнологичного производства – пищевой промышленности, промышленности строительных материалов, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, а также экспортно ориентированных химической промышленности и цветной металлургии. Нахождение оптимального баланса между экспортом и внутренним потреблением углеводородов создаст условия для мощного развития нефте- и газохимии.

Наибольшими потенциальными конкурентными преимуществами в высоко- и среднетехнологичных секторах Россия обладает в сфере оборонного производства (авиационной, судостроительной, ракетно-космической промышленности и т.д.). Однако отставание гражданских высоко- и среднетехнологичных отраслей (электроника, гражданского авиастроения, автомобилестроения и др.) не только лишает российскую промышленность перспективы прорыва на мировых рынках и эффективно-го импортозамещения, но и создает в долгосрочной перспективе угрозу утраты имеющихся заделов в оборонном производстве.

В этих условиях государство вынуждено предпринимать активные усилия не только по модернизации оборонного комплекса, но и стимулировать развитие двойных технологий, технологическое обновление таких массовых секторов экономики, как автомобилестроение, транспортное машиностроение и станкостроение, которые имеют решающее значение для повышения среднего технологического уровня промышленности и импортозамещения.

Масштаб накопившихся структурных диспропорций и высокая конкуренция ино-

странной продукции в условиях санкций и растущей стоимости энергии и рабочей силы препятствуют эффективной структурной диверсификации промышленности и экономики в целом. Успех диверсификации во многом зависит от установления оптимального сочетания программ и отдельных мероприятий по стимулированию конкуренции и предпринимательской инициативы и государственной поддержки системных прорывных проектов, прежде всего в рамках частно-государственного партнерства.

### Список литературы

1. Банк России: официальный сайт [Электронный ресурс]. – URL: <http://cbr.ru/> (дата обращения 09.01.2016).
2. Всемирная торговая организация: официальный сайт [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.wto.org/> (дата обращения 09.01.2016).
3. Всемирный банк: официальный сайт [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.worldbank.org/> (дата обращения 09.01.2016).
4. Демченко С.К., Мельникова Т.А. Социально-экономическая система страны и проблемы ее эффективности // Проблемы современной экономики. – 2013. – № 3 (47). – С. 136–139.
5. Замараев Б., Киоцевская А. Российская экономика в контексте мировых трендов // Вопросы экономики. – 2015. – № 2. – С. 32–48.
6. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ifap.ru/ofdocs/rus/rus006.pdf> (дата обращения 09.01.2016).
7. Мау В. Социально-экономическая политика России в 2014 году : выход на новые рубежи? // Вопросы экономики. – 2015. – № 2. – С. 5–31.
8. Росстат: официальный сайт [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gks.ru/> (дата обращения 09.01.2016).
9. Суслова Ю.Ю. Сценарный прогноз экономического развития России на 2015–2017 годы и стабилизационная политика / Ю.Ю. Суслова, С.К. Демченко, О.С. Демченко // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2015. – Т. 25, № 1. – С. 13–20.

### References

1. Bank Rossii: oficialnyj sajt [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://cbr.ru/> (data obrashhenija 09.01.2016).
2. Vsemirnaja torgovaja organizacija: oficialnyj sajt [Jelektronnyj resurs]. URL: <https://www.wto.org/> (data obrashhenija 09.01.2016).
3. Vsemirnyj bank: oficialnyj sajt [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://www.worldbank.org/> (data obrashhenija 09.01.2016).
4. Demchenko S.K., Melnikova T.A. Socialno-jekonomicheskaja sistema strany i problemy ee jeffektivnosti // Problemy sovremennoj jekonomiki. 2013. no. 3 (47). pp. 136–139.
5. Zamaraev B., Kijucevskaja A. Rossijskaja jekonomika v kontekste mirovyh trendov // Voprosy jekonomiki. 2015. no. 2. pp. 32–48.
6. Konceptija dolgosrochnogo socialno-jekonomicheskogo razvitija Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda. Utverzhdena rasporyazheniem Pravitelstva Rossijskoj Federacii ot 17 nojabrja 2008 g. no. 1662-r [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://www.ifap.ru/ofdocs/rus/rus006.pdf> (data obrashhenija 09.01.2016).
7. Mau V. Socialno-jekonomicheskaja politika Rossii v 2014 godu : vyhod na novye rubezhi? // Voprosy jekonomiki. 2015. no. 2. pp. 5–31.
8. Rosstat: oficialnyj sajt [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://www.gks.ru/> (data obrashhenija 09.01.2016).
9. Suslova Ju.Ju. Scenarnyj prognoz jekonomicheskogo razvitija Rossii na 2015–2017 gody i stabilizacionnaja politika / Ju.Ju. Suslova, S.K. Demchenko, O.S. Demchenko // Izvestija Irkutskoj gosudarstvennoj jekonomicheskoi akademii. 2015. T. 25, no. 1. pp. 13–20.

УДК 330.341

**ИНФРАСТРУКТУРА СФЕРЫ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫХ УСЛУГ****Тельных В.В., Суслова Ю.Ю.***ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск,  
e-mail: wellvic@mail.ru, JSuslova@sfu-kras.ru*

В настоящей статье рассмотрены основные тенденции развития сферы услуг в Российской Федерации. Дана структура платных услуг населению за последние 5 лет. Проведены исследования динамики цен на услуги на основе ряда факторов. Статья содержит анализ структуры потребительских расходов домашних хозяйств. Основной тенденцией настоящего времени является акцент на развитие сферы туристско-рекреационных услуг как важной составляющей роста ключевых отраслей, таких как транспорт и связь, строительство, сельское хозяйство, производство товаров народного потребления и других. Вместе с тем по-прежнему главным фактором, сдерживающим развитие туризма в России, является неразвитая туристская инфраструктура. В связи с этим актуальным является исследование элементов инфраструктуры сферы туристско-рекреационных услуг. В результате исследований представлена трехуровневая модель инфраструктуры сферы туристско-рекреационных услуг, определены наиболее важные элементы каждого уровня, выявлены направления их развития и совершенствования.

**Ключевые слова:** сфера туристско-рекреационных услуг, инфраструктурные элементы, модель инфраструктуры сферы туристско-рекреационных услуг

**INFRASTRUCTURE OF TOURISM AND RECREATION SERVICES****Telnykh V.V., Suslova Y.Y.***Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Siberian Federal University,  
Krasnoyarsk, e-mail: wellvic@mail.ru, JSuslova@sfu-kras.ru*

This article presents the basic tendencies of development of the service sector in the Russian Federation. Provided the structure of paid services to the population in the last 5 years. The research on the dynamics of prices for services based on a number of factors. The article contains the analysis of the structure of household consumption expenditure. The main trend of the present time is the emphasis on the development of the sphere of tourist and recreational services, as an important component of the growth of key sectors such as transport and communications, construction, agriculture, consumer goods and others. However, as before, the main constraint on the development of tourism in Russia is underdeveloped tourist infrastructure. Current research is the scope of the infrastructure elements of tourist and recreational services. As a result, research shows a three-level model of the infrastructure sphere of tourist and recreational services, identify the most important elements of each level, identified the direction of their development and improvement.

