

---

---

# ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 12 2015  
Часть 3  
ISSN 1812-7339

---

---

Журнал издается с 2003 г.

Электронная версия: [www.fr.rae.ru](http://www.fr.rae.ru)

Правила для авторов: [www.rae.ru/fs/rules](http://www.rae.ru/fs/rules)

Подписной индекс по каталогу «Роспечать» – 33297

***Главный редактор***

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

***Зам. главного редактора***

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

***Ответственный секретарь редакции***

*Бизенкова Мария Николаевна*

***РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ***

д.т.н., проф. Бошенятов Б.В. (Москва); д.т.н., проф. Важенин А.Н. (Нижний Новгород); д.т.н., проф. Гилёв А.В. (Красноярск); д.т.н., проф. Гоц А.Н. (Владимир); д.т.н., проф. Грызлов В.С. (Череповец); д.т.н., проф. Захарченко В.Д. (Волгоград); д.т.н. Лубенцов В.Ф. (Ульяновск); д.т.н., проф. Мадера А.Г. (Москва); д.т.н., проф. Пачурин Г.В. (Нижний Новгород); д.т.н., проф. Пен Р.З. (Красноярск); д.т.н., проф. Петров М.Н. (Красноярск); д.т.н., к.ф.-м.н., проф. Мишин В.М. (Пятигорск); д.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)

---

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.

Журнал представлен в **Научной электронной библиотеке (НЭБ)** – головном исполнителе проекта по созданию Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). Место в общем рейтинге **SCIENCE INDEX за 2013 год – 207** (из 3009 индексируемых РИНЦ журналов).

Журнал включен в **«Перечень рецензируемых научных изданий»**, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук».

---

Ответственный секретарь редакции –  
*Бизенкова Мария Николаевна* – +7 (499) 705-72-30  
E-mail: **edu@rae.ru**  
Почтовый адрес  
г. Москва, 105037, а/я 47 АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ,  
редакция журнала «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ»  
Учредитель – МОО «Академия Естествознания»  
Издательство и редакция: Издательский Дом «Академия Естествознания»  
Типография ИД «Академия Естествознания», г. Саратов, ул. Мамаевой, 5

Подписано в печать 30.11.2015  
Формат 60x90 1/8  
Технический редактор Кулакова Г.А.  
Корректор Галенкина Е.С.  
Усл. печ. л. 25,88.  
Тираж 1000 экз. Заказ ФИ 2015/12

## СОДЕРЖАНИЕ

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

ОЧИСТКА АППАРАТОВ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ГАЗА <i>Акулов К.А., Голик В.В., Пономарёва Т.Г.</i> .....	453
УНИФИЦИРОВАННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИСПЫТАНИЙ ГАЗОТУРБИННЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ <i>Кавалеров Б.В., Басаргин Ш.Д.</i> .....	457
ПЕРЕНОС ИОНОВ СОЛИ В ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЯЧЕЙКЕ С ВРАЩАЮЩИМСЯ МЕМБРАННЫМ ДИСКОМ С УЧЕТОМ ЭЛЕКТРОКОНВЕКЦИИ. ЗАВИСИМОСТЬ ТОЛЩИНЫ ДИФФУЗИОННОГО СЛОЯ ОТ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ <i>Коваленко А.В., Уртенев М.Х., Казаковцева Е.В., Бостанов Р.А., Лайпанова З.М.</i> .....	463
ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ СТЕРЖНЕВЫХ ПОКОВОК С ФЛАНЦАМИ, ИЗГОТАВЛИВАЕМЫХ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКОЙ ВЫДАВЛИВАНИЕМ НА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРЕССАХ <i>Логутенкова Е.В., Антонюк Ф.И.</i> .....	468
ПОЛУЧЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО СВЯЗУЮЩЕГО ПЕКА МЕТОДОМ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕЙ <i>Маракушина Е.Н., Кузнецов П.Н., Бурюкин Ф.А., Косицына С.С.</i> .....	474
ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ПОЛИМЕРЫ СОКОВ МЕТОДОМ ПЛАНАРНОЙ ГЕЛЬПРОНИКАЮЩЕЙ ХРОМАТОГРАФИИ <i>Мартазанова Р.М., Султыгова З.Х., Саламов А.Х., Темирханов Б.А.</i> .....	480
РАЗРАБОТКА АППАРАТНОГО БУФЕРНОГО УСТРОЙСТВА ПАМЯТИ МНОГОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ <i>Мартышкин А.И.</i> .....	485
ПРОИЗВОДСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ ПЕНОБЕТОНА АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЯКУТИИ <i>Местников А.Е., Семенов С.С., Федоров В.И.</i> .....	490
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЙТИНГА СПОРТСМЕНОВ-ЕДИНОБОРЦЕВ <i>Никитин П.В., Рожнецов В.В., Полевщиков М.М.</i> .....	495
ПРИМЕНЕНИЕ СХЕМ ПОВЫШЕННОГО ПОРЯДКА ТОЧНОСТИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ БИОЛОГИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ НА МНОГОПРОЦЕССОРНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ <i>Никитина А.В., Семякина А.А., Чистяков А.Е., Проценко Е.А., Яковенко И.В.</i> .....	500
ТЕМПЛАТНЫЙ СИНТЕЗ ПОРИСТЫХ МОНОСИЛИКАТОВ КАЛЬЦИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИЛОКСАН-АКРИЛАТНЫХ ЭМУЛЬСИЙ <i>Папынов Е.К., Майоров В.Ю., Модин Е.Б., Каплун Е.В., Сокольницкая Т.А., Авраменко В.А.</i> .....	505
АЛГОРИТМ ТРЕХМЕРНОЙ ТРИАНГУЛЯЦИИ В ЗАДАЧАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЛАСТИЧЕСКОГО ФОРМОИЗМЕНЕНИЯ <i>Покрас И.Б., Ахмедзянов Э.Р.</i> .....	511
РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ СЫПУЧИХ ТЕЛ <i>Пономарев Е.С., Гаврилов А.И., Тарасенко Н.А.</i> .....	517

КОМПЛЕКСНЫЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ МНОГОДВИГАТЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ <i>Прошин И.А., Салмов Е.Н.</i> .....	521
ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ФИЛЬТРАЦИИ ДВУХФАЗНОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ НА ОСНОВЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО ПОПЕРЕМЕННО-ТРЕУГОЛЬНОГО МЕТОДА <i>Сухинов А.И., Тимофеева Е.Ф., Григорян Л.А., Тебуева Ф.Б., Никитина А.В., Хачунц Д.С.</i> .....	526
МОДЕЛЬ «ВИРТУАЛЬНЫЙ ВУЗ» КАК ПОДСИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ВУЗА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ <i>Тухватуллин Р.И., Богданова Д.Р., Прудников В.Б., Бикбулатова Г.Р.</i> .....	531
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ «УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ» ДЛЯ ОЦЕНКИ РЕСУРСА ТРУБЧАТОЙ ПЕЧИ И ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ <i>Хафизов А.М., Баширов М.Г., Чурагулов Д.Г., Аслаев Р.Р.</i> .....	536
ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСКРЕТНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАСЧЕТА ПРИБРЕЖНЫХ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ РЕГУЛЯРИЗОВАННЫХ ПО Б.Н. ЧЕТВЕРУШКИНУ ЯВНЫХ СХЕМ НА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ С МАССОВЫМ ПАРАЛЛЕЛИЗМОМ <i>Чистяков А.Е., Хачунц Д.С., Тимофеева Е.Ф., Фоменко Н.А., Кузнецова И.Ю.</i> .....	540
<b>Экономические науки (08.00.00)</b>	
МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ КОРПОРАТИВНЫХ СТРУКТУР В АГРАРНОЙ СФЕРЕ <i>Акимова Ю.А., Коваленко Е.Г.</i> .....	545
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МАЛЫХ И СРЕДНИХ ПРЕДПРИЯТИЙ <i>Арсланов Ш.Д., Абакаров М.И.</i> .....	550
РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ИЗДЕРЖКАМИ ПРОИЗВОДСТВА КОРПОРАТИВНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ <i>Быстров В.А., Борисова Т.Н., Вуцан Е.С., Грекова Н.Ю., Дьяков П.К.</i> .....	555
ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЫБОРА СМЕШАННЫХ ТИПОВ СТРАТЕГИЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОРГАНИЗАЦИИ С ГРУППАМИ СТЕЙКХОЛДЕРОВ <i>Горбунова М.В., Гресько А.А., Солодухин К.С.</i> .....	560
МЕТОДИКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПО ВНЕДРЕНИЮ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА IT-ПРЕДПРИЯТИИ <i>Зайцев Д.А., Корнилов Д.А., Борисов С.А.</i> .....	566
ЭКСПОРТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КАРТОФЕЛЕПРОДУКТОВОГО ПОДКОМПЛЕКСА ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Керимова А.Д., Тарасова Т.В.</i> .....	571
СОВРЕМЕННАЯ МИГРАЦИОННАЯ ПОЛИТИКА: ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТРУКТУРИРОВАНИЯ И КЛАССИФИКАЦИИ <i>Козлова Е.В.</i> .....	575
ОСОБЕННОСТИ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА В РОССИИ <i>Королева Е.Л.</i> .....	581



ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО РЫНКА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Крюкова О.Н.</i> .....	586
ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ПОДДЕРЖКИ СОЦИАЛЬНОГО ТУРИЗМА <i>Кулюшина Н.Е., Лигидов Р.М.</i> .....	591
РЕГИОНАЛЬНАЯ ИНВЕСТИЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА: ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ <i>Лаврова Е.В.</i> .....	595
МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТОВ РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНА <i>Марбаева Л.В., Горин И.А., Соколов О.А.</i> .....	600
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА В ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ЭКОНОМИКО-СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ <i>Масыч М.А., Каплюк Е.В., Краснянский А.С., Тихонина А.В.</i> .....	605
МЕТОДИКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СУММЫ АМОРТИЗАЦИОННЫХ ОТЧИСЛЕНИЙ И СУММЫ ОБЩЕХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСХОДОВ МЕЖДУ ОСНОВНОЙ И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ НА ОСНОВЕ ЭКОНОМИЧЕСКИ ОБОСНОВАННЫХ БАЗ <i>Машенцева Г.А., Грибкова Л.С.</i> .....	609
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЛСТК ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ ГРАЖДАНСКОГО И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ <i>Мохначев С.А., Зайцева О.Н., Шиврина А.С.</i> .....	615
ПЕРСПЕКТИВЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПОЛИТИКИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ЭКОНОМИКЕ В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ <i>Мышкина Н.П., Федонина О.В.</i> .....	620
ЭКОНОМИКО-СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БЮДЖЕТНО-НАЛОГОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНОВ <i>Никулина Е.В., Чистникова И.В., Орлова А.В.</i> .....	624
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ СТРУКТУР <i>Павлова Е.А., Ржаных О.Е.</i> .....	629
РЕСУРСНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ СТРАТЕГИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА <i>Петрук Г.В., Павлов И.В.</i> .....	633
МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫМИ РИСКАМИ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ <i>Рахманова М.С.</i> .....	638
СОЗДАНИЕ РЕАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПЛАТЕЖНОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ РАСЧЕТНЫХ СРЕДСТВ (НА ПРИМЕРЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА) <i>Рябин А.А.</i> .....	643
НАЛОГОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ МАЛОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА <i>Тускаева М.Р., Гоконяева Д.А., Ревазова Э.Т.</i> .....	648

---

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

GAS AIR COOLING DEVICES CLEANING <i>Akulov K.A., Golik V.V., Ponomareva T.G.</i> .....	453
UNIFIED QUALITY TRANSIENTS FOR AUTOMATED TESTING OF GAS TURBINES POWER <i>Kavalerov B.V., Basargin S.D.</i> .....	457
THE TRANSFER OF SALT IONS IN AN ELECTROCHEMICAL CELL WITH ROTATING MEMBRANE DISK WITH REGARD ELECTROCONVECTION. DEPENDENCE OF THE THICKNESS OF THE DIFFUSION LAYER ON THE ANGULAR VELOCITY <i>Kovalenko A.V., Urtenov M.K., Kazakovtseva E.V., Bostanov R.A., Laypanova Z.M.</i> .....	463
IMPROVING THE ACCURACY OF FORGINGS ROD WITH FLANGES MANUFACTURES COLD FORMING EXTRUSION ON HYDRAULIC PRESSES <i>Logutenkova E.V., Antonyuk F.I.</i> .....	468
THE PRODUCTION OF ALTERNATIVE PITCH BINDER BY TERMOCHEMICAL PROCESSING OF COAL <i>Marakushina E.N., Kuznetsov P.N., Buryukin F.A., Kositsyna S.S.</i> .....	474
INVESTIGATION ON THE INFLUENCE OF ENZYMATIC HIGH POLYMERS JUICE AND WINE BY GEL PERMEATION CHROMATOGRAPHY PLANAR <i>Martazanova R.M., Sulygova Z.K., Salamov A.K., Temirkhanov B.A.</i> .....	480
THE DEVELOPMENT OF THE HARDWARE BUFFER MEMORY OF MULTIPROCESSOR SYSTEM <i>Martyshkin A.I.</i> .....	485
PRODUCTION AND USE OF FOAM CONCRETE OF AUTOCLAVE CURING IN CONDITIONS OF YAKUTIA <i>Mestnikov A.E., Semenov S.S., Fedorov V.I.</i> .....	490
THE RANKING OF THE ATHLETES MARTIAL ARTS <i>Nikitin P.V., Rozhentsov V.V., Polevschikov M.M.</i> .....	495
THE APPLICATION OF THE SCHEME OF HIGH RESOLUTION FOR SOLVING OF BIOLOGICAL KINETICS'S PROBLEMS ON MULTIPROCESSOR COMPUTER SYSTEMS ON A MULTIPROCESSOR COMPUTER SYSTEM <i>Nikitina A.V., Semenyakina A.A., Chistyakov A.E., Protsenko E.A., Yakovenko I.V.</i> .....	500
TEMPLATE SYNTHESIS OF POROUS CALCIUM MONOSILICATES USING SILOXANE-ACRYLATE LATEXES <i>Papynov E.K., Mayorov V.Y., Modin E.B., Kaplun E.V., Sokolnitskaya T.A., Avramenko V.A.</i> .....	505
ALGORITHM OF GENERATION THE THREE-DIMENSIONAL MESH FOR HOT FORGING MODELING <i>Pokras I.B., Akhmedzyanov E.R.</i> .....	511
DEVELOPMENT OF THE DEVICE FOR MEASUREMENT OF DENSITY OF LOOSE BODIES <i>Ponamarev E.S., Gavrilov A.I., Tarasenko N.A.</i> .....	517
INTEGRATED EVALUATION CRITERION FOR MODELING OF MULTIPLE MOTOR ELECTRIC DRIVE OF A PAPER MACHINE <i>Proshin I.A., Salmov E.N.</i> .....	521

PARALLEL NUMERICAL SOLUTION TWO-PHASE INCOMPRESSIBLE FLUID PENETRATION TASK BASED ON AN IMPROVED ALTERNATING TRIANGULAR METHOD <i>Sukhinov A.I., Timofeeva E.F., Grigoryan L.A., Tebueva F.B., Nikitina A.V., Khachunts D.S.</i> .....	526
«VIRTUAL UNIVERSITY» CONCEPTUAL MODEL AS A SUBSYSTEM OF INFORMATION ECOSYSTEM OF EDUCATIONAL PROCESS TO UNIVERSITY QUALITY MANAGEMENT CONTROL <i>Tukhvatullin R.I., Bogdanova D.R., Prudnikov V.B., Bikbulatova G.R.</i> .....	531
DEVELOPMENT OF «IMPROVED MANAGEMENT» TO ASSESS RESOURCE TUBE FURNACE AND INCREASE THE EFFICIENCY OF EMERGENCY AUTOMATIC PROTECTION <i>Khafizov A.M., Bashirov M.G., Churagulov D.G., Aslaev R.R.</i> .....	536
PROGRAM REALIZATION OF DISCRETE MATHEMATICAL MODEL OF COASTAL WAVE PROCESSES CALCULATION BASED ON EXPLICIT SCHEMES REGULARIZED BY B.N. CHETVERTUSHKIN IS PERFORMED ON COMPUTING SYSTEM WITH MASSIVE PARALLELISM <i>Chistyakov A.E., Khachunts D.S., Timofeeva E.F., Fomenko N.A., Kuznetsova I.Y.</i> .....	540
<b>Economic sciences (08.00.00)</b>	
INTERREGIONAL INTEGRATION OF CORPORATE STRUCTURES IS IN AGRARIAN SPHERE <i>Akimova Y.A., Kovalenko E.G.</i> .....	545
ECONOMIC DIAGNOSTICS AS AN INSTRUMENT OF INCREASE OF EFFICIENCY OF ACTIVITY OF SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES <i>Arslanov S.D., Abakarov M.I.</i> .....	550
DEVELOPMENT OF METHODOLOGICAL RECOMMENDATIONS FOR THE MANAGEMENT OF PRODUCTION COSTS OF CORPORATE ORGANIZATION <i>Bystrov V.A., Borisova T.N., Vutsan E.S., Grekova N.Y., Dyakov P.K.</i> .....	555
THE DYNAMIC MODEL OF SELECTION FOR MIXED TYPES OF ORGANIZATION INTERACTION STRATEGIES WITH STAKEHOLDERS <i>Gorbunova M.V., Gresko A.A., Solodukhin K.S.</i> .....	560
DECISION-MAKING TECHNIQUES TO INTRODUCE INFORMATION SUPPORT OF INNOVATION IN THE IT-INTERPRISES <i>Zaytsev D.A., Kornilov D.A., Borisov S.A.</i> .....	566
EXPORT POTENTIAL THE INDUSTRY OF POTATO OF THE PENZA REGION <i>Kerimova A.D., Tarasova T.V.</i> .....	571
MODERNMIGRATION POLICY: PRINCIPLES OF FUNCTIONAL STRUCTURING AND CLASSIFICATION <i>Kozlova E.V.</i> .....	575
FEATURES OF INSTITUTIONAL REGULATION OF HOUSING AND COMMUNAL SERVICES IN RUSSIA <i>Koroleva E.L.</i> .....	581
ECONOMIC ASSESSMENT OF THE AGROFOOD MARKET OF THE OMSK REGION <i>Kryukova O.N.</i> .....	586