**Keywords:** the sphere of tourist and recreational services, infrastructure elements, infrastructure model of tourist and recreational services

Сфера услуг занимает устойчивые позиции в мировом хозяйстве. Происходящие изменения в сервисном секторе в мировом масштабе настолько существенны, что современную экономику определяют как «сервисную» или «экономику услуг». Вместе с тем толкование термина «сфера услуг» носит неоднозначный характер. Согласно более общей категории определений, сфера услуг трактуется как сфера экономики со специфическими субъектными отношениями и связями в обмене, как широкий круг видов хозяйственной деятельности, направленной на удовлетворение личных потребностей населения и нужд производства, а также потребностей общества в целом независимо от того, предоставляются услуги частным лицам либо организациям. Другая категория определений основана на важности предоставления услуг в первую очередь населению, согласно одной из трактовок, сфера услуг – это совокупность отраслей и видов деятельности, функциональное назначение которых

в системе общественного производства выражается в производстве и реализации услуг и духовных благ для населения [1].

Сфера услуг охватывает значительное число видов деятельности, объединенных в группы с помощью различных классификаций, используемых как на международном, так и национальном уровне. В рамках Всемирной торговой организации международная торговля регулируется Генеральным соглашением о торговле услугами [5]. ГАТС определяет принципы и правила, регулирующие торговлю услугами, выделяет свыше 160 видов услуг, сгруппированных в 12 секторов (деловые услуги, услуги связи, строительные и связанные с ними инженерные услуги, дистрибьюторские услуги, образовательные услуги, услуги, связанные с защитой окружающей среды, финансовые услуги, услуги в области здравоохранения и социального обеспечения, туристские услуги, услуги по организации досуга, культурных и спортивных мероприятий, транспортные услуги, прочие услуги).

Помимо этой классификации, в мировой практике используются классификация Организации экономического сотрудничества и развития (Organisation for Economic

Cooperation and Development), Международная стандартная отраслевая классификация всех видов экономической деятельности (International Standard Industrial Classification of All Economic Activities).

В отечественной практике для статистического учета производства и потребления услуг используются три вида классификаторов: Общероссийский классификатор видов экономической деятельности (ОКВЭД); Международная стандартная отраслевая классификация всех видов экономической деятельности (МСОК/ISIC); Общероссийский классификатор услуг населению (ОКУН), который включает перечень услуг, оказываемых населению предприятиями и организациями различных организационно-правовых форм собственности.

Со сферой услуг в современном мире связаны практически все виды деятельности, причем услуги оказывают не только традиционно сервисные, но и промышленные предприятия, осуществляющие гарантийное и постгарантийное обслуживание продукта, транспортные услуги, информационную поддержку и т.п. В связи с этим следует отметить особую необходимость более глубокого понимания сферы услуг, которая рассматривается уже не как единая отрасль, а как масштабный сектор экономики, обладающий сложной структурой [4].

Для России, как и для многих стран мира, характерна ярко выраженная тенденция увеличения доли сервисного сектора в ВВП. Доля сферы услуг в ВВП России – 58% [3].

Итоги 2014–2015 гг. для российской экономики отражают незначительный рост большинства социально-экономических показателей. Темпы роста составляют 1–3%.

Начиная с 2001 г. на рынке платных услуг населению наблюдается стабильное увеличение объемов предоставления платных услуг населению, которое позволило увеличить объем услуг в 2014 году по сравнению с 2001 годом более чем в 9 раз, со среднегодовым темпом роста – 7,9% [2].

Таблица 1

Прирост потребительских цен (в % к декабрю предыдущего года)

	2001	2010	2011	2012	2013	2014
Потребительские цены:	110,9	108,8	106,1	106,6	106,9	111,4
Продовольственные товары	109,6	112,9	103,9	107,5	107,3	115,4
Непродовольственные товары	106,4	105,0	106,7	105,2	104,5	108,1
Платные услуги	121,0	108,1	108,7	107,3	108,0	110,5

Расширению спроса населения на платные услуги в первую очередь, способствовала сохраняющаяся тенденция замедления роста цен и тарифов на платные услуги (табл. 1).

Вместе с тем цены на платные услуги увеличивались быстрее, чем цены на продовольственные и непродовольственные товары, что способствовало как ограничению потребления отдельных видов услуг, так и изменению потребительских предпочтений населения в пользу покупки готовых товаров.

Рост цен на платные услуги населению происходил под влиянием нескольких факторов, среди которых одним из основных является рост административно регулируемых тарифов на жилищно-коммунальные услуги, отдельные виды услуг пассажирского транспорта (проезд), объем которых в общем объеме услуг достаточно высок (табл. 2).

Перечень услуг, потребляемых высокодоходными группами населения, неизменен. В него традиционно входят отдельные виды услуг связи, платные услуги образования, здравоохранения, туристские услуги, правового характера, некоторые виды бытовых услуг. В период с 2010 года наблюдался устойчивый рост этой категории услуг. Вместе с тем за последний год происходит общее снижение потребления услуг высокодоходными группами населения.

Несмотря на различные тенденции развития отдельных видов услуг не происходит существенного изменения их структуры. По-прежнему более 50% от общего объема расходов населения на услуги тратится на услуги «обязательного характера», не эластичные к доходам населения, такие как услуги жильно-коммунального характера, отдельные виды услуг транспорта [6].

Сопоставление фактической структуры потребления и структуры спроса на рынке услуг позволяет сделать вывод о несбалансированности рынка по отдельным видам услуг.

Анализ структуры потребительских расходов домашних хозяйств свидетельствует, что доля расходов на оплату услуг продолжает расти. В структуре расходов на оплату услуг можно выделить несколько основных тенденций:

Структура платных услуг населению  
(в фактически действовавших ценах; в процентах к итогу)

	2010	2011	2012	2013	2014
Всего	101,5	103,2	103,5	102,0	101,0
Бытовые	102,9	101,4	104,4	105,1	101,6
Ветеринарные	91,5	100,1	108,3	107,2	103,2
Жилищные	106,0	104,4	104,4	101,6	99,7
Коммунальные	103,5	102,3	100,8	99,7	100,7
Медицинские	102,2	104,1	106,7	103,5	104,0
Правового характера	85,3	87,5	86,6	100,2	96,2
Санаторно-оздоровительные	94,3	103,8	103,5	99,8	104,2
Системы образования	99,1	100,5	101,3	98,9	98,0
Транспортные	96,1	103,5	104,4	101,5	99,7
Туристские	120,8	103,6	100,8	102,6	94,6
Гостиниц и аналогичных средств размещения	99,1	103,3	103,7	103,1	103,5
Связи	105,2	107,3	106,0	103,9	102,1
Учреждений культуры	99,5	98,7	100,5	101,6	98,7
Физической культуры и спорта	98,4	105,0	103,3	106,7	106,4

– основную долю занимали услуги обязательного характера: жилищно-коммунальные, пассажирского транспорта, связи;

– потребление услуг культуры, отдыха осуществляется преимущественно семьями с относительно высоким доходом;

– активное потребление бытовых услуг осуществляется семьями со средним уровнем дохода. Семьи с низким уровнем дохода вынуждены ориентироваться на самообслуживание;

– потребление платных услуг образования больше всего характерно для среднедоходных и высокодоходных слоев населения.

В рамках данного исследования более детально рассмотрена сфера туристско-рекреационных услуг и ее инфраструктура. Выбор эмпирической базы исследования не случаен. Основной тенденцией настоящего времени является акцент на развитие сферы туристско-рекреационных услуг как важной составляющей роста ключевых отраслей, таких как транспорт и связь, строительство, сельское хозяйство, производство товаров народного потребления и другие. Вместе с тем по-прежнему главным фактором, сдерживающим развитие туризма в России, является неразвитая туристская инфраструктура. В связи с этим актуальным является выявление элементов инфраструктуры сферы туристско-рекреационных услуг.