<hr/>	
ORGANIZATIONAL-ECONOMIC MECHANISMS TO SUPPORT SOCIAL TOURISM <i>Kulyushina N.E., Ligidov R.M.</i> .....	591
REGIONAL INVESTMENT INFRASTRUCTURE: INSTITUTIONAL CHANGE AND ECONOMIC SECURITY <i>Lavrova E.V.</i> .....	595
METHODICAL APPROACH TO EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF PROJECTS FOR INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT OF INNOVATIVE ACTIVITY IN THE REGION <i>Marabaeva L.V., Gorin I.A., Sokolov O.A.</i> .....	600
LABOR PRODUCTIVITY INDUSTRIES: ECONOMIC AND STATISTICAL ANALYSIS <i>Masych M.A., Kaplyuk E.V., Krasnyanskiy A.S., Tikhonina A.V.</i> .....	605
THE METHOD OF DISTRIBUTING OF THE SUM OF DEPRECIATION CHARGES AND THE SUM OF GENERAL RUNNING COSTS BETWEEN THE PRIMARY AND INNOVATIVE ACTIVITY ON THE BASIS OF ECONOMICALLY REASONABLE BASES <i>Mashentseva G.A., Gribkova L.S.</i> .....	609
TECHNICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF USING THE TECHNOLOGY LSTC IN THE RECONSTRUCTION OF BUILDINGS FOR CIVIL AND AGRICULTURAL PURPOSES <i>Mokhnachev S.A., Zaytseva O.N., Shivrina A.S.</i> .....	615
THE PROSPECTS FOR IMPLEMENTING THE POLICY OF IMPORT SUBSTITUTION IN THE DOMESTIC ECONOMY IN THE CONTEXT OF INNOVATION DEVELOPMENT <i>Myshkina N.P., Fedonina O.V.</i> .....	620
ECONOMIC AND STATISTICAL RESEARCH BUDGET AND TAX SECURITY OF REGIONS <i>Nikulina E.V., Chistnikova I.V., Orlova A.V.</i> .....	624
METHODOLOGICAL APPROACHES TO ASSESSMENT OF INNOVATIVE ACTIVITY OF ENTERPRISE STRUCTURES <i>Pavlova E.A., Rzhanykh O.E.</i> .....	629
RESOURCE APPROACH TO THE MANAGEMENT COMPANY'S STRATEGIC DEVELOPMENT MILITARY-INDUSTRIAL COMPLEX <i>Petruk G.V., Pavlov I.V.</i> .....	633
METHODS OF FINANCIAL RISK MANAGEMENT OF SMALL ENTERPRISES <i>Rakhmanova M.S.</i> .....	638
CREATION OF A REAL PROVISION FOR A PAYMENT SYSTEM ON A COMPLEMENTARY CURRENCIES BASIS (ON THE CONSTRUCTION PROJECTS OF A SMALL AND MEDIUM COMPANIES EXAMPLE) <i>Ryabin A.A.</i> .....	643
TAX REGULATION OF SMALL BUSINESS <i>Tuskaeva M.R., Gokonaeva D.A., Revazova E.T.</i> .....	648

УДК 621.565.952.78/ 66.045.129.2

## ОЧИСТКА АППАРАТОВ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ГАЗА

**Акулов К.А., Голик В.В., Пономарёва Т.Г.**

*ФГБОУ ВО «Тюменский государственный нефтегазовый университет»,  
Тюмень, e-mail: akukir@gmail.com*

Статья посвящена проблемам, связанным с очисткой аппаратов воздушного охлаждения. Данный процесс производится ручным способом и характеризуется трудоёмкостью процедуры, посредственным качеством очистки и возможными повреждениями оребрённой поверхности. Предлагается процедуру очистки производить автоматически, с помощью специального очистительного аппарата, установленного под теплообменными секциями. Конструкция представляет собой ряды трубок с отверстиями для форсунок, объединённых общим коллектором. Вода из системы водоснабжения будет подогреваться в теплообменнике теплом выхлопных газов газоперекачивающего агрегата. Получившийся пар высокого давления через систему трубопроводов подаётся в очиститель и через форсунки омывает теплообменные секции. Процесс осуществляется без остановки аппарата воздушного охлаждения. Кроме того, очиститель может выполнять функции подогревателя, подавая пар в зимний период и растапливая снего-льдовые отложения, и увлажнителя, разбрызгивающего воду на теплообменные трубы для испарения.

**Ключевые слова:** аппараты воздушного охлаждения, чистка, загрязнения

## GAS AIR COOLING DEVICES CLEANING

**Akulov K.A., Golik V.V., Ponomareva T.G.**

*Tyumen Oil and Gas University, Tyumen, e-mail: akukir@gmail.com*

Article is devoted to problems, connected with cleaning of air cooling devices. This process is produced by handmade way and is characterized by procedure laboriousness, mediocre cleaning quality and possible damage to finned surface. Here is offered to produce cleaning automatically, with help of special cleaning device, established under heat exchanging sections. Construction is made of pipe lines with openings for jets, united by common collector. The water from water supply system will be heated in heat exchanger by heat of units gas compressors exhaust. The given high pressure steam is served through the system of plumbing into the cleaner and washes heat exchanging sections through jets. The process is being produced without device stopping. Besides that, this cleaner may produce such functions as heating, serving steam and melting snow and ice deposits in winter, and moistening, spraying water on heat exchanging pipes for vaporizing.

**Keywords:** air cooling devices, cleaning, pollution

Актуальность энергосбережения в России за последние годы значительно возросла. Обозначившийся профицит на топливном рынке, снижение цен на энергоносители заставляют потребителей топлива и энергии, в том числе и ПАО «Газпром», более тщательно учитывать свои расходы на эту продукцию и по возможности сокращать их. Следует отметить, что уровень эффективности использования топлива и энергии в России низок. Энергоемкость ВВП в России в 4 раза выше, чем в странах Европейского союза [9]. Сохранению высокого уровня энергозатрат российского товарного производства способствуют, прежде всего, его низкий технологический уровень и разбалансированность экономики. Широкомасштабная реализация энергосберегающих проектов сдерживалась отсутствием средств, рыночными ценами и относительной дешевизной энергоносителей, особенно для внутреннего потребления предприятий ТЭК, в том числе ПАО «Газпром». Сложившееся в России соотношение цен на основные энергетические ресурсы (природный газ в 3 раза дешевле топочного мазута и в 1,6 раза угля) «вымыва-

ет» с энергетического рынка все остальные виды топлива. Задачей ПАО «Газпром» на период до 2020 г. является обеспечение добычи газа в объеме свыше 500 млрд м<sup>3</sup> в год. Для поддержания добычи газа на указанном уровне необходимо развитие сырьевой базы, ввод новых месторождений, дообустройство и реконструкция действующих месторождений. Для этого требуются значительные капитальные вложения. Затраты на реализацию энергосберегающих проектов примерно в 2–2,5 раза ниже, чем на развитие добычи газа, поэтому в ПАО «Газпром» постоянно проводятся работы по энергосбережению во всех подотраслях газовой промышленности, в том числе и в энергетике ПАО.

Снижение энергоемкости транспорта природного газа обеспечивается в настоящее время системами охлаждения газа. Широкое распространение в газовой промышленности получили аппараты воздушного охлаждения (АВО), которые просты в обслуживании и не требуют промежуточного теплоносителя [7]. Однако в результате эксплуатации происходит загрязнение аппаратов, существенное ухудшение теплообмена



с окружающей средой. Впоследствии повышается температура транспортируемого газа. Поэтому для восстановления паспортных характеристик АВО и поддержания номинального режима работы магистрального газопровода необходимо периодически проводить очистку аппаратов воздушного охлаждения (АВО) на компрессорных станциях [3]. Данная процедура должна проводиться минимум один раз в год. Наружная поверхность АВО более склонна к загрязнению и сложнее чистится, чем внутренняя (рис. 1).



Рис. 1. Очистка наружной поверхности АВО

На внутренней полости теплообменных труб образуется масляная плёнка, снижающая теплопередачу через стенку, но почти не влияющая на потери давления в аппарате [4]. Очистка подобного загрязнения производится заполнением полостей специализированной жидкостью, растворяющей отложения в течение нескольких часов. После этого жидкость сливают и утилизируют.

Внешняя поверхность оребренных теплообменных труб загрязняется в основном пылью, пыльцой и семенами растений [5]. Поэтому в большинстве случаев АВО чистят после периода цветения растений 1 раз в год. Чистку 2 и более раз в год проводят редко. Также возможны загрязнения в виде отложений солей жесткости на наружных поверхностях оребрения аппаратов воздушного охлаждения, возникающие вследствие осаждения и испарения влаги с теплообменных поверхностей [6]. Отложения накипного характера в виде солей кальция и магния имеют высокую плотность

и требуют регулярной тщательной очистки. Ещё одним источником загрязнения является коррозия металлических наружных и внутренних поверхностей теплообменников, и, как следствие, возникновение ржавчины также является проблемой, препятствующей эффективной работоспособности аппарата.

Обобщенный алгоритм работы по очистке аппаратов воздушного охлаждения выглядит следующим образом:

- Оценка и осмотр состояния аппарата воздушного охлаждения:

- а) анализ состояния и сложности имеющихся загрязнений;

- б) оценка возможности применения необходимых технологий очистки;

- в) принятие решения по организации работы.

- Разработка технологического регламента производства работ применительно к конкретному типу и модели аппарата воздушного охлаждения.

- Подготовка к производству работ:

- а) отключение аппарата воздушного охлаждения от системы электропитания;

- б) остановка вентиляторных нагнетателей;
- в) подготовка технологического оборудования очистки и реагентов.

- Гидродинамическая очистка высоким давлением оребренных наружных поверхностей теплообменника. При необходимости могут быть использованы технические моющие средства рН нейтрального характера для удаления отложений в недоступных местах.

● Гидродинамическая, гидрокавитационная очистка внутренних поверхностей трубок теплообменника, в отдельных случаях может использоваться комплексная очистка.

● Опрессовка теплообменника аппарата.

● Гидродинамическая очистка высоким давлением вентиляторного блока от общих загрязнений.

● Сдача работ заказчику.

В результате проведения подобных процедур значительно повышается теплопроводная эффективность теплообменного оборудования и возвращается к исходным параметрам, которые были заданы при расчете теплообменника.

При гидромеханической чистке для съема отложений используют энергию струи воды высокого давления (водоструйная чистка) или же смеси воды с песком или воздухом (соответственно пескоструйная и гидропневматическая чистка) [8]. При водоструйной чистке вода в зависимости от характера отложений подается в аппарат под давлением от 15 до 100 МПа, что позволяет удалять практически любые отложения как с внутренней, так и с наружной поверхности труб. Для чистки используют холодную или горячую воду, подаваемую плунжерным насосом в полуу штангу, на конце которой закреплено сопло. Сопло выполняют с боковыми отверстиями под углом 30–45° к оси сопла или торцевыми отверстиями и крепят к штанге на сварке или на резьбе. Наружную поверхность теплообменных секций часто обдувают струей пара, сгенерированного в передвижной паровой установке типа ППУА 1600/100 или другом оборудовании, например автомобильной мойке высокого давления. Во время очистительной процедуры рабочий должен соблюдать меры пре-

досторожности, так как слишком сильная струя или касание распылителем приводит к деформации оребрения [3, 4]. Также стоит обращать внимание на угол атаки струи по отношению к рёбрам. Если струя проходит параллельно рёбрам, то нагрузка на них минимальна, если же под углом, то нагрузка увеличивается по мере отклонения от параллельного обтекания. Угроза деформации рёбер и незнание допустимых значений скоростей струи вынуждает чистильщика выставлять гарантированно не повреждающие оребрение режимы очистки с невысокими значениями расхода очистителя. Это неизбежно приводит к замедлению процесса чистки и снижает её качество.

Выходом из такой ситуации является автоматизированная очистка АВО с минимальным участием человека. Предлагается под теплообменными трубами АВО размещать секции труб с распылительными форсунками (рис. 2), которые будут выполнять функцию их очистителя. Конструкция идентична подогревателю АВО, но без оребрения и с отверстиями под форсунки [1]. Вода из системы водоснабжения будет подогреваться в теплообменнике теплом выхлопных газов газоперекачивающего агрегата. Получившийся пар через систему трубопроводов подаётся в очиститель и через форсунки омывает теплообменные секции. Необходимо отметить, что данная процедура чистки производится без остановки АВО, а это один из главных плюсов предлагаемой технологии. Ещё один плюс – это широчайшие возможности для автоматизации, когда параметры чистки и её периодичность выбирает программа, в зависимости от параметров АВО, газа, окружающей среды и т.д.

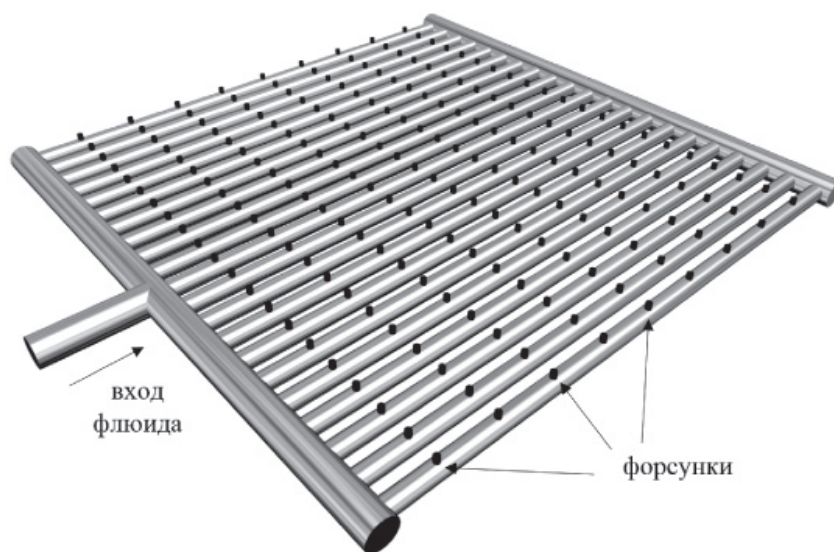


Рис. 2. Очиститель АВО

Важной характеристикой данного агрегата является то, что он может выполнять функцию подогревателя, подавая пар в зимний период и растапливая снего-льдовые отложения. Возможно использование очистителя как увлажнителя воздуха [2], разбрызгивающего подогретую воду на теплообменные трубы. При впрыске воды в поток воздуха она испаряется, понижая его температуру до температуры мокрого термометра и повышая эффективность охлаждения. Работа увлажнителя возможна при любой положительной температуре воздуха. Таким образом, предлагаемая конструкция совмещает в себе функции трёх агрегатов – очистителя, подогревателя и увлажнителя.

Для повышения эффективности процедуры очистки скорость пара должна быть максимальной, однако она не должна превышать критическое значение, при котором наблюдается деформация рёбер теплообменных труб. Эти критические значения скоростей необходимо найти экспериментально в зависимости от материала и геометрии оребрения. Дальнейшие исследования по этой теме позволят разработать рекомендации по установке оптимальных параметров пропарки теплообменных секций.

### Выводы

1. Ручная чистка оребрённой поверхности АВО – это трудоёмкий процесс с низким качеством удаления загрязнений. Автоматизация данной процедуры позволит снизить её себестоимость и повысить эффективность.

2. Процесс чистки предлагается проводить автоматически, специальным очистительным аппаратом, устанавливаемым под оребрёнными секциями АВО.

3. Разработанная конструкция очистителя способна выполнять функции подогревателя и увлажнителя воздуха.

### Список литературы

1. Акулов К.А. Перспективы развития аппаратов воздушного охлаждения // Проблемы функционирования систем транспорта: материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных / отв. ред. В.И. Бауэр. – 2012. – С. 42–44.
2. Акулов К.А., Истомина А.В. Повышение теплопроизводительности рекуперативных теплообменников // Новые технологии – нефтегазовому региону: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Тюмень, 2011. – С. 44–45.
3. Акулов К.А., Матанцев П.А. Эксплуатация и ремонт аппаратов воздушного охлаждения // Новые технологии – нефтегазовому региону: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Тюмень, 2011. – С. 45–49.

4. Акулов К.А., Матанцев П.А., Истомина А.В. Техническое обслуживание и ремонт аппаратов воздушного охлаждения // Нефть и газ Западной Сибири: материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 55-летию Тюменского государственного нефтегазового университета / отв. ред. О.Ф. Данилов. – Тюмень, 2011. – С. 5–8.

5. Габдрахманов А.А., Гаррис Н.А. Влияние эксплуатационного загрязнения на тепловые характеристики аппаратов воздушного охлаждения газа // Нефтегазовое дело. – 2003. – № 1. – С. 44.

6. Кунтыш В.Б., Сухоцкий А.Б., Филатов С.О., Жданович А.Ю. Исследование теплопроводности внешних загрязнителей теплообменных секций аппаратов воздушного охлаждения // Химическая техника. – 2013. – № 11. – С. 40–43.

7. Основы расчёта и проектирования теплообменников воздушного охлаждения: Справочник // А.Н. Бессонный, Г.А. Дрейцер, В.Б. Кунтыш. и др. / под общ. ред. В.Б. Кунтыша. – СПб.: Недра, 1996. – 512 с.