Сфера туристско-рекреационных услуг представляет собой систему, функционирующую в общественном окружении. Она является неотъемлемой частью общественной системы и вне ее существо-

вать не может. Туристская система представляет собой совокупность важнейших элементов и компонентов, обеспечивающих ее устойчивое развитие. На разные элементы и компоненты системы оказывается неодинаковое воздействие. Вместе с тем все они оказывают сильное влияние на развитие сферы туристско-рекреационных услуг.

Результаты проведенных исследований представлены автором в виде трехуровневой модели инфраструктуры сферы туристско-рекреационных услуг (рисунок). При этом элементы разделены на уровни: на первом уровне представлены предприятия и организации, непосредственно предназначенные для обслуживания туристов. К ним относятся туроператоры и турагенты, гостиницы и аналогичные средства размещения, специализированный транспорт, предприятия туристской информационной инфраструктуры, обеспечивающие функционирование и развитие информационного пространства территорий, организации научно-образовательной инфраструктуры. На втором уровне представлены предприятия и организации, объем деятельности которых возрастает при увеличении турпотока в регион. К ним можно отнести театры и кинотеатры, цирки, зоопарки, музеи, выставочные залы, развлекательные комплексы и т.п. К третьему уровню относятся предприятия и организации, непосредственно не относящиеся к производству туристского продукта, но необходимые для предоставления туристских услуг.



Модель инфраструктуры сферы туристско-рекреационных услуг

Построение модели инфраструктуры сферы туристско-рекреационных услуг с выделением наиболее значимых элементов на каждом уровне позволит в дальнейшем осуществлять всестороннюю оценку состояния каждого уровня инфраструктуры и выработать предложения относительно направлений дальнейшего развития и совершенствования сферы туристско-рекреационных услуг в целом.

### Список литературы

1. Балаева О.Н., Предводителева М.Д. Основные тенденции развития российской сферы услуг // Маркетинг услуг. – 2008. – № 4. – С. 248–256.
2. Единая межведомственная информационно-статистическая система [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.fedstat.ru/> (дата обращения 06.01.16).
3. Сулова Ю.Ю., Демченко С.К., Демченко О.С. Сценарный прогноз экономического развития России на 2015–2017 годы и стабилизационная политика / Ю.Ю. Сулова, С.К. Демченко, О.С. Демченко // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2015. – Т. 25. – № 1. – С. 13–20.
4. Сулова Ю.Ю. Качество жизни населения как комплексный показатель оценки рыночной инфраструктуры города // Проблемы современной экономики: Евраз. междунар. научно-аналит. журн. – 2008 – № 4 (28) – С. 415–419.

5. Сулова Ю.Ю. Рыночная инфраструктура: теория, методология, проблемы развития : дис. ... д-ра экон. наук. – Красноярск, 2009. – 359 с.
6. Яброва О.А. Проблемно-ориентированное развитие туристско-рекреационных комплексов в регионах Российской Федерации: методология и практика управления: дис. ... д-ра экон. наук. – СПб., 2008. – 390 с.

### References

1. Balaeva O.N., Predvoditeleva M.D. Osnovnye tendencii razvitiya rossijskoj sfery uslug. Marketing uslug, 2008, vol. 4. pp. 248–256.
2. Edinaja mezhvedomstvennaja informacionno-statisticheskaja sistema, Available at: <http://www.fedstat.ru/> (accessed 15 February 2016).
3. Suslova Y.Y., Demchenko S.K., Demchenko O.S. Scenarnyj prognoz jekonomicheskogo razvitiya Rossii na 2015-2017 gody i stabilizacionnaja politika. Izvestija Irkutskoj gosudarstvennoj jekonomicheskoy akademii. 2015. vol. 25. no. 1. pp. 13–20.
4. Suslova Y.Y. Kachestvo zhizni naselenija kak kompleksnyj pokazatel ocenki rynochnoj infrastruktury goroda. Problemy sovremennoj jekonomiki: Evraz. mezhdunar. nauchno-analit. zhurn. 2008, no. 4 vol. 28, pp. 415–419.
5. Suslova Y.Y. Rynochnaja infrastruktura: teorija, metodologija, problemy razvitiya: dis ... PhD. Krasnojarsk, 2009. 359 p.
6. Jabrova O.A. Problemno-orientirovannee razvitie turistko-rekreacionnyh kompleksov v regionah Rossijskoj Federacii: metodologija i praktika upravlenija: dis ... PhD. SPb., 2008. 390 p.

УДК 339.137.2- 026.16

## ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ПАРКА, ОТРАЖАЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ ФАКТОРОВ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ-РЕЗИДЕНТОВ ПЛОЩАДКИ

<sup>1</sup>Тиханов Е.А., <sup>1</sup>Криворотов В.В., <sup>2</sup>Чепур П.В.

<sup>1</sup>Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,  
Екатеринбург, e-mail: tjohn90@mail.ru, v\_krivorotov@mail.ru;

<sup>2</sup>Тюменский государственный нефтегазовый университет, Тюмень, e-mail: chepur@me.com

На протяжении последнего времени промышленные парки, демонстрируя свою эффективность, превратились в локомотив развития бизнеса, обеспечивающий предприятиям-резидентам целый комплекс конкурентных преимуществ. В целях анализа воздействия факторов повышения конкурентоспособности резидентов промпарков авторами сформирована комплексная система показателей функционирования индустриального парка, обеспечивающих количественную оценку и всесторонний учет совокупности «внутрипарковых», местных и региональных факторов. С учетом сформулированных авторами требований разработана система показателей функционирования индустриального парка, включающая два структурных блока: показатели эффективности функционирования промпарка и показатели потенциала территории базирования индустриального парка. Предложены варианты практического использования сформированной системы показателей, с одной стороны, для установления целевых ориентиров дальнейшего развития промпарка по результатам сравнения изучаемого промпарка с проектами-конкурентами, с другой стороны, в целях разработки программы развития индустриального парка, обеспечивающей рост конкурентоспособности резидентов площадки.

**Ключевые слова:** индустриальный парк, предприятие-резидент, конкурентоспособность, система показателей, эффективность функционирования, потенциал территории

## FORMING OF INDUSTRIAL PARK PERFORMANCE INDICATORS SYSTEM REFLECTING THE IMPACT OF RESIDENT COMPANIES COMPETITIVENESS FACTORS

<sup>1</sup>Tikhanov E.A., <sup>1</sup>Krivorotov V.V., <sup>2</sup>Chepur P.V.

<sup>1</sup>Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,  
Ekaterinburg, e-mail: tjohn90@mail.ru, v\_krivorotov@mail.ru;

<sup>2</sup>Tyumen State Oil and Gas University, Tyumen, e-mail: chepur@me.com

Recently industrial parks demonstrating its efficiency became the locomotive of business development providing resident companies by the whole range of competitive advantages. In order to analyze the impact of industrial parks residents competitiveness factors authors state problem to form an integrated system of industrial park performance indicators providing a quantitative assessment and comprehensive record of the set of «inside of park», local and regional factors. Taking into account the range of requirements authors developed a system of industrial park performance indicators including two structural unit: indicators of industrial park performance efficiency and indicators of industrial park based area potential. Suggested the ways of the practical use of generated system: on the one hand, in order to establish benchmarks for the further development of industrial park based on the comparison of the studied industrial park to competing projects, on the other hand, to develop a program of industrial park development aimed at the growth of resident companies competitiveness.