8. Результаты опытно-промышленных работ по высоконапорной очистке систем охлаждения газоперекачивающих агрегатов в ООО «Кубангазпром» / М.В. Омелянюк и др. // Нефтепромысловое дело. – М.: ОАО ВНИИОЭНГ, 2008. – № 6. – С. 62–65.

9. Энергообеспечение России – проблемы и возможности решения / К.С. Дегтярев, А.А. Соловьёв // Молодой ученый. – 2011. – № 8. Т.1. – С. 107–112.

### References

1. Akulov K.A. Perspektivy razvitiya apparatov vozdušnogo ohlazhdenija // Problemy funkcionirovaniya sistem transporta: materialy Vserossijskoj nauchno-praktičeskoj konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchjonyh / отв. red. V.I. Baujer. 2012. pp. 42–44.
2. Akulov K.A., Istomina A.V. Povyshenie teploproizvoditelnosti rekupeativnyh teploobmennikov // Noveye tehnologii neftegazovomu regionu: materialy Vserossijskoj nauchno-praktičeskoj konferencii. Tjumen, 2011. pp. 44–45.
3. Akulov K.A., Matancev P.A. Jekspluatacija i remont apparatov vozdušnogo ohlazhdenija // Noveye tehnologii neftegazovomu regionu: materialy Vserossijskoj nauchno-praktičeskoj konferencii. Tjumen, 2011. pp. 45–49.
4. Akulov K.A., Matancev P.A., Istomina A.V. Tehničeskoe obsluživanie i remont apparatov vozdušnogo ohlazhdenija // Neft i gaz Zapadnoj Sibiri: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tehničeskoj konferencii, posvjashhennoj 55-letiju Tjumen'skogo gosudarstvennogo neftegazovogo universiteta / отв. red. O.F. Danilov. Tjumen, 2011. pp. 5–8.
5. Gabdrahmanov A.A., Garris N.A. Vlijanie jekspluatacionnogo zagrjaznenija na teplovyje harakteristiki apparatov vozdušnogo ohlazhdenija gaza // Neftegazovoe delo. 2003. no. 1. pp. 44.
6. Kuntysch V.B., Suhockij A.B., Filatov S.O., Zhdanovich A.Ju. Issledovanie teploprovodnosti vneshnih zagrjaznitelej teploobmennych sekcij apparatov vozdušnogo ohlazhdenija // Himičeskaja tehnika. 2013. no. 11. pp. 40–43.
7. Osnovy rasčjota i proektirovanija teploobmennikov vozdušnogo ohlazhdenija: Spravočnik // A.N. Bessonnyj, G.A. Drejcer, V.B. Kuntysch. i dr. / pod obshh. red. V.B. Kuntyscha. SPb.: Nedra, 1996. 512 p.
8. Rezultaty opytно-promyshlennyh rabot po vysokonapornoj očištke sistem ohlazhdenija gazoperekachivajushhih agregatov v ООО «Kubangazprom» / M.V. Omeljanjuk i dr. // Neftepromyslovoe delo. M.: OAO VNIIOJeNG, 2008. no. 6. pp. 62–65.
9. Jenergoobespečenie Rossii problemy i vozmožnosti reshenija / K.S. Degtjarev, A.A. Solovjov // Molodoy učenyy. 2011. no. 8. T.1. pp. 107–112.



УДК 621.311.238 – 021.465

## УНИФИЦИРОВАННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИСПЫТАНИЙ ГАЗОТУРБИННЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

**Кавалеров Б.В., Басаргин Ш.Д.**

*ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,  
Пермь, e-mail: b.shamil.d@gmail.com*

До настоящего времени окончательно не сформирован перечень требуемых показателей качества. В данной статье рассматриваются задачи испытания ГТЭС, в которых в результате испытаний получают набор переходных процессов с их последующей оценкой на соответствующие показатели качества. Ориентируясь на основные показатели качества, мы пытаемся сформулировать унифицированные показатели качества ГТЭС по напряжению и частоте. Ориентируясь на сформулированные показатели качества, идет формулировка характерных (типовых) переходных процессов с учетом рекомендаций и основных групп возмущающих воздействий, таких как пуск, различные аварийные события, переход из одного режима работы в другой, изменение момента, изменение структуры и состава нелинейной нагрузки, потеря синхронизма и ресинхронизация, колебания мощности. В статье предлагается перечень унифицированных показателей качества, выбор которых может быть скорректирован с учетом перечня типовых переходных процессов.

**Ключевые слова:** газотурбинная электростанция, газотурбинная установка, синхронный генератор, автоматизация испытаний, показатели качества

## UNIFIED QUALITY TRANSIENTS FOR AUTOMATED TESTING OF GAS TURBINES POWER

**Kavalerov B.V., Basargin S.D.**

*Federal State Educational Institution of Higher Professional Education «Perm National Research Polytechnic University», Perm, e-mail: b.shamil.d@gmail.com*

So far finally the list of the demanded quality indicators isn't created. In this article is considered problems of test of the GTPP in which result of tests receive a set of transition processes with their subsequent assessment on the corresponding indicators of quality. Being guided on the main indicators of quality, we try to formulate the unified indicators of quality of the GTPP on tension and frequency. Being guided by the formulated indicators of quality there is a formulation of characteristic (standard) transition processes taking into account recommendations and the main groups revolting influences, such as: start-up, various emergency events, transition from one operating mode to another, change of the moment, change of structure and structure of nonlinear loading loss of synchronism and a resinkronization, fluctuations of power. In article the list of the unified quality indicators which choice can be corrected taking into account the list of standard transition processes is offered.

**Keywords:** gas turbine power plant, gas turbine, synchronous generator, test automation, quality indicators

Газотурбинные электростанции малой и средней мощности (до 25 МВт и выше) могут строиться на базе конвертированных авиационных газотурбинных двигателей. Такие электростанции в настоящее время находят всё более широкое применение. Механическую мощность в таких электростанциях создает газотурбинная установка (ГТУ), топливом для которой обычно служит предварительно подготовленный газ. ГТУ приводит во вращение синхронный электрогенератор, который вырабатывает электрическую энергию, потребляемую нагрузкой. Построенная таким образом газотурбинная электростанция (ГТЭС) может работать как автономно на выделенную нагрузку, так и параллельно с другими ГТЭС, а также на мощную сеть. Для управления режимами ГТЭС служит система автоматического управления (САУ). Объект управления имеет сложную структуру, обладает перекрестными связями и непросто для по-

лучения требуемых показателей качества управления. САУ ГТЭС включают в себя САУ ГТУ и систему управления синхронным генератором, а также много других составных частей. Ситуация осложняется тем, что до настоящего времени окончательно не сформирован перечень требуемых показателей качества. В статье предпринята попытка сформировать вектор показателей качества переходных процессов при управлении ГТЭС для автоматизации испытаний САУ ГТЭС. САУ ГТЭС предварительно испытывают на математических и полунатурных моделях, затем испытания проводят на натуральных стендах, где электрическая нагрузка подается на испытываемую ГТЭС. Обеспечение требуемых показателей качества вырабатываемой ГТЭС электроэнергии представляет собой достаточно актуальную проблему, в настоящее время ее решением занимаются разработчики САУ ГТЭС и различные научные коллективы.

### Задача испытаний ГТЭС

Формализуем задачу автоматизации испытаний ГТЭС и САУ ГТЭС согласно [10]. В результате испытаний получают набор переходных процессов. Эти переходные процессы потребуется оценить на соответствие требуемым показателям качества, поэтому, прежде всего, зададим множество показателей качества переходных процессов, ограниченных допустимыми значениями:

$$Q = \{q_1, q_2, \dots, q_n\}; \quad (1)$$

сформируем множество ограничений САУ:

$$G = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}. \quad (2)$$

Элементами множества являются, например, допустимые максимальный и минимальный (при сбросе режима) уровни расхода топлива ГТУ, допустимая максимальная частота вращения турбокомпрессора ГТУ, допустимое максимальное ускорение частоты вращения турбокомпрессора и др. В это множество полезно включить и такие ограничения, как допустимая стоимость (трудоемкость) испытаний, допустимое время испытаний.

Множество экспериментов формирует-ся в виде множества

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}. \quad (3)$$

Множество настроек САУ определяется в виде

$$R = \{R_1, R_2, \dots, R_n\}. \quad (4)$$

Требуется найти вектор **R** допустимых настроечных параметров для фиксированной структуры САУ при системе указанных ограничений. Количество элементов множества (1)–(4) в общем случае различно.

Для оценки эффективности САУ ГТЭС целесообразно использовать показатели качества вырабатываемой электроэнергии (1), которые при наличии ограничений на управление и условия функционирования ГТЭС (2) позволяют обосновать структуру и параметры САУ по результатам проведения испытаний. Предложим обоснованный вариант множества  $Q$ .

#### Показатели качества переходных процессов

Известны прямые показатели качества: время управления, перерегулирование, частота колебаний, число колебаний, время нарастания переходного процесса, декремент затухания [11]. Эти показатели относятся к линеаризованным системам и в большей степени ориентированы на отработку управляющего воздействия, в то же время возмущения чаще всего носят им-

пульсный характер. Следует также учитывать точность системы в установившемся режиме.

Как правило, на практике, в частности в электроэнергетических ГТУ, одновременно протекают смешанные процессы, вызываемые различными факторами, в основном это режим отработки возмущения [3]. Требования к статическим характеристикам системы обычно формулируются легко, в статике необходимо обеспечивать ошибку  $\Delta = v - y$ , не превышающую заданную допустимую. Требования к динамическим свойствам системы обычно формулируются на языке оценок переходных процессов во времени или в некоторых случаях задаются каким-либо критерием оптимальности процессов [3]. Этот традиционный для синтеза линейных систем подход предполагает, что выполнение нескольких оценок переходного процесса в достаточной мере обеспечит желаемые свойства процессов для произвольных возмущений [3, 15].

К сожалению, для нелинейных систем в общем случае нет такой возможности. Тем не менее необходимо, исходя из небольшого числа оценок переходных процессов, оценивать требуемые динамические свойства. Таким образом, в общем случае необходим этап преобразования исходных оценок переходных процессов к одной из перечисленных выше форм задания динамических свойств. С учетом специфики задачи испытаний САУ и удобства формализации преимущество следует отдать критериальным формам.

При выборе требований к качеству переходных процессов САУ ГТУ следует ориентироваться на требования стандартов и руководящих документов. Например, согласно правилам технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ [13] система регулирования ГТУ должна удовлетворять основным требованиям по электрическим параметрам: устойчиво поддерживать заданную электрическую нагрузку; удерживать ГТУ на холостом ходу при номинальной частоте вращения ротора; обеспечивать надежную работу ГТУ на режимах пуска и остановки, а также остановки агрегата в аварийных ситуациях; обеспечивать при изменении нагрузки плавное изменение режима работы ГТУ; удерживать частоту вращения ротора, не вызывающую срабатывания автомата безопасности, при мгновенном сбросе максимальной нагрузки до нуля (для ГТУ со свободной силовой турбиной значение нагрузки указывается в технических условиях); иметь степень статической неравномерности регулирования частоты вращения генераторного вала

в пределах 4–5% номинальной; иметь степень нечувствительности при любой нагрузке не более 0,2% номинальной частоты вращения. Здесь же перечисляются условия, при которых ГТУ должна быть немедленно отключена действием защит или персонала. Среди них – недопустимость повышения температуры газов перед турбиной (турбинами) и повышения частоты вращения роторов сверх допустимого предела.

Действующий ГОСТ [8] определяет требования к качеству электроэнергии. Но могут быть и другие, более жесткие требования [5, 6] или требования со стороны потребителей, например со стороны ОАО «Газпром» [14].

Ориентируясь на основные показатели этих требований, попробуем сформулировать унифицированные показатели качества ГТЭС по напряжению и частоте, поскольку именно напряжение и частота – главные режимные параметры электроэнергии [2]. При этом за частоту в большей степени «отвечает» ГТУ, а за напряжение – синхронный генератор. При этом ограничим состав показателей качества показателями, вызванными возмущающими воздействиями со стороны электрической нагрузки ГТЭС. Предложен следующий состав показателей из множества  $Q$ .

а) установившееся отклонение частоты при неизменной симметричной нагрузке измеряют при симметричной нагрузке, равной 25 и 100% номинальной мощности, следующим образом:

– устанавливают номинальное значение частоты;

– по контрольному частотомеру в течение 5 мин с интервалами наблюдения 1 мин фиксируют наибольшее и наименьшее значения частоты:

$$q_1 = \frac{n_{\max} - n_{\min}}{2n_{\text{ном}}} 100\% \leq 1\%, \quad (5)$$

где  $n_{\max}$  и  $n_{\min}$  – наибольшее и наименьшее напряжения соответственно [5];

б) допустимое максимальное отклонение частоты при набросе и сбросе 100% номинальной нагрузки – 7,5% от номинальной:

$$q_2 = \left| \frac{n_{\text{дин}} - n_{\text{ном}}}{n_{\text{ном}}} \right| \cdot 100\% \leq 7,5\%;$$

$$\Delta P = \pm 100\%, \quad (6)$$

где  $n_{\text{дин}}$  – максимальное или минимальное значения, зарегистрированные при переходном процессе, выходящие за пределы допустимого значения установившейся частоты [5];

в) время восстановления частоты с точностью  $\pm 0,5\%$  должно составлять не более 5 с:

$$q_3 = t_n < 5 \text{ с};$$

$$|n - n_{\text{ном}}| \leq 0,5\%; \quad (7)$$

г) значение двойной амплитуды установившихся колебаний, вызываемых устройствами регулирования частоты вращения, не превышает 0,4% номинальной частоты вращения генератора, работающего на изолированную сеть при установившейся нагрузке:

$$q_4 = \varepsilon = |n - n_{\text{ном}}| < 0,2\%. \quad (8)$$

Аналогично сформулируем требования к переходным процессам по напряжению.

а) установившееся отклонение напряжения при изменении нагрузки [7], при этом устанавливают значения выходного напряжения и частоты напряжения, равные номинальным при 10%-ной нагрузке, после чего включают нагрузку с номинальным коэффициентом мощности и измеряют установившееся выходное значение напряжения при 100%-ной нагрузке  $U_{st, \min}$ ; изменяют нагрузку до 10% номинальной мощности и измеряют установившееся выходное значение напряжения  $U_{st, \max}$ .

$$q_5 = \pm \frac{U_{st, \max} - U_{st, \min}}{2U_{\text{ном}}} 100\% \leq \pm 10\%; \quad (9)$$

б) установившееся отклонение напряжения при неизменной симметричной нагрузке измеряют при симметричной нагрузке, равной 10 и 100% номинальной мощности, следующим образом:

– устанавливают номинальное значение напряжения;

– по контрольному вольтметру или по цифровому вольтметру в течение 5 мин с интервалами наблюдения 1 мин фиксируют наибольшее и наименьшее значения напряжения:

$$q_6 = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{2U_{\text{ном}}} 100\% \leq 3\%, \quad (10)$$

где  $U_{\max}$  и  $U_{\min}$  – наибольшее и наименьшее напряжения соответственно [5];

в) переходное отклонение напряжения при сбросе-набросе симметричной нагрузки 100% номинальной мощности – не более  $\pm 30\%$ , время восстановления – не более 5 с [8]:

$$q_7 = \left| \frac{U_{\text{дин}} - U_{\text{ном}}}{U_{\text{ном}}} \right| \cdot 100\% \leq 30\%;$$

$$\Delta P = \pm 100\%; \quad (11)$$

$$q_8 = t_U < 5 \text{ с}; \quad |U - U_{\text{ном}}| \leq 5\%, \quad (12)$$

где  $U_{\text{дин}}$  – максимальное или минимальное значения, зарегистрированные при переходном процессе, выходящие за пределы допустимого значения установившегося напряжения [5];

г) время допустимого снижения напряжения более чем на 20% не более 2 с:

$$\begin{aligned} q_9 &= t_{20} \leq 2 \text{ с}; \\ |U - U_{\text{ном}}| &\leq 5\%; \\ \frac{U_{\text{ном}} - U}{U_{\text{ном}}} \cdot 100\% &\geq 20\%; \end{aligned} \quad (13)$$

д) время допустимого снижения напряжения более чем на 40% не более 0,1 с:

$$\begin{aligned} q_{10} &= t_{40} \leq 0,1 \text{ с}; \\ |U - U_{\text{ном}}| &\leq 5\%; \\ \frac{U_{\text{ном}} - U}{U_{\text{ном}}} \cdot 100\% &\geq 40\%; \end{aligned} \quad (14)$$

е) время переходного процесса – после отключения короткого замыкания должно обеспечиваться достижение номинального напряжения с точностью 1% за время не более 1,5 с:

$$q_{11} = t_U < 1,5 \text{ с}; \quad |U - U_{\text{ном}}| \leq 1\%; \quad (15)$$

ж) коэффициент небаланса напряжения при несимметричной нагрузке фаз с коэффициентом небаланса тока до 25% номинального значения силы тока – не более 10%:

$$q_{12} = K_{\text{неб}} = \frac{U_{\text{max}} - U_{\text{min}}}{U_{\text{ном}}} \cdot 100 < 10\%, \quad (16)$$

где  $U_{\text{max}}$  и  $U_{\text{min}}$  – наибольшее и наименьшее из измеренных фазных (линейных) напряжений соответственно [5].

Отдельно проверяется режим параллельной работы [5, 8]: степень рассогласования при параллельной работе – наибольшая разность относительных нагрузок данной установки и группы параллельно работающих установок:

$$q_{13} = \left( \frac{p_e}{p_{ev}} - \frac{\sum p_e}{\sum p_{ev}} \right) \cdot \frac{p_{ev}}{p_{ev \text{ max}}} \cdot 100\%, \quad (17)$$

где  $p_e$  – фактическая нагрузка энергоустановки;  $\sum p_e$  – фактическая нагрузка остальных

энергоустановок;  $p_{ev}$  – номинальная мощность энергоустановки;  $\sum p_{ev}$  – номинальная мощность остальных энергоустановок;  $p_{ev \text{ max}}$  – номинальная мощность наиболее мощной из параллельно работающих энергоустановок.