**Keywords:** industrial park, resident company, competitiveness, system of indicators, efficiency of functioning, potential of territory

Успешный опыт многих российских регионов на протяжении последнего десятилетия свидетельствует о том, что промышленные парки на нынешнем этапе развития экономики страны играют заметную роль в обеспечении динамичного роста прямых инвестиций в модернизацию промышленности, создании условий для организации новых конкурентоспособных производств. Это позволяет рассматривать промышленные парки как локомотив развития бизнеса, создающий эффективную платформу для устойчивого долгосрочного роста промышленного комплекса кон-

кретного региона. При этом необходимо отметить, что промышленные парки обеспечивают предприятиям, размещающим производство на их территории, целый комплекс преимуществ, ключевыми из которых являются близость рынков сбыта и трудовых ресурсов, транспортная доступность, упрощенный порядок прохождения резидентами административных и разрешительных процедур, обеспеченность энергетическими ресурсами и передовые инженерные решения.

Учитывая сказанное, заметим, что предприятия-резиденты промышленных

парков находятся под воздействием множества факторов, оказывающих положительное влияние на уровень их конкурентоспособности [1, 3, 6, 7]. Всю совокупность этих факторов по территориальному признаку можно разделить на три блока: «внутрипарковые» факторы (условия, созданные в границах конкретной инвестиционной площадки), местные факторы (преимущества территории, находящейся в непосредственной близости от индустриального парка) и региональные факторы (преференции при размещении производства на территории определенного субъекта Российской Федерации). При этом воздействие обозначенных факторов на конкурентоспособность предприятий возможно оценить и проанализировать исключительно на основе системы количественных показателей, характеризующих их влияние. Это актуализирует для бизнеса проблему определения и оценки набора основных показателей функционирования индустриальных парков и изучения их влияния на уровень конкурентоспособности хозяйствующих субъектов.

С целью учета всего многообразия характеристик деятельности промпарков необходимо сформировать комплексную систему показателей их функционирования, ключевым требованием к которой является обеспечение всестороннего учета совокупности обозначенных выше факторов повышения конкурентоспособности предприятий, действующих на территории инвестиционной площадки.

На практике субъектом, заинтересованным в анализе системы показателей функционирования индустриального парка в целях выработки комплекса управленческих воздействий, направленных на повышение привлекательности площадки для потенциальных инвесторов, является его управляющая компания. Кроме того, подобный анализ дает возможность сформировать программу развития индустриального парка с учетом потребностей уже действующих на его территории предприятий-резидентов, что способствует созданию благоприятных условий для их дальнейшего роста.

В этой связи в систему включаются показатели функционирования индустриального парка, отвечающие следующим основным требованиям:

- показатели должны рассчитываться на основании имеющихся в распоряжении управляющей компании индустриального парка исходных данных;
- управляющая компания должна иметь возможность оказания прямого или косвенного влияния на изменение показателей;
- показатели должны характеризовать деятельность индустриального парка в ди-

намике и давать возможность анализа тенденции его развития.

Вместе с тем необходимо отметить, что система показателей функционирования индустриального парка является открытой и в зависимости от индивидуальных особенностей площадки и объема располагаемых исходных данных может быть дополнена экспертами необходимым набором показателей.

В основе классификации показателей функционирования индустриального парка, оценивающих влияние факторов конкурентоспособности предприятий, действующих на его территории, лежит их дифференциация на два блока:

- блок показателей эффективности функционирования индустриального парка, отражающих воздействие комплекса «внутрипарковых» факторов;

- блок показателей потенциала территории базирования индустриального парка, отражающих воздействие комплекса местных и региональных факторов.

В составе блоков несколько групп показателей, в каждой из которых выделены основные и дополнительные показатели. Разделение показателей на основные и дополнительные осуществляется по степени их значимости (первостепенная или второстепенная) с позиции влияния на уровень конкурентоспособности предприятий-резидентов индустриального парка. Основные показатели дают наиболее комплексную оценку факторов конкурентоспособности, дополнительные показатели позволяют оценить отдельные аспекты проявлений воздействия рассматриваемых факторов [2, 4, 5].

Предлагаемая авторами система показателей функционирования индустриального парка, оценивающих влияние факторов конкурентоспособности предприятий, действующих на его территории, представлена на рисунке и включает 7 групп показателей, описание которых приведено ниже.

1. Эффективность деятельности управляющей компании индустриального парка. Отмеченная группа объединяет показатели, в той или иной мере характеризующие качество и эффективность предоставления управляющей компанией резидентам индустриального парка услуг в режиме «одного окна». Учитывая, что ценовая политика управляющей компании, сбалансированность набора предоставляемых ею сервисов, а также их соответствие реальным потребностям резидентов площадки оказывают прямое воздействие на показатели финансово-экономической деятельности производств на территории промпарка, данная группа показателей имеет первостепенное значение с точки зрения влияния на уровень конкурентоспособности предприятий-резидентов.

Система показателей функционирования индустриального парка, оценивающих влияние факторов конкурентоспособности предприятий-резидентов площадки					
Блок показателей эффективности функционирования индустриального парка			Блок показателей потенциала территории базирования индустриального парка		
1. Эффективность деятельности управляющей компании индустриального парка		2. Качество инфраструктурного обеспечения территории индустриального парка		4. Уровень кадрового и научного потенциала территории базирования индустриального парка	
ОП	1.1. Доля выручки управляющей компании от деятельности по функционированию и созданию индустриального парка в общем объеме выручки управляющей компании по основной деятельности	ОП	2.1. Средний уровень загрузки инфраструктурных мощностей индустриального парка	ОП	4.1. Доля работников предприятий-резидентов индустриального парка с высшим профессиональным образованием
	1.2. Коэффициент отдачи затрат управляющей компании по основной деятельности		2.2. Средняя степень износа объектов инфраструктуры индустриального парка		4.2. Доля работников предприятий-резидентов индустриального парка, прошедших дополнительное обучение в рамках целевых образовательных программ
1.3. Коэффициент активности расширения деятельности управляющей компании	2.3. Средний темп роста тарифов на энергоресурсы, потребляемые резидентами индустриального парка		4.3. Коэффициент соотношения удельного веса затрат на инновации и НИОКР в выручке предприятий-резидентов индустриального парка к удельному весу затрат на инновации и НИОКР на территории субъекта РФ в ВРП		
1.4. Производительность труда работников управляющей компании	2.4. Объем капитальных вложений в развитие индустриального парка в расчете на 1 га площади, обеспеченной новой инфраструктурой. Уровень обеспеченности территории индустриального парка	4.4. Коэффициент соотношения средней заработной платы на предприятиях-резидентах индустриального парка к средней заработной плате на территории базирования индустриального парка			
ДП	1.5. Соотношение между количеством специализированных и базовых услуг, предоставляемых управляющей компанией резидентам	ДП	2.5. Уровень резерва инфраструктуры, обеспеченной индустриального парка	ДП	4.5. Коэффициент соотношения спроса и предложения на рынке труда территории базирования индустриального парка
	1.6. Средняя стоимость аренды земельных участков на территории индустриального парка		2.6. Уровень аварийности инженерных сетей индустриального парка		4.6. Уровень безработицы на территории базирования индустриального парка
	1.7. Средняя стоимость аренды производственных помещений на территории индустриального парка	3. Степень отраслевой специализации и кооперационного потенциала индустриального парка			5. Уровень природно-ресурсного потенциала территории базирования индустриального парка
ОП	3.1. Уровень специализации индустриального парка на определенных видах деятельности	ОП		ОП	5.1. Коэффициент удаленности резидентов индустриального парка от мест сосредоточения минерально-сырьевых ресурсов
ДП	3.2. Уровень кооперирования производства на территории индустриального парка				5.2. Уровень обеспеченности территории базирования индустриального парка запасами природных и техногенных минерально-сырьевых ресурсов
ДП	3.3. Показатель количества заказов, выполняемых в порядке кооперирования между предприятиями-резидентами индустриального парка			6. Уровень транспортно-логистического потенциала территории базирования индустриального парка	
7. Уровень инвестиционного потенциала региона базирования индустриального парка		ОП		6.2. Показатель развитости сети автомобильных дорог с твердым покрытием и железнодорожных путей на территории базирования индустриального парка	
				7.1. Объем государственной поддержки, предоставленной резидентам индустриального парка	
				7.2. Средний уровень налоговой нагрузки на резидентов индустриального парка	
7.3. Темп роста региональной экономики		ДП		7.3. Темп роста региональной экономики	
				7.4. Темп роста количества проверок в отношении ЮЛ и ИП в регионе	
				7.5. Темп роста сроков прохождения в регионе административных процедур	