### Типовые переходные режимы

Известно [9], что типология динамических воздействий на систему авиационная ГТУ – устройство управления позволяет целенаправленно проводить исследования переходных процессов в САУ. Типы возмущений и режимов перечислены в [9], но для электроэнергетических ГТУ следует дополнительно ввести возмущающие воздействия со стороны электрической нагрузки. Данная задача применительно к испытаниям ГТЭС не формализована. Это не случайно, в работе [17] отмечается, что сложные феномены ЭЭС – крайне запутанны для понимания и являются настоящим вызовом для анализа, в XXI веке эти вызовы только усилились из-за необходимости работать вблизи границ устойчивости.

Ориентируясь на сформулированные показатели качества  $Q$ , сформируем примерный перечень характерных (типовых) переходных процессов  $U$  (3). При этом учитываются рекомендации [2] и основные группы возмущающих воздействий ЭЭС [12].

1. Пуск мощного асинхронного двигателя или группы асинхронных двигателей.

2. Короткое замыкание или перегрузка в распределительной или питающей сети и их устранение, отключение линии электропередачи с последующим успешным или неуспешным автоматическим повторным включением.

3. Отключение и включение одного или нескольких генераторов ГТЭС.

4. Различные последовательности аварийных событий и противоаварийных управляющих воздействий: короткие замыкания и их устранение, отключения и последующие подключения двух и более линий электропередачи, действие противоаварийной автоматики, форсировка возбуждения электрогенераторов и др.

5. Несимметричные короткие замыкания при срабатывании или отказе противоаварийной автоматики и их устранение.

6. Переход с автономного режима работы ГТЭС на параллельный режим ра-



боты или работу на мощную сеть и наоборот.

7. Изменение момента сопротивления нагрузки в связи с изменением механической нагрузки электродвигателей.

8. Изменение структуры и состава комплексной нелинейной нагрузки при значительных изменениях электрической мощности.

9. Влияние толчкообразного характера нагрузки.

10. Изменение комплексной нагрузки в системе два электрогенератора – нагрузка.

11. Изменение комплексной нагрузки в системе  $n$  электрогенераторов – нагрузка.

12. Взаимовлияние САУ ГТУ и САУ электрогенераторами при резких изменениях нагрузки.

13. Влияние слабых связей и изменений в конфигурации ЭЭС при значительных изменениях передаваемой электрической мощности.

14. Потеря синхронизма и ресинхронизация.

15. Взаимные колебания мощности при параллельной работе генераторов.

Различные параметры, имеющие, по мнению экспертов, одинаковую важность, располагаются на одинаковых местах, то есть ранги могут повторяться. Поэтому после ранжировки таблица нормируется так, чтобы сумма рангов была равна  $S_n = (1 + n)n/2$ . В состав группы обычно входят разработчики отдельных узлов ГТУ и САУ, специалисты по электрической части, поэтому мнения экспертов о необходимости тех или иных переходных процессов расходятся. При подготовке и проведении испытаний следует отбирать те процессы, о важности которых мнения в группе имеют достаточную степень согласия.

Количественной оценкой степени согласия мнений по интересующему вопросу в группе исследователей является коэффициент конкордации, определяемый методом ранговой корреляции [1, 16]. Такой подход позволяет наиболее полно использовать имеющуюся априорную информацию и сократить объем исследований по выбору переходных процессов.

### Заключение

В статье предложен перечень унифицированных показателей качества, окончательный их выбор может быть скорректиро-

ван с учетом перечня типовых переходных процессов  $U$ . Таким образом, показатели (5)–(17) следует рассматривать только как общий шаблон, на основании которого может быть подготовлена документация для проведения испытаний ГТЭС и методика её последующей автоматизации.

### Список литературы

1. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. – М.: Статистика, 1974. – 159 с.
2. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. – М.: Высш. шк., 1985. – 536 с.
3. Востриков А.С. Синтез систем регулирования методом локализации: монография. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007. – 252 с.
4. ГОСТ 13109-97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
5. ГОСТ Р 53178-2008 Установки электрогенераторные с бензиновыми, дизельными и газовыми двигателями внутреннего сгорания. Методы испытаний.
6. ГОСТ Р 50783-95 Электроагрегаты и передвижные электростанции с двигателями внутреннего сгорания. Общие технические требования.
7. ГОСТ 20440-75. Установки газотурбинные. Методы испытаний.
8. ГОСТ 10511-83 Системы автоматического регулирования частоты вращения (САРЧ) судовых, теплово-зных и промышленных дизелей.
9. Идентификация систем управления авиационных газотурбинных двигателей / В.Г. Августинович, В.А. Акиндинов, Б.В. Боев и др. – М.: Машиностроение, 1984. – 200с.
10. Кавалеров Б.В. Автоматизация испытаний САУ ГТУ газотурбинных мини-электростанций при проектировании и настройке // Автоматизация в промышленности. – 2011. – № 1. – С. 12–17.
11. Методы классической и современной теории автоматического управления: учебник в 5 тт. Т3: Синтез регуляторов систем автоматического управления / под ред. К.А. Пупкова и Н.Д. Егупова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 616 с.
12. Овчаренко Н.И. Автоматика энергосистем. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 476 с.
13. РД 34.20.501-95 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. РАО «ЕЭС России», 1995 ([http://magicad.su/magicad\\_docs/2/2785/index.htm](http://magicad.su/magicad_docs/2/2785/index.htm)).
14. РД 51-015 86 23-07-95 Применение электростанций собственных нужд нового поколения с поршневым и газотурбинным приводом, РАО «Газпром», 1997г. ([http://standartgost.ru/g/%D0%A0%D0%94\\_51-0158623-07-95](http://standartgost.ru/g/%D0%A0%D0%94_51-0158623-07-95)).
15. Справочник по теории автоматического управления / под ред. А.А. Красовского. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 712 с
16. Шальгин А.С., Палагин Ю.И. Прикладные методы статистического моделирования. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1986. – 320 с.
17. Kundur P. Power system stability and control. New York, McGraw-Hill, 1994. – 1176 p.

**References**

1. Beshelev S.D., Gurvich F.G. Matematiko-statisticheskie metody jekspertnyh ocenok. M.: Statistika, 1974. 159 p.
2. Venikov V.A. Perehodnye jelectromehaničeskie processy v jelectričeskikh sistemah. M.: Vyssh. shk., 1985. 536 p.
3. Vostrikov A.S. Sintez sistem regulirovanija metodom lokalizacii: monografija / Vostrikov A.S. Novosibirsk: Izd-vo NGTU, 2007. 252 p.
4. GOST 13109-97 Jelectričeskaja jenergija. Sovmestimost tehničeskikh sredstv jelectromagnitnaja. Normy kachestva jelectričeskoi jenerгии v sistemah jelectrosnabženija obshhego naznachenija.
5. GOST R53178-2008 Ustanovki jelectrogeneratornye s benzinovymi, dizelnymi i gazovymi dvigateljami vnutrennego sgoranija. Metody ispytanij.
6. GOST R 50783-95 Jelectroagregaty i peredvizhnye jelectrostancii s dvigateljami vnutrennego sgoranija. Obshhie tehničeskie trebovanija.
7. GOST 20440-75. Ustanovki gazoturbinye. Metody ispytanij.
8. GOST 10511-83 Sistemy avtomatičeskogo regulirovanija častoty vrashhenija (SARCh) sudovyh, teplovoznnyh i promyshlennyh dizelej.
9. Identifikacija sistem upravlenija aviacionnyh gazoturbinyh dvigatelej/ Avgustinovich V.G., Akindinov V.A., Boev B.V i dr. M.: Mashinostroenie, 1984. 200s.
10. Kavalero B.V. Avtomatizacija ispytanij SAU GTU gazoturbinyh mini-jelectrostancij pri proektirovanii i nastrojke//Avtomatizacija v promyshlennosti. 2011. no. 1. pp. 12–17.
11. Metody klassičeskoj i sovremennoj teorii avtomatičeskogo upravlenija: Učebnik v 5 tt. T3: Sintez reguljatorov sistem avtomatičeskogo upravlenija/ Pod red. K.A. Pupkova i N.D. Egupova. M: Izdatelstvo MGTU im. N.Je.Baumana, 2004. 616 p.
12. Ovčarenko N.I. Avtomatika jenergosistem. M.: Izdatel'skij dom MJeI, 2007. 476 p.
13. RD 34.20.501-95 Pravila tehničeskoj jekspluatacii jelectričeskikh stancij i setej Rossijskoj Federacii. RAO «EJeS Rossii», 1995 ([http://magicad.su/magicad\\_docs/2/2785/index.htm](http://magicad.su/magicad_docs/2/2785/index.htm)).
14. RD 51-015 86 23-07-95 Primenenie jelectrostancij sobstvennyh nužd novogo pokolenija s porshnevym i gazoturbinyym privodom, RAO «Gazprom», 1997g. ([http://standartgost.ru/g/%D0%A0%D0%94\\_51-0158623-07-95](http://standartgost.ru/g/%D0%A0%D0%94_51-0158623-07-95)).
15. Spravočnik po teorii avtomatičeskogo upravlenija/ Pod red. A.A. Krasovskogo. M.: Nauka. Gl. red. fiz.-mat. lit., 1987. 712 p.
16. Shalygin A.S., Palagin Ju.I. Prikladnye metody statističeskogo modelirovanija. L.: Mashinostroenie. Leningr. otdnie, 1986. 320 p.
17. Kundur P. Power system stability and control. New York, McGraw-Hill, 1994. 1176 p.

УДК 517.958, 544.6

**ПЕРЕНОС ИОНОВ СОЛИ В ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЯЧЕЙКЕ С ВРАЩАЮЩИМСЯ МЕМБРАНЫМ ДИСКОМ С УЧЕТОМ ЭЛЕКТРОКОНВЕКЦИИ. ЗАВИСИМОСТЬ ТОЛЩИНЫ ДИФФУЗИОННОГО СЛОЯ ОТ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ**

**<sup>1</sup>Коваленко А.В., <sup>1</sup>Уртенев М.Х., <sup>1</sup>Казакотцева Е.В., <sup>2</sup>Бостанов Р.А., <sup>2</sup>Лайпанова З.М.**

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

Краснодар, e-mail: savanna-05@mail.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Карачаево-Черкесский государственный университет»,

Карачаевск, e-mail: kchgu@yandex.ru

Метод вращающегося мембранного диска обладает рядом уникальных особенностей, это равнодоступность поверхности мембраны и постоянство толщины диффузионного слоя. Основой для создания данного метода послужила теория В.Г. Левича. В статье приведена математическая модель переноса ионов соли в вертикально стоящей цилиндрической ячейке с вращающейся вокруг центральной оси дисковой катионообменной мембраной при запредельных токовых режимах, с учетом электроконвекции, что приводит к существенному изменению гидродинамики. Авторами проведен численный анализ краевой задачи для системы уравнений Нернста – Планка – Пуассона и Навье – Стокса, моделирующей перенос ионов соли. На основе этой модели в работе изучается зависимость толщины диффузионного слоя от угловой скорости. Показано, что следует ввести поправку в формулу Левича, учитывающую влияние электроконвекции.

**Ключевые слова:** обессоливание, вращающаяся дисковая мембрана, равнодоступная поверхность, электродиализ, уравнения Навье – Стокса, уравнения Нернста – Планка – Пуассона, электроконвекция, цилиндрическая система координат

**THE TRANSFER OF SALT IONS IN AN ELECTROCHEMICAL CELL WITH ROTATING MEMBRANE DISK WITH REGARD ELECTROCONVECTION. DEPENDENCE OF THE THICKNESS OF THE DIFFUSION LAYER ON THE ANGULAR VELOCITY**

**<sup>1</sup>Kovalenko A.V., <sup>1</sup>Urtenov M.K., <sup>1</sup>Kazakovtseva E.V., <sup>2</sup>Bostanov R.A., <sup>2</sup>Laypanova Z.M.**

<sup>1</sup>Kuban State University, Krasnodar, e-mail: savanna-05@mail.ru;

<sup>2</sup>Karachay-Cherkess State University, Karachaevsk, e-mail: kchgu@yandex.ru

The method of rotating membrane disk has some of unique features, such as equal accessibility and permanence of the membrane thickness of the diffusion layer. The basis for the creation of this method was the theory V. Levich. The article contains a mathematical model of transport of salt ions in a vertically standing cylindrical cell with a rotating disk around the central axis of a cation exchange membrane in over limiting current modes, considering electroconvection, which leads to a substantial change hydrodynamics. The authors analyzed the numerical boundary value problem for a system of equations Nernst – Planck – Poisson and Navier – Stokes modeling ion transport salt. On the basis of this model, in this paper we study the dependence of the diffusion layer thickness on the angular velocity. It is proved that a correction should be introduced into the formula Levich, consider the influence electroconvection.

**Keywords:** desalting, rotating disk membrane, fairness surface, electrodialysis, the Navier-Stokes equation, Nernst-Planck-Poisson equation, electroconvection, cylindrical coordinate system

Метод вращающегося мембранного диска (ВМД) обладает рядом уникальных особенностей, это равнодоступность поверхности мембраны и постоянство толщины диффузионного слоя. Основой для создания метода ВМД послужила теория В.Г. Левича [7], согласно которой течение раствора под дисковым электродом имеет вид логарифмических спиралей, что обеспечивает равнодоступность поверхности вращающегося дискового электрода, а толщина диффузионного слоя  $\delta_{dif}$  зависит лишь от угловой скорости вращения  $\omega$  дискового электрода:  $\delta_{dif} = k/\sqrt{\omega}$ , где  $k$  постоянная, за-

висящая от коэффициента диффузии и кинематической вязкости.

Теория Левича применима для вращающегося мембранного диска при допредельных токовых режимах, из-за чего он широко используется при изучении мембранных систем [2, 3]. В работах [1, 8] была предложена экспериментальная электрохимическая ячейка с ВМД с горизонтально расположенной катионообменной мембраной. Эта установка позволяет одновременно определять общие и парциальные ВАХ, ионные потоки и зависимость эффективных чисел переноса ионов электролита от угловой скорости вращения мембранного диска [8]. В работах [4, 5]

теоретически была проверена равнодоступность поверхности мембранного диска в этой установке, но без учета электроконвекции, возникающей при запредельных токовых режимах.

Данная статья является продолжением работы [6], в которой была приведена математическая модель переноса ионов соли в вертикально стоящей цилиндрической ячейке с вращающейся вокруг центральной оси дисковой катионообменной мембраной при запредельных токовых режимах, с учетом электроконвекции, что приводит к существенному изменению гидродинамики. На основе этой модели в данной работе изучается зависимость толщины диффузионного слоя от угловой скорости.

**Постановка задачи.** Математическая модель и некоторые свойства процесса переноса ионов соли достаточно подробно изложены в [6]. В связи с этим здесь ограничимся кратким изложением модели, уделив основное внимание ее исследованию.

Используя осевую симметрию модели, представим область решения в виде половины сечения цилиндрической области (рис. 1). Следует иметь в виду, что половина сечения цилиндрической области вращается вокруг оси симметрии 2, причем:

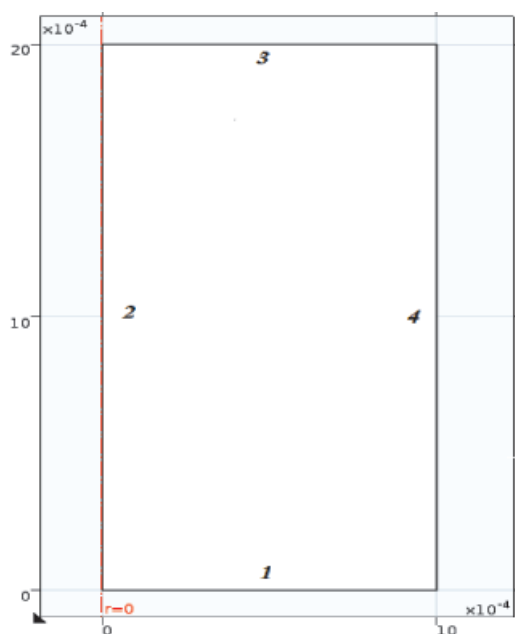


Рис. 1. Половина сечения цилиндрической области и ее границы

**Граница 1** – глубина раствора, которая моделирует бесконечно удаленную от катионообменной мембраны часть, где выполняется условие электронейтральности, концентрация раствора постоянная ( $C_0$ ) и концентрации катионов и анионов счита-

ются постоянными:  $C_{i,0} = C_0$ ,  $i = 1, 2$ . Граница 1 является открытой границей (входом) для раствора, и для скорости ставится условие отсутствия нормального напряжения  $(\nabla \vec{u} + (\nabla \vec{u})^T) \vec{n} = 0$ , давление при этом считается равным нулю. Кроме того, граница 1 считается также анодом, причем эквипотенциальной поверхностью, с  $\Phi = 0$ .

**Граница 3** соответствует вращающейся идеально селективной катионообменной мембране, поэтому она считается выходом для катионов, концентрация которых постоянна и равна емкости мембраны:  $C_{1,0} = C_{km}$ . Для анионов используется условие непроницаемости (отсутствия потока):  $-\vec{n} \cdot \vec{N}_2 = 0$ . Поверхность катионообменной мембраны считается эквипотенциальной:  $\Phi = d_\Phi$ . Для радиальной скорости используется условие:  $v = \omega r$ .

**Граница 4** – открытая граница (выход) для раствора. На ней для ионов ставится условие выноса конвективным потоком  $\vec{N}_i = -u \cdot C_i$ ,  $i = 1, 2$ . Для потенциала используется условие непроницаемости:

$$-\vec{n} \cdot \left( r \frac{\partial \Phi}{\partial r}, \frac{\partial \Phi}{\partial z} \right)^T = 0. \text{ Граница 4 считается}$$

выходом и для скорости ставится такое же граничное условие, как и для границы 1.

Скорость течения раствора на входе и выходе определяется по ходу решения.

Будем считать, что вначале ячейка заполнена раствором бинарной соли (например, NaCl) с равномерно распределенной концентрацией  $C_0$ .

Для моделирования переноса ионов соли и течения раствора используется система уравнений Нернста – Планка и Пуассона и Навье – Стокса Векторная запись этой системы для бинарного электролита при отсутствии химических реакций, в декартовой системе координат, имеет вид

$$\vec{N}_i = \frac{F}{RT} z_i D_i C_i \vec{E} - D_i \nabla C_i + C_i \vec{V}, \quad i = 1, 2; \quad (1)$$

$$\frac{\partial C_i}{\partial t} = -\text{div} \vec{N}_i, \quad i = 1, 2; \quad (2)$$

$$\varepsilon \Delta \Phi = -F (z_1 C_1 + z_2 C_2); \quad (3)$$

$$\vec{I} = F (z_1 \vec{j}_1 + z_2 \vec{j}_2); \quad (4)$$

$$\rho \frac{\partial \vec{u}}{\partial t} - \eta \Delta \vec{u} + \rho (\vec{u} \cdot \nabla) \vec{u} + \nabla P = \vec{f}; \quad (5)$$

$$\nabla \cdot \vec{u} = 0, \quad (6)$$

где  $\nabla$  – градиент;  $\Delta$  – оператор Лапласа;  $\vec{V}$  – скорость течения раствора;  $\vec{N}_1, \vec{N}_2, C_1, C_2$  – потоки и концентрации катионов и анионов



в растворе соответственно;  $z_1, z_2$  – зарядовые числа катионов и анионов;  $\bar{I}$  – плотность тока;  $D_1, D_2$  – коэффициенты диффузии катионов и анионов соответственно;  $\Phi$  – потенциал электрического поля;  $\vec{E} = -\nabla\Phi$  – напряженность электрического поля;  $\epsilon$  – диэлектрическая проницаемость электролита;  $F$  – постоянная Фарадея;  $R$  – газовая постоянная;  $T$  – абсолютная температура;  $t$  – время;  $\nu$  – коэффициенты кинематической вязкости;  $u$  – скорость;  $\rho$  – плотность;  $\eta$  – динамическая вязкость;  $P$  – давление;  $\vec{f} = \rho\vec{E} = -\epsilon\Delta\Phi\vec{E} = \epsilon\Delta\Phi\nabla\Phi = \epsilon\vec{E}\text{div}\vec{E}$  – объемная электрическая сила.

**Замечание 1.** Поскольку под мембраной образуется запирающий слой обесцвешенного раствора, влияние гравитационной конвекции несущественно.

Для численного решения краевой задачи используется метод конечных элементов в цилиндрической системе координат с равномерной сеткой.

### Анализ численных результатов

Рассмотрим некоторые результаты моделирования переноса ионов соли в электрохимической ячейке с вращающимся мембранным диском.

#### 1. Методика расчета толщины диффузионного слоя

На рис. 2 приведены сечения линий тока раствора вблизи катионообменной мембраны. В центре мембранного диска образуется электроконвективный вихрь. Раствор обтекает этот вихрь, и перед ним образуется застойная зона. С увеличением угловой скорости при заданном падении потенциала размеры

электроконвективного вихря уменьшаются, и при некотором значении угловой скорости электроконвективный вихрь исчезает. Вдали от оси вращения линии тока раствора близки к логарифмическим спиральям [6].

На рис. 3 приведен график концентрации катионов вблизи катионообменной мембраны.

Значения концентрации практически линейно уменьшаются в диффузионном слое от постоянного значения до минимального постоянного значения, а затем снова увеличиваются в узкой области вблизи катионообменной мембраны (часть квазиравновесного погранслоя), удовлетворяя граничному условию. В дальнейших рассуждениях этот погранслоем, обусловленный граничным условием на концентрацию катионов на поверхности катионообменной мембраны, имеющий привнесенный характер и малые размеры, не участвует.

Как следует из рис. 3, вдали от центра диска толщина диффузионного слоя практически постоянна. Внешняя граница диффузионного слоя определяется по точке, в которой концентрация меняется на какой-то фиксированный процент (в работе на 5%) от своего начального значения (рис. 4). Далее рассчитывается толщина диффузионного слоя  $\delta_{dif}$

#### 2. Зависимость толщины диффузионного слоя от угловой скорости

Из формулы Левича [7] следует, что величина  $k = \delta_{dif}\sqrt{\omega}$  – постоянная. Ниже в таблице приведены зависимость толщины диффузионного слоя от угловой скорости и значение  $k = \delta_{dif}\sqrt{\omega}$ , рассчитанные в рамках данной модели.

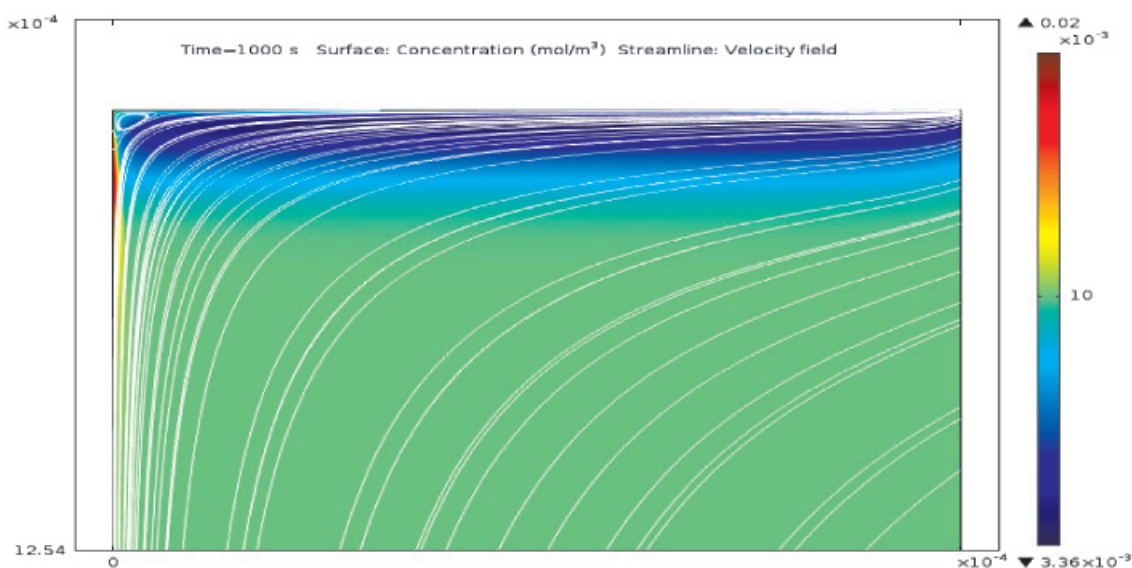


Рис. 2. Линии тока раствора вблизи мембранного диска жидкости в момент времени  $t = 1000$  с при угловой скорости 30 оборотов в минуту и разности потенциала  $d\Phi = 0,3$  В

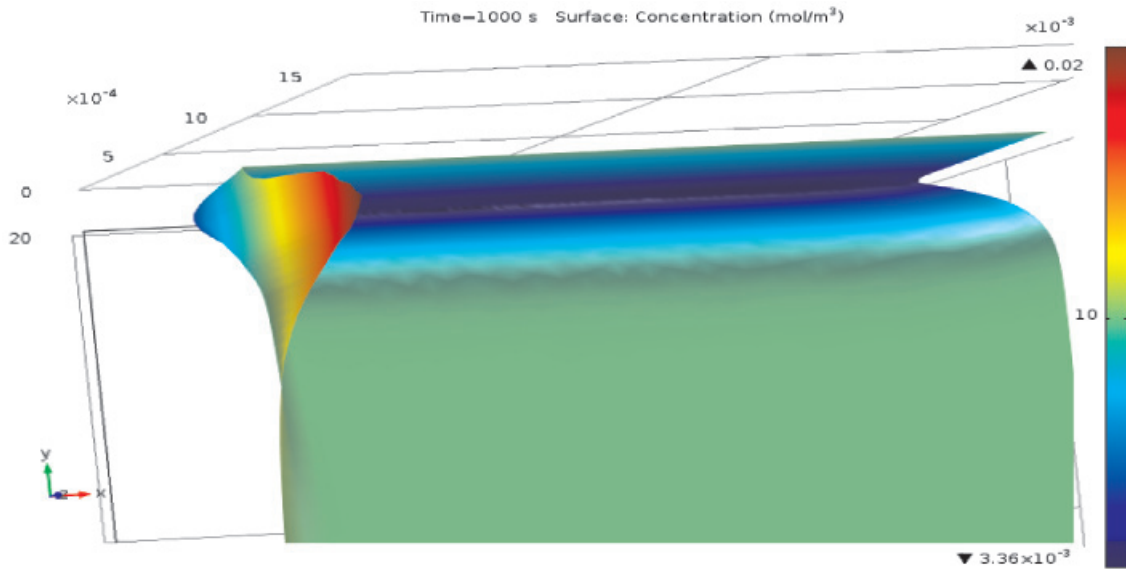


Рис. 3. График концентрации катионов в момент времени  $t = 1000$  с при угловой скорости 30 оборотов в минуту и разности потенциала  $d\Phi = 0,3$  В

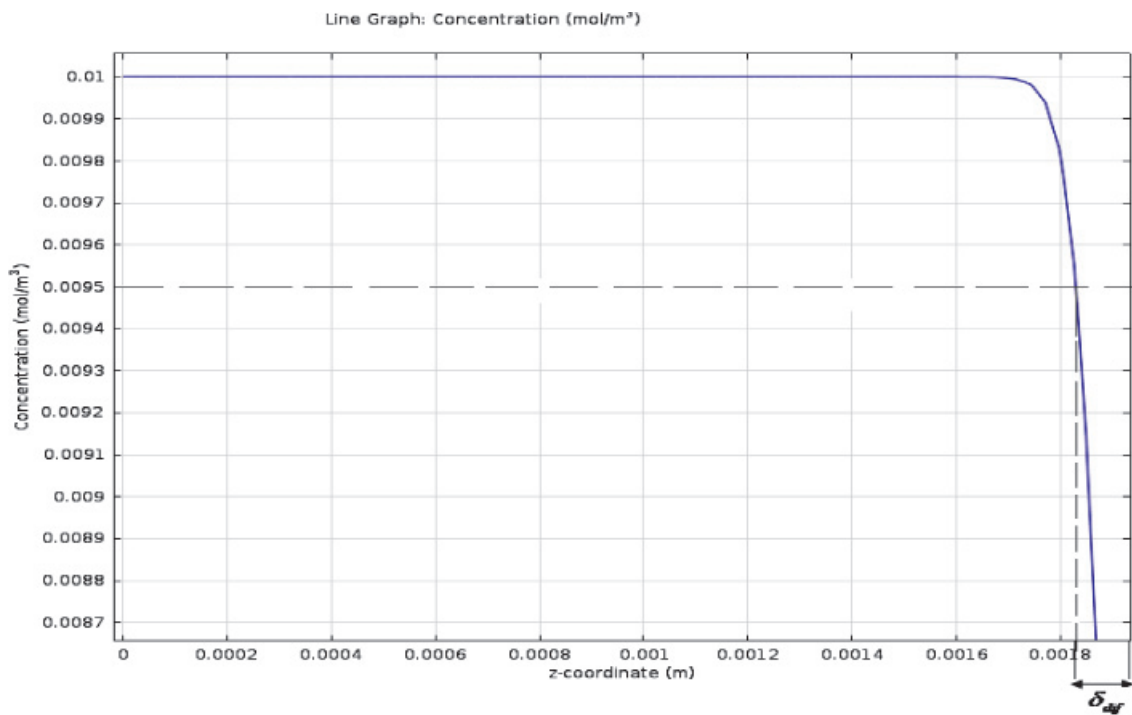


Рис. 4. Схема определения толщины диффузионного слоя

Зависимость толщины диффузионного слоя  $\delta_{dif}$  (мм) от угловой скорости  $\omega$  (рад/с)

$\omega$ , рад/с	0	$\pi$	$2\pi$	$3\pi$	$4\pi$	$5\pi$	$6\pi$	$7\pi$	$8\pi$	$9\pi$	$10\pi$
$\delta_{dif}$ , мм	0,796	0,165	0,097	0,071	0,056	0,046	0,039	0,033	0,028	0,024	0,0182
$k$	0,0	0,29	0,24	0,218	0,199	0,182	0,169	0,155	0,14	0,128	0,102

Как видно из таблицы, значение  $k$  нельзя считать постоянным и следует ввести поправку в формулу Левича, учитывающую влияние электроконвекции.

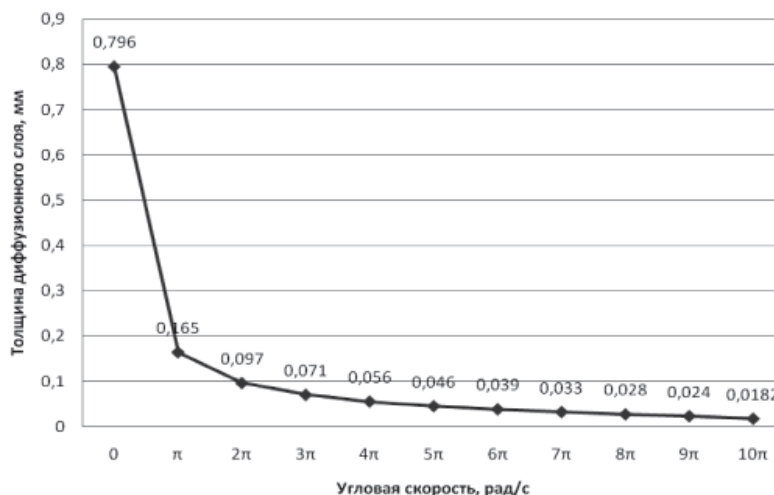


Рис. 5. График зависимости толщины диффузионного слоя в мм от угловой скорости в рад/с

### Заключение

В работе проведен численный анализ краевой задачи для системы уравнений Нернста – Планка – Пуассона и Навье – Стокса, моделирующей перенос ионов соли в цилиндрической ячейке с вращающимся катионообменным мембранным диском. Рассчитана зависимость толщины диффузионного слоя от угловой скорости. Показано, что следует ввести поправку в формулу Левича, учитывающую влияние электроконвекции.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 13-08-00464 а и № 13-08-01460-а.*

### Список литературы

1. Заболоцкий В.И., Шельдешов Н.В., Шарафан М.В. // Электрохимия. – 2006. – т. 42. – № 11. – С. 1–7.
2. Завгородних Л.А., Бобрешова О.В., Кулинцов П.И., Аристов И.В. // Электрохимия. – 2006. – т. 42. – С. 68.
3. Исаев Н.И., Золотарева Р.И., Иванов Э.М. // Журн. физ. химии. – 1967. – т. 41. – С. 849/
4. Коваленко А.В., Заболоцкий В.И., Уртенев М.Х., Казаковцева Е.В., Шарафан М.В. Исследование переноса ионов соли в экспериментальной электрохимической ячейке с вращающимся мембранным диском // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар: КубГАУ, 2013. – № 10(094). – С. 336–347. <http://ej.kubagro.ru/2013/10/pdf/25.pdf>, 0,75 у.п.л.
5. Коваленко А.В., Заболоцкий В.И., Уртенев М.Х., Казаковцева Е.В., Шарафан М.В. Математическое моделирование и численное исследование гидродинамики в экспериментальной электрохимической ячейке с вращающимся мембранным диском // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар: КубГАУ, 2013. – № 10(094). – С. 325–335. <http://ej.kubagro.ru/2013/10/pdf/24.pdf>.
6. Коваленко А.В., Уртенев М.А.Х., Казаковцева Е.В. Перенос ионов соли в электрохимической ячейке с вращающимся мембранным диском с учетом электроконвекции. Часть 1. Математическая модель // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного универ-

ситета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 09(103). – С. 1181–1195. <http://ej.kubagro.ru/2014/09/pdf/80.pdf>.

7. Левич В.Г. Физико-химическая гидродинамика. – М.: Физматгиз, 1959. – 700 с.

8. Патент № 78577 РФ, МПК G01N 27/40, 27/333 Устройство для одновременного измерения вольтамперных характеристик и чисел переноса ионов в электромембранных системах / Шарафан М.В., Заболоцкий В.И. № 2008122083/22 от 02.06.2008, опубл. 27.11.2008, Бюл. № 33.

### References

1. Zabolockij V.I., Sheldeshov N.V., Sharafan M.V. // Jeletrohimija. 2006, t.42., no. 11, pp. 1–7.
2. Zavgorodnyh L.A., Bobreshova O.V., Kulincov P.I., Aristov I.V. // Jeletrohimija. 2006. T.42. pp. 68.
3. Isaev N.I., Zolotareva R.I., Ivanov Je.M. // Zhurn. fiz. himii, 1967. T. 41. pp. 849.
4. Kovalenko A.V., Zabolockij V.I., Urtenov M.H., Kazakovceva E.V., Sharafan M.V. Issledovanie perenosa ionov soli v jeksperimentalnoj jeletrohimitscheskoj jachejke s vrashhajushhimsja membrannym diskom // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) Krasnodar: KubGAU, 2013. no. 10(094). pp. 336–347. <http://ej.kubagro.ru/2013/10/pdf/25.pdf>, 0,75 u.p.l.
5. Kovalenko A.V., Zabolockij V.I., Urtenov M.H., Kazakovceva E.V., Sharafan M.V. Matematicheskoe modelirovanie i chislennoe issledovanie gidrodinamiki v jeksperimentalnoj jeletrohimitscheskoj jachejke s vrashhajushhimsja membrannym diskom // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU)– Krasnodar: KubGAU, 2013. no. 10(094). pp. 325–335. <http://ej.kubagro.ru/2013/10/pdf/24.pdf>.
6. Kovalenko A.V., Urtenov M. A. H., Kazakovceva E. V. Perenos ionov soli v jeletrohimitscheskoj jachejke s vrashhajushhimsja membrannym diskom s uchetoм jelektrokonvekcii. Chast 1. Matematicheskaja model // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU). Krasnodar: KubGAU, 2014. no. 09(103). pp. 1181–1195. <http://ej.kubagro.ru/2014/09/pdf/80.pdf>.
7. Levich V.G. Fiziko-himicheskaja gidrodinamika. M.: Fizmatgiz, 1959, 700 p.
8. Patent no. 78577 RF, MPK G01N 27/40, 27/333 «Ustrojstvo dlja odnovremennogo izmerenija voltampernyh harakteristik i chisel perenosa ionov v jelektromembrannyh sistemah». Sharafan M.V., Zabolockij V.I. no. 2008122083/22 от 02.06.2008, opubl. 27.11.2008, Bjul. no. 33.