Система показателей функционирования индустриального парка

2. Качество инфраструктурного обеспечения территории индустриального парка. Вторую группу составляют показатели, с различных сторон характеризующие использование главного актива индустриального парка – объектов инженерной, транспортной и производственной инфраструктуры. Принимая во внимание то, что готовая инфраструктура является ключевым преимуществом индустриальных парков как формы организации инвестиционных площадок, отмеченная группа показателей должна рассматриваться как одна из приоритетных при проведении анализа деятельности промпарка. Эффективное и бесперебойное функционирование инженерных сетей, наличие резерва инфраструктурных мощностей, сбалансированная стоимость энергоресурсов являются залогом стабильной и продуктивной работы предприятий в границах индустриального парка. Показатели инфраструктурного обеспечения индустриального парка определяют временные и финансовые затраты предприятий-резидентов на этапе создания производства, оказывая существенное влияние на уровень текущих производственных расходов.

3. Степень отраслевой специализации и кооперационного потенциала индустриального парка. Эта группа включает показатели, отражающие потенциал площадки

индустриального парка для резидентов в части возможности формирования долгосрочных экономических отношений, ведения совместной либо технологически связанной производственной деятельности. Возможность выстраивания между действующими на территории промпарка компаниями кооперационных связей в профильных для индустриального парка отраслях способствует стабилизации спроса на производимую резидентами продукцию, повышению эффективности использования производственных мощностей, углублению специализации производств резидентов. Следствием этого является оптимизация производственных процессов, рост качества выпускаемой продукции и производительности труда, снижение издержек и повышение рентабельности деятельности предприятий-резидентов.

4. Уровень кадрового и научного потенциала территории базирования индустриального парка. Данная группа объединяет показатели, характеризующие обеспеченность территории в районе размещения индустриального парка трудовыми ресурсами, в том числе высококвалифицированными, степень развития и качество системы образования, уровень развития научно-технической сферы, инновационный и интеллектуальный потенциал территории. Высокий трудовой и научно-технический потенциал

территории дает резидентам индустриального парка возможность в условиях высокой конкуренции на рынке труда укомплектовать производство профессиональными работниками, при этом постоянно повышать уровень их квалификации, эффективно осуществлять научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки и внедрять инновационные решения в производство.

5. Уровень природно-ресурсного потенциала территории базирования индустриального парка. В указанную группу вошли показатели, характеризующие обеспеченность прилегающей к индустриальному парку территории запасами полезных ископаемых и техногенных минеральных ресурсов, которые могут быть вовлечены в хозяйственный оборот и во многом определяют отраслевой профиль перспективных для развития на данной территории производств. Близость сырьевой базы позволяет минимизировать временные затраты по транспортировке и предварительной обработке сырья, экономить на логистических расходах, что в итоге дает предприятиям возможность устанавливать конкурентные цены на реализуемую продукцию.

6. Уровень транспортно-логистического потенциала территории базирования индустриального парка. Данная группа показателей с различных сторон характеризует положение территории размещения индустриального парка по отношению к транспортной сети, степень развития которой оказывает большое влияние на перспективы успешной деятельности предприятий, функционирующих в ее границах. Логистическая связность пространства обеспечивает возможность быстрого, беспрепятственного и экономически эффективного обмена между субъектами экономики, а близость рынков сбыта позволяет компаниям с минимальными затратами и в оптимальные сроки осуществлять реализацию готовой продукции.

7. Уровень инвестиционного потенциала региона базирования индустриального парка. Последняя группа показателей характеризует степень благоприятности инвестиционного климата на территории размещения индустриального парка, созданные в регионе условия для ведения бизнеса и инструменты поддержки инвестиционной деятельности. Эффективность оказания государственных услуг для бизнеса, степень административного давления на предпринимателей, разнообразие и доступность различных видов финансовой и нефинансовой поддержки резидентов индустриальных парков, уровень инвестиционных рисков во

многим определяют стабильность, прогнозируемость и перспективы развития деятельности компаний-резидентов индустриального парка.

Предложенная система показателей функционирования индустриального парка позволяет управляющим компаниям в динамике осуществить комплексный анализ деятельности инвестиционной площадки, ее ключевых преимуществ и недостатков. С одной стороны, управляющие компании имеют возможность сопоставить значения отдельных показателей деятельности промпарка с аналогичными показателями площадок-конкурентов, тем самым выявить показатели, нуждающиеся в улучшении, и установить целевые ориентиры для дальнейшего развития. С другой стороны, разработанная система показателей, отражающая воздействие комплекса факторов конкурентоспособности предприятий-резидентов индустриальных парков, может быть использована для формирования программы развития индустриального парка, конечным целевым показателем которой будет выступать рост конкурентоспособности резидентов площадки.

#### **Выводы**

1. Обозначены ключевые факторы повышения конкурентоспособности предприятий-резидентов индустриальных парков.

2. Определен и обоснован комплекс требований, предъявляемых к содержанию системы показателей функционирования индустриального парка.

3. Разработана система показателей функционирования индустриального парка, оценивающих влияние факторов конкурентоспособности действующих на его территории предприятий, которая включает два структурных блока: показатели эффективности функционирования индустриального парка и показатели потенциала территории базирования промпарка.

4. Подчеркнуто, что сформированная система показателей носит открытый характер и в случае необходимости может быть дополнена необходимым набором показателей.

5. Предложены направления практического применения разработанной системы показателей функционирования индустриального парка: сопоставление изучаемого промпарка с конкурирующими площадками для установления целевых ориентиров дальнейшего развития промпарка, а также формирования целостной программы развития индустриального парка, направленной на повышение конкурентоспособности резидентов площадки.

## Список литературы

1. Иогман Л.Г., Гусаков М.А. Индустриальные парки как инструмент реализации стратегии регионального развития // Экономика региона. – 2007. – № 4. – С. 85–94.
2. Криворотов В.В., Калина А.В., Матвеева Т.В., Байраншин А.Ю. Повышение конкурентоспособности современных российских территориально-производственных комплексов. – Екатеринбург: УрФУ, 2013. – 262 с.
3. Криворотов В.В., Калина А.В., Тиханов Е.А., Ерыпалов С.Е. Индустриальные парки как эффективный механизм роста конкурентоспособности региональных производственных комплексов // Вестник УрФУ. Серия экономика и управление. – Екатеринбург, 2014. – № 2. – С. 61–74.
4. Криворотов В.В., Калина А.В., Третьяков В.Д., Тиханов Е.А., Парфенов К.Е. Оценка и повышение конкурентоспособности российских машиностроительных комплексов // Вестник УрФУ. Серия экономика и управление. – Екатеринбург, 2013. – № 4. – С. 61–76.
5. Криворотов В.В. Методология формирования механизма управления конкурентоспособностью предприятия: монография. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. – 238 с.
6. Тиханов Е.А. Индустриальные парки как эффективный инструмент развития региональной экономики // Российские регионы в фокусе перемен: тезисы докл. Междунар. конференции (Екатеринбург, 13–14 нояб. 2015 г.). – Екатеринбург, 2015. – С. 251–255.
7. Тиханов Е.А. Индустриальные парки как эффективный механизм развития приоритетных отраслей в масштабах региона // Устойчивое развитие российских регионов: экономическая политика в условиях внешних и внутренних шоков: тезисы докл. Междунар. конференции (Екатеринбург, 17–18 апр. 2015 г.). – Екатеринбург, 2015. – С. 1150–1154.