УДК 621.7

## ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ СТЕРЖНЕВЫХ ПОКОВОК С ФЛАНЦАМИ, ИЗГОТАВЛИВАЕМЫХ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКОЙ ВЫДАВЛИВАНИЕМ НА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРЕССАХ

Логутенкова Е.В., Антонюк Ф.И.

*Калужский филиал ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана», Калуга, e-mail: iwtbhn@mail.ru*

Выполнен анализ точности высотных размеров стержневых поковок с фланцами, изготавливаемых холодной штамповкой выдавливанием на гидравлических прессах. Оценка осуществлялась на основе системного анализа с применением теории чувствительности систем. В качестве критериев точности использованы функции чувствительности и их количественные показатели – коэффициенты преобразования исходных погрешностей в погрешность высоты фланцев выдавливаемых поковок. Рассмотрены способы штамповки с упором в поковку и с применением жесткого упора. Обоснована целесообразность повышения точности высоты фланцев выдавливаемых стержневых поковок путем введения в технологическую систему гидравлического пресса жесткого упора, встраиваемого в штамп. Показано, что применение коэффициентов преобразования позволяет определить величину жесткости упора с учетом жесткости поковки. Предложены зависимости для определения погрешности штамповки. Получены выражения для вычисления оптимального уровня жесткости упора.

**Ключевые слова:** прямое выдавливание, точность высоты поковок, коэффициенты преобразования, жесткий упор

## IMPROVING THE ACCURACY OF FORGINGS ROD WITH FLANGES MANUFACTURES COLD FORMING EXTRUSION ON HYDRAULIC PRESSES

Logutenkova E.V., Antonyuk F.I.

*Moscow State Technical University n.a. Bauman, Kaluga Branch, Kaluga, e-mail: iwtbhn@mail.ru*

The analysis of the accuracy of the size of tall rod forgings flanges manufactured cold formed by extrusion on hydraulic presses. Evaluated on the basis of systematic analysis using sensitivity theory systems. The criteria used in the accuracy and sensitivity functions quantitative indicators – initial conversion factors of errors in the error of the height of the flange extruded forgings. The methods of forming a stop in forging and using an abutment stop. The expediency of increasing the accuracy of the height of the flange extruded rod forgings by introducing technological system of hydraulic press abutment stop, embedded in the stamp. It is proved that the use of conversion factors to determine the amount of stiffness stop considering stiffness forgings. Depending proposed to determine the error stamping. Expressions for calculating the optimum level of stiffness stops.

**Keywords:** direct extrusion, the height accuracy of forgings, transform factors, abutment stop

Экономическая эффективность холодной объемной штамповки (ХОШ), выполняемой на прессах, в полной мере реализуется, если точность размеров поковок позволяет исключить последующую механическую обработку либо свести ее к минимуму.

Известно, что точность диаметральных размеров поковок определяется характеристиками материала рабочих деталей штампа и деформируемого сплава и, как правило, соответствует 8...9 качеству. Точность высотных размеров поковок обеспечивается взаимным расположением рабочих деталей штампов и на 4...6 качествах грубее. Поэтому последующая механическая обработка высотных размеров необходима. Таким образом, повышение эффективности ХОШ неразрывно связано с увеличением точности высотных размеров поковок. Она зависит от величины и характера исходных погрешностей, жесткости штампуемых поковок и типа применяемого пресса [7].

В работах по исследованию точности различных операций ХОШ определено, что влияние того или иного типа пресса на точность высотных размеров поковок (далее – точность поковок) зависит от жесткости штампуемых поковок [3, 7]. Этот показатель силового режима характеризует скорость изменения силы сопротивления поковки деформированию в конечный момент процесса штамповки. Жесткость поковки определяется не только ее размерами и характеристиками материала, но и особенностями технологической операции. Величина жесткости штампуемых поковок в зависимости от перечисленных факторов может изменяться в достаточно широком диапазоне. В частности, при изготовлении стаканов обратным выдавливанием на стационарной стадии процесса, когда сила сопротивления поковки деформированию практически постоянна, ее жесткость близка к нулю и возрастает только на заключительной нестационарной стадии.



Однако при этом величина жесткости поковки в несколько раз меньше суммарной жесткости универсального кривошипного прессы со штампом (далее – жесткость прессы). Жесткость поковок, штампуемых в закрытых штампах, не только сопоставима с жесткостью универсальных кривошипных прессов, но и, в зависимости от степени заполнения углов штампа, может значительно, почти на порядок, превысить этот показатель [1, 3].

В работе [5] на основе анализа с применением функций чувствительности и экспериментальных данных установлено, что повышение жесткости кривошипных прессов повышает точность поковок с относительно низкой жесткостью. Напротив, при штамповке жестких поковок повышение жесткости применяемого прессы малоэффективно. В этом случае такие поковки целесообразно штамповать на прессах с низкой жесткостью либо на гидравлических прессах [2]. К подобному выводу пришли также авторы работы на основе сравнения показателей точности поковок, изготавливаемых штамповкой в закрытых штампах, осадкой и обратным выдавливанием на кривошипных и гидравлических прессах [8].

Следует отметить, что в отечественном машиностроении для ХОШ на прессах применяют в основном кривошипные прессы, а на гидравлических прессах штампуют не более 10% всех производимых поковок. Такие пропорции обусловлены большей производительностью и более высокой точностью поковок, штампуемых на кривошипных прессах. Очевидно, по этой причине в специальной справочной литературе не отражена специфика штамповки на гидравлических прессах, включая проблему повышения точности поковок.

Исключением является работа, в которой автор, применив функции чувствительности, установил, что при выполнении таких различных технологических операций, как штамповка в закрытых штампах и обратное выдавливание стаканов на гидравлическом прессы с упором в поковку, точность поковок зависит от их жесткости. В отличие от кривошипных прессов, при увеличении жесткости поковок точность их высотных размеров возрастает [6].

Таким образом, можно заключить, что исходя из критерия точности штампуемых поковок, определена область применения гидравлических прессов – жесткие поковки, штампуемые в закрытых штампах. Однако гидравлические прессы по своим эксплуатационным характеристикам, исключая производительность и сравнительно низкую точность поковок, в первую очередь штампуемых выдавливанием, обладают

очевидными преимуществами по сравнению с кривошипными. К ним относятся: постоянство деформирующей силы на всей длине рабочего хода, который значительно больше, чем у кривошипных прессов; точность контроля деформирующей силы, исключая возможную перегрузку рабочих деталей штампов; эффективное использование мощности привода. Последнее обстоятельство весьма важно для таких энергоемких операций, как выдавливание, в том числе выдавливание стержневых изделий с фланцами.

Основываясь на изложенном, можно сделать вывод, что исследования, направленные на поиск путей повышения точности поковок, изготавливаемых выдавливанием на гидравлических прессах, являются актуальными и позволяющими наиболее эффективно использовать их эксплуатационные свойства.

Следует заметить, что в зарубежной практике ХОШ отмечается тенденция повышения точности поковок, штампуемых на кривошипных и гидравлических прессах, прежде всего за счет существенного уменьшения величины исходных погрешностей [9]. Зарубежные авторы при прогнозировании точности штампуемых поковок, как правило, применяют численные методы моделирования, в том числе метод Монте-Карло [10]. Однако при этом ограничиваются влиянием на результирующую погрешность только случайных погрешностей без учета систематической постоянной погрешности наладки. Последняя, как показывает анализ и экспериментальные данные, при выдавливании является доминирующей погрешностью [6].

### Постановка задачи

**Цель** выполненной работы – исследование возможного повышения точности высотных размеров поковок стержневого типа с фланцами, изготавливаемых штамповкой выдавливанием, а также комбинированной операцией осадки с выдавливанием на гидравлических прессах.

### Решение задачи

Для анализа точности технологической операции выдавливания поковок типа стержень с фланцем использован метод, основанный на системном анализе и теории параметрической чувствительности технологической системы, изложенный в работе [1].

Вначале рассмотрим штамповку на гидравлическом прессы с упором в поковку с постоянной деформирующей силой, установленной на пределе давления. В этом случае исходная математическая модель

представляется равенством силы гидравлического пресса ( $P_p$ ) и силы сопротивления поковки деформированию ( $P$ ):

$$P_p = P(h, \sigma_s, \mu), \quad (1)$$

где  $h$  – высота фланца – выходной параметр технологической системы;  $\sigma_s$  – напряжение текучести упрочняемого материала поковки с учетом интенсивности деформации;  $\mu$  – коэффициент контактного трения. В (1) входные параметры –  $P_p$ ,  $\sigma_s$  и  $\mu$ , задающие варьируемость выходного параметра  $h$ . Для перехода от связи входных и выходного параметра системы (1) к связи соответствующих абсолютных погрешностей ( $\Delta P$ ,  $\Delta h$ ,  $\Delta \sigma_s$  и  $\Delta \mu$ ) исходную функцию продифференцируем, полагая, что она гладкая и непрерывная. Также при этом, полагая, что указанные погрешности достаточно малы, получим

$$\Delta P = \frac{\partial P}{\partial h} \cdot \Delta h + \frac{\partial P}{\partial \sigma_s} \cdot \Delta \sigma_s + \frac{\partial P}{\partial \mu} \cdot \Delta \mu, \quad (2)$$

где  $\frac{\partial P}{\partial h}$ ,  $\frac{\partial P}{\partial \sigma_s}$  и  $\frac{\partial P}{\partial \mu}$  – частные производные функции ( $P$ ) по соответствующим варьируемым параметрам,  $\frac{\partial P}{\partial h}$  – жесткость поковки, которая на заключительной нестационарной стадии выдавливания всегда меньше нуля ( $\frac{\partial P}{\partial h} < 0$ ).

Заменив абсолютные погрешности варьируемых параметров относительными ( $\delta P$ ,  $\delta h$ ,  $\delta \sigma_s$  и  $\delta \mu$ ), получим выражения для относительных функций чувствительности выходного параметра системы (высоты фланца  $h$ ) к относительным погрешностям исходных параметров:

$$K_\sigma = \frac{\delta h_\sigma}{\delta \sigma_s} = \frac{P/h}{\partial P / \partial \sigma_s}; \quad (3)$$

$$K_\mu = \frac{\delta h_\mu}{\delta \mu} = \frac{\partial P / \partial \mu}{\partial P / \partial h} \cdot \frac{\mu}{h}; \quad (4)$$

$$P = 1,15 \cdot \sigma_s \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \left[ \left( 2 + \frac{\mu \cdot (D-d)}{2 \cdot h} + \frac{h}{2 \cdot d} \right) \cdot \frac{D-d}{D} + \frac{(2 \cdot \mu + 1) \cdot h}{2 \cdot D} \right], \quad (6)$$

где  $D$ ,  $d$  – соответственно диаметры фланца и стержня поковки.

Максимальная высота фланца в этом случае ограничена высотой очага пластической деформации, которая определяется из условия  $\frac{\partial P}{\partial h} = 0$ :

$$h_0 = \frac{D-d}{2} \cdot \sqrt{\frac{(2 \cdot \mu + 1) \cdot d}{D-d + (2 \cdot \mu + 1) \cdot d}}.$$

$$K_P = \frac{\delta h_P}{\delta P} = - \frac{P/h}{\partial P / \partial h}. \quad (5)$$

Из (3), (4) и (5) видно, что функции чувствительности отражают связь относительной погрешности выходного параметра ( $\delta h$ ) с относительными погрешностями исходных параметров ( $\delta \sigma_s$ ,  $\delta P$  и  $\delta \mu$ ). Отметим, что  $\delta \sigma_s$  и  $\delta \mu$  – случайные погрешности, а  $\delta P$  – систематическая постоянная погрешность регулирования деформирующей силы пресса ( $P$ ) – погрешность наладки. Наряду с этим видно, что функции чувствительности зависят от жесткости штампуемых поковок. При увеличении жесткости поковок величина функций чувствительности, а значит, погрешность высоты фланцев уменьшается.

Численные значения функций чувствительности показывают, какая часть относительной единичной исходной погрешности преобразуется в относительную погрешность выходного параметра, поэтому их называют коэффициентами преобразования.

Располагая коэффициентами преобразования, о величине единичных погрешностей высоты поковки можно судить, зная значения величины исходных погрешностей ( $\delta x_i$ ):

$$\delta h_i = K_i \cdot \delta x_i.$$

При равной величине исходных погрешностей анализ точности той или иной технологической операции, выполняемой на гидравлическом прессе, можно проводить, используя коэффициенты преобразования.

Для анализа точности операции прямого выдавливания на заключительной, нестационарной стадии, когда высота фланцев меньше высоты очага пластической деформации ( $h \leq h_0$ ), примем, что сила сопротивления поковки выдавливанию определяется по формуле [4]

Если сила выдавливания стержневой поковки с фланцем задана (6), тогда функции чувствительности с учетом (3), (4) и (5) получают вид

$$K_{\sigma} = \frac{\delta h_{\sigma}}{\delta \sigma} = \frac{\left(2 + \frac{\mu \cdot (D-d)}{2 \cdot h} + \frac{h}{2 \cdot d}\right) \cdot \frac{D-d}{D} + \frac{(2 \cdot \mu + 1) \cdot h}{2 \cdot D}}{h \cdot \left[\left(\frac{\mu \cdot (D-d)}{2 \cdot h^2} - \frac{1}{2 \cdot d}\right) \cdot \frac{D-d}{D} - \frac{(2 \cdot \mu + 1)}{2 \cdot D}\right]}; \quad (7)$$

$$K_{\mu} = \frac{\delta h_{\mu}}{\delta \mu} = \frac{\left(\frac{\mu \cdot (D-d)}{2 \cdot h}\right) \cdot \frac{D-d}{D} + \frac{\mu}{D}}{h \cdot \left[\left(\frac{\mu \cdot (D-d)}{2 \cdot h^2} - \frac{1}{2 \cdot d}\right) \cdot \frac{D-d}{D} - \frac{(2 \cdot \mu + 1)}{2 \cdot D}\right]}; \quad (8)$$

$$K_p = \frac{\delta h_p}{\delta P} = -K_{\sigma}. \quad (9)$$

Как видно из анализа (7), (8) и (9), жесткость поковки, а значит уменьшение коэффициентов преобразования, зависит от отношения  $D/d$ , коэффициента контактного трения  $\mu$  и высоты фланца  $h$ . Жесткость выдавливаемых поволоков, как показывают расчеты, даже при  $D/d = 5$  относительно мала. В частности, если выдавливается поковка из сплава АД1 ( $\sigma_s = 150$  МПа) с размерами:  $D = 25$  мм,  $d = 5$  мм и высотой фланца  $h = 2$  мм ( $\mu = 0,3$ ), тогда ее жесткость составит 41,3 кН/мм при силе выдавливания 269 кН. Если поковка с аналогичными размерами изготавливается из меди М1 ( $\sigma_s = 400$  МПа), тогда ее жесткость составит 110 кН/мм, а сила выдавливания – 718 кН. Можно заметить, что в обоих случаях отношение деформирующей силы к жесткости поковки одинаково и равно 6,5.

Жесткость поволоков на заключительной, нестационарной стадии выдавливания

зависит от высоты фланца. Вследствие этого изменяется величина коэффициентов преобразования, а значит и точность высоты фланца.

На рис. 1 в виде графиков представлена зависимость коэффициентов преобразования  $K_{\sigma} = K_p$  и  $K_{\mu}$  от высоты фланцев выдавливаемых поволоков.

Из графиков на рис. 1 видно, что уменьшение высоты фланцев сопровождается ростом жесткости поволоков и уменьшением коэффициентов преобразования.

Сравнивая величину коэффициентов преобразования поковки с параметрами, указанными на рис. 1, штампуемой на гидравлическом и универсальном кривошипном прессе с жесткостью  $C = 300$  кН/мм [5], можно отметить, что величина коэффициентов при штамповке на кривошипном прессе в 3 раза меньше. Это наглядно свидетельствует о значительно высокой точности поволоков, выдавливаемых на кривошипных прессах.

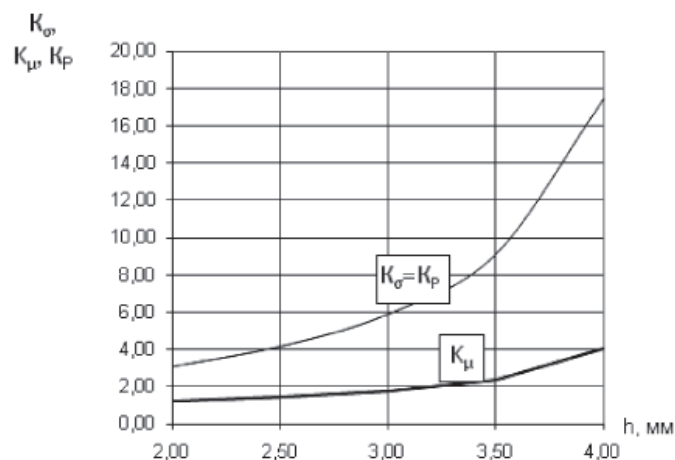


Рис. 1. Зависимость коэффициентов преобразования  $K_{\sigma} = K_p$  и  $K_{\mu}$  от высоты фланцев выдавливаемых поволоков ( $D = 25$  мм,  $d = 5$  мм,  $\mu = 0,3$ ) при штамповке с упором в поковку

Однако, как показывает выполненный анализ коэффициентов преобразования при штамповке с упором в поковку, точность поковок может быть повышена введением в технологическую систему дополнительной жесткости в виде упругодеформируемого упора, устанавливаемого в штамп. Это позволяет, не увеличивая силу деформирования поковки, существенно «повысить» жесткость поковки за счет упора [7].

Рассмотрим способ штамповки с применением упоров. В этом случае исходное уравнение (1) получит вид

$$P_{\Gamma} = P_y - P(h, \sigma_s, \mu).$$

Используя методику, изложенную для анализа точности поковок при штамповке с упором в поковку, определим функции чувствительности (коэффициенты преобразования). В результате получим

$$K_{\sigma}^y = \frac{\delta h_{\sigma}}{\delta \sigma} = \frac{P/h}{C_y + \partial P / \partial h}; \quad (10)$$

$$K_{\mu}^y = \frac{\delta h_{\mu}}{\delta \mu} = \frac{\partial P / \partial \mu}{C_y + \partial P / \partial h} \cdot \frac{\mu}{h}; \quad (11)$$

$$K_p = \frac{\delta h_p}{\delta P} = \frac{P/h}{C_y + \partial P / \partial h}. \quad (12)$$

Анализируя выражения (10), (11) и (12), можно отметить, что введение в технологическую систему дополнительной жесткости, суммируемой с жесткостью поковки, приво-

дит к уменьшению коэффициентов преобразования и, вследствие этого, к уменьшению единичных погрешностей высоты фланцев по сравнению со штамповкой с упором в поковку.

Следует обратить внимание, что выражения для определения коэффициентов преобразования  $K_{\sigma}^y$  и  $K_{\mu}^y$  совпадают с соответствующими выражениями для штамповки на кривошипных прессах с упором в поковку, если вместо жесткости упора ( $C_y$ ) подставить величину суммарной жесткости кривошипного пресса со штампом [3].

Отметим, что эффективное использование упора предусматривает особые требования к условиям наладки. Такие требования сформулированы на основе анализа и производственного опыта и изложены в работе [3].

На рис. 2 в виде графиков представлена зависимость коэффициентов преобразования  $K_p^y = K_{\sigma}^y$  от жесткости применяемого упора, устанавливаемого в штамп, для поковок одинаковых размеров ( $D = 25$  мм,  $d = 5$  мм,  $h = 2$  мм), изготавливаемых из меди М1 ( $\sigma_s = 400$  МПа) и сплава АД1 ( $\sigma_s = 150$  МПа).

Из сравнения графиков на рис. 1 и 2 можно сделать вывод, что в отличие от штамповки с упором в поковку при штамповке с жестким упором величина коэффициентов преобразования зависит не только от жесткости упора, но и от напряжения текучести материала поковки. С его увеличением величина коэффициентов преобразования возрастает, подобно штамповке на кривошипном прессе [5].

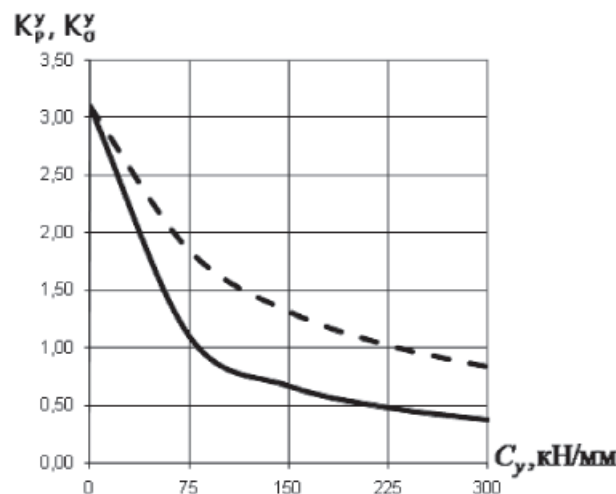


Рис. 2. Зависимость коэффициентов преобразования  $K_p^y = K_{\sigma}^y$  от жесткости упора  $C_y$  ( $D = 25$  мм,  $d = 5$  мм,  $\mu = 0,3$ ); сплав М1 ( $\sigma_s = 400$  МПа) – прерывистая линия; сплав АД1 ( $\sigma_s = 150$  МПа) – сплошная линия



Эффективность применения жесткого упора для повышения точности поковок, штампуемых на гидравлических прессах, по сравнению со штамповкой с упором в поковку, можно оценить из соотношения соответствующих выражений для коэффициентов преобразования:

$$\frac{\delta h}{\delta h^y} = 1 + \frac{C_y}{\partial P / \partial h}. \quad (13)$$

Из анализа (13) следует, что эффективность применения штамповки с упором повышается при уменьшении жесткости штампуемых поковок.

### Выводы

1. Выполненный анализ с использованием функций чувствительности показал эффективность применения жестких упоров, устанавливаемых в штамп, для повышения точности высотных размеров стержневых поковок, изготавливаемых выдавливанием на гидравлических прессах.

2. Предложены зависимости, позволяющие, исходя из жесткости штампуемых выдавливанием стержневых поковок с фланцами, определить жесткость упора для обеспечения требуемой точности высотных размеров поковок.

3. Применение жестких упоров при штамповке выдавливанием стержневых поковок с фланцами позволяет, наряду с повышением их точности, эффективно использовать эксплуатационные свойства, присущие гидравлическим прессам, при выполнении таких энергоемких операций, как прямое выдавливание.

### Список литературы

1. Антонюк Ф.И. Выбор кривошипного пресса для холодной объемной штамповки в закрытых штампах // Вестник МГТУ. Машиностроение. – 1999. – № 1. – С. 40–49.
2. Антонюк Ф.И., Вяткин А.Г. Выбор пресса для холодной объемной штамповки по критерию точности поковок // Вестник МГТУ. Машиностроение. – 2000. – № 4. – С. 25–29.
3. Антонюк Ф.И., Ланской Е.Н. Точность холодной объемной штамповки на кривошипных прессах в штампах с упорами и без упоров. Часть 2. Обратное выдавливание и штамповка в закрытом штампе // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка металлов давлением. – 2003. – № 11. – С. 18–24.
4. Антонюк Ф.И., Малышев А.Н., Логутенкова Е.В. Деформирующие силы при формообразовании фланцев на стержнях закрытой осадкой с выдавливанием // Заготовительные производства в машиностроении. – 2014. – № 8. – С. 19–22.

5. Антонюк Ф.И., Малышев А.Н., Логутенкова Е.В. Анализ точности холодной штамповки выдавливанием стержневых изделий с фланцами на кривошипных прессах // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 4. – С. 11–15.

6. Вяткин А.Г. Сравнительная оценка точности операций холодной объемной штамповки, выполняемых на кривошипных и гидравлических прессах: Ис. ... канд. техн. наук. – М., 2004. – 199 с.

7. Ланской Е.Н. Влияние жесткости процесса штамповки на точность // Повышение точности и автоматизация штамповки иковки. – М.: Машиностроение, 1967. – С. 21–30.

8. Ланской Е.Н., Антонюк Ф.И., Вяткин А.Г. Точность поковок, изготавливаемых холодной объемной штамповкой на кривошипных и гидравлических прессах // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка металлов давлением. – 2002. – № 1. – С. 25–29.

9. Ghiotti A., Bariani P.F. Evaluating the Press stiffness in Realistic Operating Conditions // Advanced Methods in Material forming. Springer Berlin Heidelberg. – 2007. – P. 189–198.

10. Kroi B., Engel U., Merklein M. Comprehensive approach for process modeling and optimization in cold forging considering interactions between process, tool and press // Journal of Materials Processing Technology. – 2013. – T. 213. – № 7.7. – P. 1118–1127.

### References

1. Antonjuk F.I. Vybor krivoshipnogo pressa dlja holodnoj obemnoj shtampovki v zakrytyh shtampah // Vestnik MG TU. Mashinostroenie. 1999. no. 1. pp. 40–49.
2. Antonjuk F.I., Vjatkin A.G. Vybor pressa dlja holodnoj obemnoj shtampovki po kriteriju tochnosti pokovok // Vestnik MG TU. Mashinostroenie. 2000. no. 4. pp. 25–29.
3. Antonjuk F.I., Lanskoy E.N. Tochnost' holodnoj obemnoj shtampovki na krivoshipnyh pressah v shtampah s uporami i bez uporov. Chast 2. Obratnoe vydavlivanie i shtampovka v zakrytom shtampe // Kuznechno-shtampovochnoe proizvodstvo. Obrabotka metallov davleniem. 2003. no. 11. pp. 18–24.
4. Antonjuk F.I., Malyshev A.N., Logutenkova E.V. Deformirujushhie sily pri formoobrazovanii flancev na sterzhnjah zakrytoj osadkoj s vydavlivaniem // Zagotovitelnye proizvodstva v mashinostroenii. 2014. no. 8. pp. 19–22.
5. Antonjuk F.I., Malyshev A.N., Logutenkova E.V. Analiz tochnosti holodnoj shtampovki vydavlivaniem sterzhnevyyh izdelij s flancami na krivoshipnyh pressah // Fundamentalnye issledovanija. 2015. no. 4. pp. 11–15.
6. Vjatkin A.G. Sravnitel'naja ocenka tochnosti operacij holodnoj obemnoj shtampovki, vypolnjaemyh na krivoshipnyh i gidravlicheskih pressah: lis. ... kand. tehn. nauk. M., 2004. 199 p.
7. Lanskoy E.N. Vlijanie zhestkosti processa shtampovki na tochnost' // Povyshenie tochnosti i avtomatizacija shtampovki i kovki. M.: Mashinostroenie, 1967. pp. 21–30.
8. Lanskoy E.N., Antonjuk F.I., Vjatkin A.G. Tochnost' pokovok, izgotavlivaemyh holodnoj obemnoj shtampovkoj na krivoshipnyh i gidravlicheskih pressah // Kuznechno-shtampovochnoe proizvodstvo. Obrabotka metallov davleniem. 2002. no. 1. pp. 25–29.
9. Ghiotti A., Bariani P.F. Evaluating the Press stiffness in Realistic Operating Conditions // Advanced Methods in Material forming. Springer Berlin Heidelberg. 2007. pp. 189–198.
10. Kroi B., Engel U., Merklein M. Comprehensive approach for process modeling and optimization in cold forging considering interactions between process, tool and press // Journal of Materials Processing Technology. 2013. T. 213. no. 7.7. pp. 1118–1127.

УДК 665.7.032.56

## ПОЛУЧЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО СВЯЗУЮЩЕГО ПЕКА МЕТОДОМ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕЙ

<sup>1</sup>Маракушина Е.Н., <sup>2</sup>Кузнецов П.Н., <sup>1</sup>Бурюкин Ф.А., <sup>1</sup>Косицына С.С.<sup>1</sup>ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: kositsyna\_ss@mail.ru;<sup>2</sup>ФГБУН «Институт химии и химической технологии»

Сибирского отделения Российской академии наук, Красноярск

Исследована технология термохимической переработки угля в среде антраценового масла (растворитель) при температуре, не превышающей 400 °С, давлении от 1,0 до 2,0 МПа, без катализаторов и гидрогенизационной обработки, с последующим обеззоливанием и вакуумной перегонкой. План эксперимента включал варьирование марок угля, а также параметров процесса – температуры, температуры и давления отгонки легких фракций. Установлено, что при температуре 350 °С и продолжительности процесса 1 час наибольшей степенью конверсии органической массы характеризуются угли марок Г и ГЖ. Полученный пековый продукт характеризовался повышенной температурой размягчения и массовой долей летучих веществ, при этом содержание канцерогенных полиароматических углеводородов и бенз[а]пирена существенно ниже, чем у традиционного каменноугольного пека.

**Ключевые слова:** каменноугольный пек, уголь, терморастворение, связующее для электродов

## THE PRODUCTION OF ALTERNATIVE PITCH BINDER BY THERMOCHEMICAL PROCESSING OF COAL

<sup>1</sup>Marakushina E.N., <sup>2</sup>Kuznetsov P.N., <sup>1</sup>Buryukin F.A., <sup>1</sup>Kositsyna S.S.<sup>1</sup>Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: kositsyna\_ss@mail.ru;<sup>2</sup>Institute of Chemistry and Chemical Technology SB RAS, Krasnoyarsk

The process of thermochemical dissolution of coal in an anthracene oil at temperatures below than 400 °С, at pressure 1,0–2,0 MPa, deashing and vacuum distillation was studied. Experiments were carried out for different grades of coal at different temperatures. Also changes the temperature and pressure fractional distillation products thermochemical processing of coal. It was found that the highest degree of conversion of the organic mass of coal characterized G and GZH coals. Prepared pitch products had a high softening point, contained a large mass fraction of volatiles and contained substantially less polycyclic aromatic hydrocarbons and benzo [a] pyrene than coal tar pitch.

**Keywords:** tar pitch, coal, thermal dissolution, binding matter for anodes

Одним из важнейших компонентов сырья при производстве различных видов углеродной продукции является каменноугольный пек (КУП). Около 90 % КУП используется в качестве связующего материала при производстве электродов, в частности в алюминиевой промышленности и при выплавке стали.

Традиционно КУП получают перегонкой каменноугольной смолы, выработкой которой тесно связана с производством металлургического кокса для нужд черной металлургии. Вследствие неуклонного снижения объемов производства чугуна в РФ и модернизации производств дефицит каменноугольного пека в последние годы неуклонно растет. Растущая с каждым годом потребность в пеке покрывается за счет его импорта из Китая, Украины и Казахстана, что приводит к увеличению себестоимости производства алюминия [1, 3].

В то же время использование КУП в качестве связующего при производстве анодной массы для алюминиевых производств, использующих технологию самообжигающегося анода с верхним токоподводом, свя-

зано с загрязнением воздуха рабочей зоны. В процессе обжига углерод-углеродных композиций и при перестановке токоподводящих штырей в воздух выделяется значительное количество канцерогенных полиароматических углеводородов (ПАУ), в том числе бенз[а]пирена [4].

Одним из перспективных направлений решения проблемы дефицита КУП является получение связующих материалов непосредственно из углей, минуя стадию коксования по традиционной технологии. Одним из вариантов является использование процессов термического растворения, сущность которых заключается в воздействии на органическую массу углей (ОМУ) различными растворителями при повышенных температуре и давлении.

В настоящее время пек, получаемый при ожигании и экстракции угля, считается отходом, поскольку процессы его облагораживания не разработаны. Специалистами лаборатории переработки углей и эффективного использования Китайского университета горного дела и технологии рассматривается возможность применения фракций

продуктов ожигения угля для получения игольчатого кокса [5, 9]. Имеются данные о применении продуктов автоклавной экстрактивной переработки угля для производства углеродных волокон, пропиточного пека, а также рассматривается возможность использования отдельных фракций угольного пека в качестве связующего для производства электродов. Научные разработки в данной области, проводившиеся в Новой Зеландии, США и Японии, указывают на принципиальную возможность получения продукта, удовлетворяющего требованиям алюминиевой промышленности [8, 10]. Тем не менее все существующие технологии термохимической переработки углей в жидкие продукты сопряжены с использованием достаточно высоких температур и давления, а также водорода и катализаторов (Fe, Ni, Mo, Co), что способствует увеличению финансовой нагрузки на предприятие, реализующее их в промышленном масштабе.

Проведенное исследование направлено на разработку технологии прямой автоклавной термохимической переработки углей в пековые продукты, пригодные для использования в алюминиевой промышленности.

### Материалы и методы исследования

В качестве сырья для экспериментов использовали угли разной степени углефикации, марок Д (Головинское месторождение), Г (разрез Каа-хемский), ГЖ (разрез Чаданский), Б (разрез Ирбейский), отобранные на разрезах En + group.

Угли подвергались измельчению в несколько стадий. Первичное измельчение осуществляли в щековой дробилке «Pulverisette 1», последующее измельчение до частиц класса меньше 1,0 мм проводили в дисковой мельнице «Pulverisette 13». Измельченный уголь подвергали мокрому рассеву на просеивающей машине Analysette 3 Spartan с комплектом сит  $d = 200$  мкм,  $h = 50$  мм. Для исследования отбирали фракцию угля крупностью менее 1,0 мм. Сушку измельченного угля проводили в вакуумном сушильном шкафу при температуре 80°C и величине разряжения 80 мм рт.ст. до остаточного содержания влаги менее 1,0–1,5%.

Измерение размеров частиц измельченного угля проводили на анализаторе распределения размеров частиц (модель HORIBA LA-300). Методика измерения размеров частиц включала предварительное приготовление суспензии угля в 10% растворе спирта, выдерживание полученной суспензии в течение 24 часов, ультразвуковое перемешивание и измерение. Максимум распределения частиц угля по размерам приходился на 100–150 мкм.

Дополнительно проводили опыты по диспергированию угля ультразвуком в измерительной ячейке для разделения слипшихся частиц (энергия и частота ультразвука 15 Вт и 28 кГц) в течение 1 и 4 мин. При этом положение основного максимума распределения части по размерам не изменялось, однако снижалось общее их количество при увеличении содержания более мелких частиц с размером 20–40 мкм.

В качестве растворителей использовали фракцию каменноугольной смолы – антраценовое масло.