## References

1. Iogman L.G., Gusakov M.A. *The regions economy*, 2007, no. 4, pp. 85–94.
2. Krivorotov V.V., Kalina A.V., Matveeva T.V., Bayranshin A.Yu. *Povyshenie konkurentosposobnosti sovremennykh rossiyskikh territorialno-proizvodstvennykh kompleksov* [Improving the Competitiveness of Modern Russian Clusters]. Ekaterinburg, UrFU, 2013. 262 p.
3. Krivorotov V.V., Kalina A.V., Tikhonov E.A., Erypalov S.E. *VestnikURFU – Academic News UrFU. Economics and Management Series*, 2014, no. 2, pp. 61–74.
4. Krivorotov V.V., Kalina A.V., Tretjakov V.D., Tihanov E.A., Parfenov K.E. *VestnikURFU – Academic News UrFU. Economics and Management Series*, 2013, no. 4, pp. 61–76.
5. Krivorotov V.V. *Metodologiya formirovaniya mekhanizma upravleniya konkurentosposobnostyu predpriyatiya: monografiya* [Methodology of Enterprise Competitiveness Management Mechanism Formation: Monograph]. Ekaterinburg, UGTU-UPI, 2007. 238 p.
6. Tihanov E.A. *Trudy Mezhdunarodnoy konferentsii «Rossiyskie regiony v fokuse peremen»* (Proc. Int. Conf. «Russian Regions in the Focus of Changes»). Ekaterinburg, 2015, pp. 251–255.
7. Tihanov E.A. *Trudy Mezhdunarodnoy konferentsii «Ustoychivoe razvitie rossiyskikh regionov: ekonomicheskaya politika v usloviyakh vneshnikh i vnutrennikh shokov»* (Proc. Int. Conf. «Sustainable Development of the Russian Regions: the Economic Policy in Condition of External and Internal Shocks»). Ekaterinburg, 2015, pp. 1150–1154.

УДК 65.012.2

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ КЛАСТЕРОВ

Шехтман А.Ю.

*ОАНО ВО «Волжский университет имени В.Н. Татищева» (институт),  
Тольятти, e-mail: Anya-Shehtman@mail.ru*

В настоящее время задача повышения эффективности управления развитием промышленности, поиска наиболее оптимальных форм пространственной организации экономики, а также разработки механизмов управления их развитием становится наиболее актуальной. Важнейшим инструментом повышения конкурентоспособности стран и регионов в современном мире стала кластерная форма пространственной организации экономики. В статье проведен сравнительный анализ нормативно-правового элемента кластерной политики на примере зарубежного и отечественного опыта, проанализированы законодательные акты, программы развития, постановления правительства, выделены основные недостатки проведения кластерной политики в Российской Федерации. Систематизированные данные в статье о применении нормативно-правового механизма в кластерных политиках зарубежных стран позволяют сделать вывод о том, что не существует единого подхода к управлению кластерными системами, различия определяются историческими, демографическими, географическими особенностями развития государств. Вместе с тем можно утверждать, что применение и развитие кластерного подхода в различных странах выводит каждую из них на новый вектор экономического развития.

**Ключевые слова:** кластерная политика, кластерные системы, нормативно-правовые механизмы, управление развитием

## COMPARATIVE ANALYSIS OF MECHANISMS OF REGULATION OF DEVELOPMENT ECONOMIC CLUSTER

Shekhtman A.Y.

*Volzhsky University named after V.N. Tatischev, Tolyatti, e-mail: Anya-Shehtman@mail.ru*

At present, the task of improving the efficiency of management of the development of industry, to find the most optimal forms of the spatial organization of the economy, as well as the development management tools, becomes the most urgent. The most important tool for improving competitiveness in the modern world, countries and regions has become a cluster form of spatial organization of the economy. The article gives a comparative analysis of the regulatory element of cluster policy on the example of foreign and domestic experience, analyzed legislation, development programs, government regulations, identified the main shortcomings of the cluster policy in the Russian Federation. Systematized data in an article on the use of the regulatory mechanism in the cluster policy of foreign countries, led to the conclusion that there is no single approach to the management of cluster systems, the differences are determined by historical, demographic, geographical features of development of the states. At the same time, it can be argued that the use and development of the cluster approach in various countries, each of them takes on a new vector of economic development.

**Keywords:** cluster policy, cluster systems, regulatory mechanisms, management of development

В последние годы в России и за рубежом кластерный подход к развитию экономических систем не только получил широкое распространение, но и признан как инструмент для повышения конкурентоспособности предприятий, регионов и страны в целом. Данный аспект подтверждается тем фактом, что такой подход имеет лучшую эффективность по сравнению с типовыми инструментами развития. Объясняется это тем, что практически в каждой национальной экономике разрабатываются и создаются механизмы формирования «точек роста», в качестве которых применяют и кластерные экономические системы.

Важным элементом таких механизмов являются регуляторы развития кластера, к которым обычно относят нормативно-правовые документы, регулирующие создание, вектор направлений развития кластер-

ных систем, механизмы финансирования, утверждение управляющей организации. Следует отметить, что базовые категории процессов формирования и управления кластерными системами не имеют единой дефиниции, отличаются механизмами регулирования, комплексом факторов воздействия, национальными особенностями подходов экономического развития.

Анализ зарубежного и отечественного опыта управления показывает необходимость обеспечения устойчивого развития региональных и кластерных систем, позволяющих получить повышенные социальные и экономические параметры развития территориальных систем хозяйствования и, как следствие, разработку и внедрение экономически целесообразных инструментов управления. Таким инструментом является государственная кластерная политика,

в рамках которой проводятся мероприятия, направленные на поддержку развития кластера. В этой связи, исходя из анализа подходов к определению кластерной политики [6, 7], сформулируем обобщенный взгляд на данное понятие: под кластерной политикой будем понимать инструмент формирования, управления и развития кластерных систем, который включает в себя механизмы организационного характера, нормативно-правового обеспечения, финансово-бюджетное обеспечение, информационное обеспечение и главной целью которого является повышение эффективности функционирования кластера и рост его конкурентоспособности.

На основании ранее проведенных исследований [7] автором выделена модель кластерной политики, в которой делается акцент, прежде всего, на сбалансированности и согласованности интересов участников кластерной системы, а также определены задачи управления элементами кластера, к основным из которых можно отнести задачи управления развитием территорией, инфраструктурой производства, конкурентной средой кластера, социальной сферой, научно-образовательной сферой, инвестиционными потоками, организации сбалансированного развития всех элементов и процессов кластерной системы.

Формирование кластерной политики и обоснование методов ее реализации требуют анализа и обобщения подходов к ее разработке. С нашей точки зрения, управление промышленным кластером, как и управление любой общественной организационной структурой, складывается из стратегического и тактического взаимодействия с внешней и внутренней средой. В связи с этим управление внутренней средой кластера – это регулирование взаимодействия участников кластера и распределения ресурсов между ними с целью максимизации экономической эффективности каждого участника и всей системы в целом.

В ходе анализа зарубежных кластерных систем выявлено, что кластерная политика в подавляющем большинстве стран реализуется как составная часть инновационной, научно-технической или даже региональной политики. Так, 75% стран относят кластерную политику к инновационной, 25% – к региональной, более чем половина стран – к научно-технической и промышленной [10].

Проведение кластерной политики в США отличается от европейских инициатив: отсутствует общефедеральный курс, направленный на развитие кластеров; государство использует такие инструменты, как поддержка конкурентных условий, научно-исследовательской и образовательной деятельности, повышение качества инфраструктуры, опираясь в основ-

ном на уровень региона (штат, административная территория). Федеральное правительство США напрямую не вмешивается в политику штатов, но оказывает косвенное регулятивное воздействие с помощью таких агентств, как Economic Development Administration (EDA), Department of Commerce (DoC), маркетингово-аналитические и брендинговые компании (Economic Competitiveness Group) (США), Национальный совет по конкурентоспособности, на которые возложены функции регионального развития и встраивания кластерного подхода в разработку стратегии социально-экономического развития территорий [9].

Регулирование развития кластерных систем со стороны государственных органов определяется нормативно-правовыми механизмами управления и выражается в принятии в последние несколько лет ряда законов и положений, которые регламентируют пути предоставления грантов, финансирование, улучшение инновационной инфраструктуры, сглаживание информационных барьеров между соседними кластерами, маркетинг инноваций и многое другое. В настоящее время в США существует ряд государственных программ, направленных на финансирование малых инновационных предприятий (табл. 1), а также законов по поддержке развития кластерных систем.

Таким образом, поддерживая и разрабатывая механизмы для развития малого бизнеса, правительство США в течение многих лет создает крепкий плацдарм для существования инновационно направленных, эффективных кластеров, не имеющих аналогов в мире. При этом доля малых и средних предприятий в составе успешных кластеров обычно превышает 50%. В таком сочетании ценится гибкость и адаптивность малого бизнеса в отношении инноваций, их незаменимость при производстве малых партий продукции, предоставлении эксклюзивных услуг.

Развитие кластерных систем в США непосредственным образом сказалось на развитии венчурной отрасли. Взаимодействие в кластерных системах позволяет наладить связи между венчурными инвесторами и местными научными и научно-исследовательскими институтами, что не только способствует более продуктивному обмену информацией о перспективных.

Формирование кластерных систем в российской экономике в последнее время становится одним из ведущих инструментов управления развитием региональной экономики. Подтверждением тому является наличие федеральных, региональных программ, законодательных актов, методических рекомендаций в области формирования кластерной политики, которые можно разделить на

два функционирующих уровня: нормативно-методический, представленный концепциями, стратегиями и программами развития, и законодательный (представленный федеральными законами) [1].

За формирование и реализацию кластерной политики Российской Федерации, координацию органов исполнительной власти, формирование мер государственной поддержки отвечает Министерство экономического развития РФ. На региональном уровне

кластерная политика формулируется в рамках стратегии федеральных округов и субъектов РФ и реализуется региональными органами исполнительной власти и центрами кластерного развития. За разработку и реализацию кластерной политики в отраслях отвечают профильные министерства (Минсельхоз России, Минпром России и пр.). В табл. 2 представим основные нормативно-правовые документы, регламентирующие проведение кластерной политики в России.

**Таблица 1**

Государственные программы, направленные на развитие кластерных систем в США

Название программы, закона	Характеристика
Программа поддержки инновационных исследований малого бизнеса (The Small Business Innovation Research Program – SBIR). Программа по распространению технологий малого бизнеса (The Small Business Technology Transfer Program – STTR). Программа по созданию инвестиционных компаний для малого бизнеса (the Small Business Investment Company – SBIC)	Программы координируются администрацией малого бизнеса США (Small Business Administration), финансирование частично происходит за счет федерального бюджета. Программы SBIR и STTR обеспечивают развитие стратегически важных направлений инновационной деятельности на государственном уровне, общий годовой бюджет – более 1 млрд долл. Каждый год реализуется около 1000 инновационных технологических проектов [5]
Закон № 112-106 от 05.04.2012 «О поддержке стартап-компаний в США» (Jumpstart Our Business Startups Act of 2012) [8]	Направлен на стимулирование финансирования субъектов малого бизнеса, в том числе за счет ослабления некоторых норм регулирования финансового рынка
Развитию кластерных систем также способствует принятый в 2010 году законодательный акт (America COMPETES Act2) [9]	Департамент США получает полномочия выделять конкурсные гранты для инновационных региональных кластеров, а также на создание исследовательских и информационных программ для развития региональных инновационных стратегий

**Таблица 2**

Нормативно-правовые документы, регламентирующие проведение кластерной политики РФ

Название документа	Характеристика
Концепция кластерной политики в Российской Федерации (2008 г.) [2]	Введено понятие территориально-производственного кластера, выделены основные признаки, типы и проблемы развития кластеров в российской экономике, направления развития кластерных систем. С 2010 г. в РФ реализуются меры государственной поддержки центров кластерного развития. В 2012 г. Правительством РФ сформирован перечень инновационных территориальных кластеров для осуществления государственной поддержки
Стратегия развития науки и инноваций в Российской Федерации на период до 2015 года [4]	Определены задачи модернизации экономики в виде стимулирования спроса на инновации и результаты научных исследований, создание условий и предпосылок для формирования устойчивых научно-производственных кооперационных связей, инновационных сетей и кластеров
Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 г. [2]	Сделан акцент на том, что будущее инновационное развитие страны напрямую зависит от способности государственных органов власти обеспечить условия для дальнейшего развития кластерных инициатив. В частности, развитие выражается в направлении результативной кооперации организаций – поставщиков оборудования и комплектующих, специализированных производственных и сервисных услуг, научно-исследовательских и образовательных организаций в рамках территориально-производственных кластеров
Проект Концепции совершенствования региональной политики в Российской Федерации (2010 г.) [10]	Определены зоны опережающего экономического роста для развития кластерных систем

Таким образом, в субъектах РФ идут процессы формирования кластерной политики, однако существует проблема недостаточной разработанности нормативных актов, ее регулирующих. Так, например, функции и направления развития организаций кластерных систем, позволяющих вести эффективную организационно-управленческую политику, в нормативных актах впервые прописаны только в 2015 г. (Постановление Правительства РФ от 31.07.2015 г. № 779 «О промышленных кластерах и специализированных организациях промышленных кластеров»). В целом анализ показывает наличие отдельных разрозненных правовых актов в Российской Федерации, не раскрывающих внутреннее содержание и функциональную направленность кластерных систем, не обеспечивающих взаимосвязи во всех их структурных компонентах, не способствующих проведению эффективной кластерной политики. Поэтому в настоящее время существует необходимость совершенствования правового регулирования кластерных систем.

Рассматривая структуру механизма управления развитием кластерных систем, можно выделить два уровня управления:

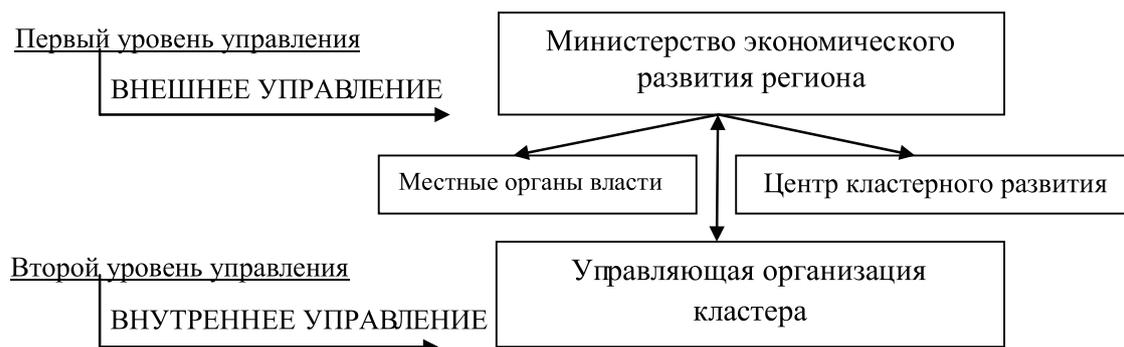
1) *внешний* (региональные органы государственной власти, в частности: министерство экономического развития региона, центр кластерного развития, местные власти);

2) *внутренний* (управляющая кластерная организация – менеджмент кластера) (рисунок).

В связи с вышеизложенным можно выделить следующие проблемы реализации кластерной политики в Российской Федерации: высокий политический риск и возможность ослабления государственной поддержки в долгосрочной перспективе; недостатки существующих механизмов финансовой поддержки кластерных систем; активное использование кластерных систем в коррупционных целях (многие регионы используют кластеры как современный, модный бренд); наличие отдельных разрозненных правовых актов, что усложняет задачу управления кластерных систем; недостаточная развитость малого бизнеса, относительно неразвитые инфраструктурные и организационные условия, в отличие от зарубежных стран; слабый уровень развития механизма согласования и взаимодействия между участниками кластерных систем.

Таким образом, эффективное управление кластерными системами способно активизировать инновационную активность и, соответственно, улучшить экономические показатели развития территории. Систему управления кластером необходимо рассматривать как набор механизмов, обеспечивающих получение синергетического эффекта от взаимодействия участников кластера, улучшение социально-экономического климата в регионе.

Управление кластерными системами со стороны государственных органов должно выражаться в разработке адекватных нормативных актов, финансовой поддержке,



*Структура механизма управления развитием кластерных систем*

Поэтому применение механизма согласования между региональными органами государственной власти, менеджером кластера и компаниями-участниками кластера будет способствовать эффективному развитию существующих кластеров и зарождению новых на территории региона.

достижении обеспечения корпоративных интересов всего кластера, а не отдельных его участников. Систематизированные данные в статье о применении нормативно-правового механизма в кластерных политиках зарубежных стран позволяют сделать вывод об отсутствии единого подхода

к управлению кластерными системами – различия определяются историческими, демографическими, географическими особенностями развития государств. Однако можно утверждать, что применение и развитие кластерного подхода в различных странах выводит их на новую ступень экономического развития.

### Список литературы

1. Бочкова Е.В. Нормативно-правовой механизм формирования кластерных структур в России // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2013. – № 8. – С. 7–14.
2. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: ([http://www.economy.gov.ru/minec/activity/sections/fcp/rasp\\_2008\\_n1662\\_red\\_08.08.2009](http://www.economy.gov.ru/minec/activity/sections/fcp/rasp_2008_n1662_red_08.08.2009)).
3. Обзор инновационных кластеров в иностранных государствах. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lobbying.com.ua/obzor.doc> (дата обращения: 02.12.2015).
4. Стратегия развития науки и инноваций в Российской Федерации на период до 2015 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://kf.osu.ru/dept/nauch/osnov\\_doc/strategiya\\_razvit.pdf](http://kf.osu.ru/dept/nauch/osnov_doc/strategiya_razvit.pdf).
5. Финансирование инновационного развития. Сравнительный обзор опыта стран ЕЭК ООН в области финансирования на ранних этапах развития предприятий: пер. с англ. // Российская ассоциация венчурного инвестирования: интернет-сайт. – СПб.: РАВИ, 2008. Режим доступа: [http://www.rvca.ru/upload/files/lib/Financing\\_Innovative\\_Development.pdf](http://www.rvca.ru/upload/files/lib/Financing_Innovative_Development.pdf). (дата обращения: 13.12.15).
6. Шаркова А. Мировой опыт функционирования финансовой инфраструктуры поддержки инновационного предпринимательства // Предпринимательство. – 2010. – № 6.
7. Шехтман А.Ю. Системный анализ элементов кластерной политики // Системный анализ в проектирования и управлении: труды XVIII Международной научно-практической конференции, 01.07-03.07.2014. Часть 1. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014 – 321 с. (С. 251–259).
8. Jumpstart Our Business Startups Act of 2012 / Закон № 112-106 от 5.04.12.
9. Official Text and Related Information on the America COMPETES Reauthorization Bill of 2010. [Электронный

ресурс]. – Режим доступа: <http://thomas.loc.gov/cgi-bin/bdquery/z?d111:HR5116>.

10. The Concept of Clusters and Cluster Policies and Their Role for Competitiveness and Innovation: Main Statistical Result and Lessons learned. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/files/clusters-working-document-sec-2008-2635\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/files/clusters-working-document-sec-2008-2635_en.pdf).

### References

1. Bochkova E.V. Normativno-pravovoj mehanizm formirovaniya klasternyh struktur v Rossii // Vestnik Krasnojarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. no. 8. S. 7-14.
2. Konceptija dolgosrochnogo socialno-jekonomicheskogo razvitija Rossijskoj Federacii na period do 2020 g. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: ([http://www.economy.gov.ru/minec/activity/sections/fcp/rasp\\_2008\\_n1662\\_red\\_08.08.2009](http://www.economy.gov.ru/minec/activity/sections/fcp/rasp_2008_n1662_red_08.08.2009)).
3. Obzor innovacionnyh klasterov v inostrannyh gosudarstvah. [Jelektronnyj re-surs]. Rezhim dostupa: [http://lobbying.com.ua/obzor\\_.doc](http://lobbying.com.ua/obzor_.doc) (data obrashhenija: 02.12.2015).
4. Strategija razvitija nauki i innovacij v Rossijskoj Federacii na period do 2015 ot 15.02.06 no. 1. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [http://kf.osu.ru/dept/nauch/osnov\\_doc/strategiya\\_razvit.pdf](http://kf.osu.ru/dept/nauch/osnov_doc/strategiya_razvit.pdf).
5. Finansirovanie Innovacionnogo Razvitija. Sravnitelnyj obzor opyta stran EJeK OON v oblasti finansirovaniya na rannih jetapah razvitija predpriyatij: per. s angl. // Rossijskaja asociacija venchurnogo investirovaniya: internet-sajt. SPb.: RAVI, 2008. Rezhim dostupa: <http://thomas.loc.gov/cgi-bin/bdquery/z?d111:HR5116>.
6. Sharkova A. Mirovoj opyt funkcionirovaniya finansovoj infrastruktury pod-derzhki innovacionnogo predprinimatelstva // Predprinimatelstvo. 2010. no. 6.
7. Shehtman A.Ju. Sistemnyj analiz jelementov klasternoj politiki/ Sistemnyj analiz v proektirovanija i upravlenii: Trudy XVIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, 01.07-03.07.2014. Chast1. SPb.: Izd-vo Politehn. un-ta, 2014 321 p. (pp. 251–259).
8. Jumpstart Our Business Startups Act of 2012. Zakon no. 112-106 ot 5.04.12.
9. Official Text and Related Information on the America COMPETES Reauthorization Bill of 2010. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa.
10. The Concept of Clusters and Cluster Policies and Their Role for Competitiveness and Innovation: Main Statistical Result and Lessons learned. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/files/clusters-working-document-sec-2008-2635\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/files/clusters-working-document-sec-2008-2635_en.pdf).