Предварительные эксперименты по термическому растворению углей проводили во вращающемся автоклаве объемом 80 мл; получение представительных образцов продуктов термического растворения проводилось в реакторе объемом 2 л, снабженном механической мешалкой. Реакторы изготовлены из нержавеющей стали с рабочими параметрами эксплуатации в процессах переработки углей (в том числе в водородсодержащей среде) при давлении до 50 МПа и температуре до 500°C. Для выгрузки пекового продукта в днище автоклава с мешалкой встроен вентиль, который после окончания процесса подключают к обогреваемому трубчатому приемнику-отстойнику с фильтром. Отделение непрореагировавшего угля проводили путем горячего отстаивания при температуре 200°C в течение 3 часов с последующей фильтрацией.

Обеззоленный экстракт термического растворения подвергали вакуумной перегонке при остаточном давлении 50 мм рт.ст. и температуре 250°C. Дистилляцию проводили на стандартной установке из лабораторного стекла. В качестве теплоносителя в обратном холодильнике использовалась смесь глицерин (95%) : вода (5%). Остаточное давление в системе создавалось с использованием вакуум-насоса 7 Vacubrand PC 3001 Vario.

Конверсию ОМУ в жидкие продукты определяли по изменению зольности исходного угля и остатка, нерастворимого в хинолине. Для полученного пекового продукта определяли температуру размягчения по методу «Кольцо и стержень», коксовый остаток, массовую долю летучих веществ, содержание  $\alpha$ - и  $\alpha 1$ -фракций, а также содержание ПАУ и бенз[а]пирена – методом экстракции с последующей газовой или жидкостной хроматографией на жидкостном хроматографе Shimadzu LC20.

### Результаты исследования и их обсуждение

Традиционно в качестве сырья для процесса термического растворения используются бурые и каменные угли марок Д, ДГ, Г и ГЖ, ограниченно – Б2, Б3, с повышенным соотношением С/Н и высоким выходом летучих веществ (более 30%) и низкой зольностью (не более 15% мас.). Выход растворимых продуктов также зависит от таких свойств угля, как степень углефикации и петрографический состав.

Образцы исследуемых образцов углей имели зольность от 5,2 до 21,6%, выход летучих веществ от 35,8 до 47,3%, содержание углерода от 73,4 до 85,9%. Содержание водорода составляло более 5%, в каа-хемском газовом угле оно достигало 6,2%. Образцы содержали небольшое количество серы. Результаты технического и элементного анализа углей с различной степенью метаморфизма представлены в табл. 1.

При проведении процесса в среде антраценового масла наблюдалось изменение активности каменных углей с ростом степени углефикации: чем выше степень углефикации, тем более высокую активность уголь проявлял при терморазтворении. Наибольшую активность среди исследованных

образцов показали угли ГЖ и Г. Для бурого угля получены более низкие показатели. Характеристики показателей эффективности процесса терморастворения различных углей в антраценовом масле представлены в табл. 2.

Экстракт термического растворения углей марки ГЖ при температуре 380°C в среде антраценового масла в течение 1 часа представляет собой черную твердую вязкую массу с характерным запахом и со слабым блеском на поверхности.

Таблица 1

Технический и элементный состав углей

№ п/п	Марка угля, месторождение	$A^d$ , %	$V^{daf}$ , %	Элементный состав, мас. % на $daf$ , %				
				С	Н	N	S	$O_{dif}$
1	Г, Каа-Хемское месторождение	10,4	45,2	78,0	6,2	1,2	0,3	14,3
2	ГЖ, разрез Чаданский	5,2	35,8	85,9	5,4	1,1	0,6	7,0
3	Д, Головинское месторождение	19,7	43,7	76,2	5,5	1,4	0,7	16,2
4	Б2, Латынцевское месторождение	7,7	44,3	73,4	5,1	1,1	0,7	19,7

Таблица 2

Показатели процесса термического растворения различных углей в антраценовом масле при 380°C, время реакции 1 ч

Марка угля	Конверсия ОМУ, мас. %	Состав продукта, мас. % в расчете на пасту		
		толуол-растворимые	хинолин-растворимые	нерастворимый остаток
Б	38	68	80	20
Д	35	73	81	19
Г	46	74	83	17
ГЖ	62	77	88	12

Содержание целевых фракций экстрактов терморастворения углей Г и ГЖ, определенное сольвентным методом, показало, что содержание  $\alpha$ -фракции составило около 30% (в т.ч.  $\alpha_1$  8–9%,  $\alpha_2$  21–22%), содержание  $\beta$  и  $\gamma$ -фракций суммарно составило около 70%. Зольность полученных экстрактов составляла от 0,2 до 0,6%, температура размягчения по методу «Кольцо и шар» – 76–81°C.

Процесс терморастворения каменных углей марок ГЖ и Ж в антраценовом масле достаточно эффективно протекал уже при температуре 350°C, величины конверсии составляли 49 и 72% соответственно. Полученные продукты на 84 и 91% представлены хинолин-растворимой фракцией, содержание нерастворимого остатка ( $\alpha_1$ -фракции) уменьшалось до 9 и 16%.

Повышение температуры до 380°C приводило к увеличению конверсии углей марок Г и ГЖ. Для углей марок Б, Д степень превращения мало изменялась. Дальнейшее повышение температуры до 400°C приводило к ухудшению показателей терморастворения для различных углей. Так, величина конверсии угля ГЖ при повышении температуры от 380 до 400°C уменьшалась от 62 до 24%, что вероятно, обусловлено термическим стимулированием конкурирующих реакций поликонденсации с образованием обуглероженных нерастворимых продуктов.

На предварительной стадии экспериментов были проведены исследования по степени влияния параметров перегонки на качество получаемых пековых продуктов (табл. 3). Отгонка легких фракций велась до прекращения выделения дистиллятной фазы.

Как следует из данных, представленных в табл. 3, оптимальные значения показателей качества пековых продуктов, зависящих от степени удаления остатков растворителя и легкокипящих продуктов термической деструкции углей из экстрактов, получены для образцов, подвергшихся перегонке в вакууме при температуре 250°C. В таких условиях выход пека из экстракта составил около 61%.

Визуально полученный продукт имеет неоднородную структуру по высоте слоя в перегонной колбе. Верхние слои имеют меньший характерный металлический блеск, поверхность в целом гладкая, матовая, со следами кипения. После переплавки поверхность пекового продукта приобретает глянцевый блеск. Полученное по предположенной технологии вещество – пековый продукт – представляет собой твердую при комнатной температуре массу черного цвета, на изломе имеющего металлический блеск; визуально – аналог каменноугольного пека. Внешний вид образцов угольного пека представлен на рисунке.



**Таблица 3**

Зависимость выхода и свойств пековых продуктов от условий перегонки

Марка угля	Температура перегонки, °С	Давление перегонки, мм рт.ст.	Температура перегонки в пересчете на атмосферное давление, °С	Выход угольного пека из экстракта, %	Температура размягчения по КИС, °С	Массовая доля летучих веществ, %
ГЖ	360	750	360	68,3	116	64,3
ГЖ	200	50	300	90,5	84	76,8
ГЖ	250	50	355	64,3	110	58,2
ГЖ	280	50	400	62,1	142	54,9
Г	360	750	360	67,5	121	61,8
Г	200	50	300	88,2	88	78,9
Г	250	50	355	62,2	109	60,1
Г	280	50	400	61,8	136	53,4



*Внешний вид образцов угольного пека*

**Таблица 4**

Результаты анализа образцов пекового продукта

Образец	$T_{\text{КИС}}, ^\circ\text{C}$	К.О., %	Летучие, %	$\alpha$ , %	$\alpha_1$ , %	Б[а]п, мг/г	БЭ, мг/г
Из угля марки Г	108	45,6	59,2	40,4	3,1	4,6	13,6
Из угля марки ГЖ	111,5	44,3	60,7	39,5	0,9	5,8	16,0
Каменноугольный пек	85–90*	56–62 **	53–57*	$\geq 31^*$	$\leq 12^*$	10–20 **	25–45 **

Примечания:

\*В соответствии с требованиями [2] для пека марки «В».

\*\*Данные согласно [4, 6, 10, 11].

$T_{\text{КИС}}$  – температура размягчения методом «Кольцо и стержень».

К.О. – коксовый остаток.

Б[а]п – бенз[а]пирен.

БЭ – бенз[а]пиреновый эквивалент.

Результаты технического анализа образцов пековых продуктов, полученных на основе углей марок Г и ГЖ и антраценового масла, представлены в табл. 4.

Как видно из представленных данных, по сравнению с традиционным каменноугольным пеком, полученный продукт характеризуется повышенной температурой

размягчения и массовой долей летучих веществ, а также сравнительно низким выходом коксового остатка.

Температура размягчения характеризует пластические свойства пека. Данный показатель для полученных образцов превышает установленные значения для среднетемпературного пека и составляет около 110 °С по методу «Кольцо и стержень». Наряду со среднетемпературным пеком марки Б по ГОСТ 10200 при изготовлении электроугольных изделий и углеродистых конструкционных материалов в качестве связующего применяют также высокотемпературный (высокоплавления) пек по ТУ 14-6-84-72.

Коксуемость пеков является важным показателем, характеризующим способность спекаться при обжиге анодной массы, а также указывает на содержание конденсированных полиароматических углеводородов. Как следует из полученных результатов, ароматичность полученных пековых ниже, чем у традиционно применяемого связующего, но выше, чем у нефтяных связующих материалов.

Данные по содержанию бенз[а]пирена свидетельствуют о пониженном в 2–4 раза его содержании в сравнении с каменноугольным пеком. При этом общее количество идентифицированных ПАУ представлено в основном низкомолекулярными веществами фенантеном, антраценом, флуорантеном, пиреном, которые в соответствии с европейскими и североамериканскими стандартами [4] имеют низкие коэффициенты токсичности. Бенз[а]пиреновые эквиваленты пековых продуктов также ниже, чем для каменноугольных, для которых этот показатель составляет 25–45 мг/г [3, 4, 6, 7, 11]. Это явление можно объяснить тем, что при использовании мягких условий экстракции углей (температура до 400 °С) синтез канцерогенных полициклических углеводородов не происходит, следовательно, содержание бенз(а)пирена в пеках будет минимальным.

### Заключение

Таким образом, в результате экспериментов по термическому растворению углей в среде антраценового масла в сравнительно мягких условиях (температура 350–400 °С, давление 1,0–2,0 МПа) и без использования водорода и катализаторов возможно получение связующего материала, который по своим свойствам приближается к дефицитному на рынке

продукту – каменноугольному пеку. Кроме того, достоинством рассматриваемой технологии является получение продукта с пониженным содержанием канцерогенных компонентов.

*Работа выполнена при поддержке ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы», Мероприятие 1.3 «Проведение прикладных исследований, направленных на создание опережающего научно-технологического задела для развития отраслей экономики» (Соглашение о предоставлении субсидии от 05.06.2014 г. № 14.578.21.0005, уникальный идентификатор прикладных научных исследований (проекта) RFMEFI57814X0005).*

### Список литературы

1. Вершинина Е.П., Гильдебрандт Э.М., Селина Е.А. Тенденции развития производства связующего для анодов алюминиевых электролизеров // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. – 2012. – Т. 5. – № 7. – С. 752–759.
2. ГОСТ 10200-83 Пек каменноугольный электродный. Технические условия. – Взамен ГОСТ 10200-73. – введен: 28.12.1983. – М.: ИПК Изд-во стандартов. – 8 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.standards.ru/document/5288404.aspx> (дата обращения: 01.10.15).
3. Сидоров О.Ф., Селезнев А.Н. Перспективы производства и совершенствования потребительских свойств каменноугольных электродных пеков // Российский химический журнал. – 2006. – Т. 1. – № 1. – С. 16–24.
4. Boenigk, W. Production of low PAH pith for use in Soederberg Smelters / W. Boenigk, G. H. Gilmet, D. Schnitzler, J. Stiegert, M. Sutton // Light Metals. – 2002. – P. 519–524.
5. Cheng X., Li G., Peng Y., Song Sh., Shi X., Wu J., Xie J., Zhou M., Hu G. Obtaining needle coke from coal liquefaction residue. Chemistry and Technology of Fuels and Oils. – 2012. – № 48(5). – P. 349–355.
6. Cutshall, E. Vertical stud Soderberg emissions using a petroleum pitch blend / E. Cutshall, L. Maillet // Light Metals. – 2006. – P. 547–552.
7. Eidet, T. PAH Emissions from Soderberg Anodes with Standard and PAH-reduced Binder Pitches / T. Eidet, M. Sorlie // Light Metals. – 2004. – P. 527.
8. Rahman M., Samanta A., Gupta R. Production and characterization of ash-free coal from low-rank Canadian coal by solvent extraction // Fuel Processing Technology. – 2013. – Vol. 115. – P. 88–98.
9. Shui H., Zhou Y., Li H., Wang Z., Lei Z., Ren S., Pan C., Wang W. Thermal dissolution of Shenfu coal in different solvents // Fuel. – 2013. – Vol. 108. – P. 385–390.
10. Technical and economical assessment of mild coal extraction. Subcontract No 2691-UK-DOE-1874. Final report. University of Kentucky, Center for Applied Energy Research and New Carbon LLC, Consortium for premium carbon products from coal. October 2005. – 30 с. – URL: [http://www.caer.uky.edu/factsheets/completed-projects/carbon\\_berkovichPitchassessment 8-16-04\\_3-02-09.pdf](http://www.caer.uky.edu/factsheets/completed-projects/carbon_berkovichPitchassessment%208-16-04_3-02-09.pdf).

11. Wombles R.H. Developing Coal Tar/Petroleum Pitches / R.H. Wombles, M.D. Kiser // *Light Metals*. – 2000. – P. 537–541.

### References

1. Vershinina E.P., Gildebrandt Je.M., Selina E.A. Tendencii razvitiya proizvodstva svjazujushhego dlja anodov aljuminievyh jelektrolizerov // *Zhurnal Sibirskogo federalnogo universiteta, Serija: Tehnika i tehnologii*. 2012. T. 5. no. 7. pp. 752–759.

2. GOST 10200-83 Pek kamennougolnyj jelektroodnyj. Tehnicheskie uslovija. Vzamen GOST 10200-73. vveden: 28.12.1983. M.: IPK Izd-vo standartov. 8 p. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.standards.ru/document/5288404.aspx> (data obrashhenija: 01.10.15).

3. Sidorov O.F., Seleznev A.N. Perspektivy proizvodstva i sovershenstvovaniya potrebitelskih svojstv kamennougolnyh jelektroodnyh pekov // *Rossijskij himicheskij zhurnal*. 2006. T. L. no. 1. pp. 16–24.

4. Boenigk, W. Production of low PAH pitch for use in Soederberg Smelters / W. Boenigk, G.H. Gilmet, D. Schnitzler, J Stiegert, M. Sutton // *Light Metals*. 2002. pp. 519–524.

5. Cheng X., Li G., Peng Y., Song Sh., Shi X., Wu J., Xie J., Zhou M., Hu G. Obtaining needle coke from coal liquefaction

residue. *Chemistry and Technology of Fuels and Oils*. 2012. no. 48(5). pp. 349–355.

6. Cutshall, E. Vertical stud Soderberg emissions using a petroleum pitch blend / E. Cutshall, L. Maillat // *Light Metals*. 2006. pp. 547–552.

7. Eidet, T. RAN Emissions from Soderberg Anodes with Standard and RAN-reduced Binder Pitches / T. Eidet, M. Sorlie // *Light Metals*. 2004. pp. 527.

8. Rahman M., Samanta A., Gupta R. Production and characterization of ash-free coal from low-rank Canadian coal by solvent extraction // *Fuel Processing Technology*. 2013. Vol. 115. pp. 88–98.

9. Shui H., Zhou Y., Li H., Wang Z., Lei Z., Ren S., Pan C., Wang W. Thermal dissolution of Shenfu coal in different solvents // *Fuel*. 2013. Vol. 108. pp. 385–390.

10. Technical and economical assessment of mild coal extraction. Subcontract no. 2691-UK-DOE-1874. Final report. University of Kentucky, Center for Applied Energy Research and New Carbon LLC, Consortium for premium carbon products from coal. October 2005. 30 p. URL: [http://www.caer.uky.edu/factsheets/completed-projects/carbon\\_berkovichPitchassessment 8-16-04\\_3-02-09.pdf](http://www.caer.uky.edu/factsheets/completed-projects/carbon_berkovichPitchassessment%208-16-04_3-02-09.pdf).

11. Wombles R.H. Developing Coal Tar/Petroleum Pitches / R.H. Wombles, M.D. Kiser // *Light Metals*. 2000. pp. 537–541.

УДК 663.3

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ПОЛИМЕРЫ СОКОВ МЕТОДОМ ПЛАНАРНОЙ ГЕЛЬПРОНИКАЮЩЕЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Мартазанова Р.М., Султыгова З.Х., Саламов А.Х., Темирханов Б.А.

ФГБОУ ВПО «Ингушский государственный университет», Назрань, e-mail: бага@inbox.ru

Разработаны мультисистемы для плодово-ягодного сырья (свежие яблоки, черная смородина и слива) и условия их ферментативной обработки. Оценена эффективность воздействия ферментов на высокомолекулярные полимеры соков методом планарной гельпроникающей хроматографии (ППХ). Установлена прямая зависимость скорости миграции веществ от угла наклона камеры. Выявлены закономерности при определении скорости миграции стандартных белков, что позволило рекомендовать для хроматографирования сефадексы с большой степенью сшивки G-50 и G-75. При этом угол наклона камеры составляет от 12 до 15°. Показано, что наклон 15° позволяет проводить разделение белков на сефадексе G-75 с молекулярной массой до 80 000. С использованием ППХ был изучен состав белковых и полисахаридных фракций плодовых соков, анализ которого позволяет сделать вывод о необходимости подбора ферментов протеолитического и гемицеллюлазного действия.

**Ключевые слова:** хроматография, биокатализ, плодово-ягодное сырье

## INVESTIGATION ON THE INFLUENCE OF ENZYMATIC HIGH POLYMERS JUICE AND WINE BY GEL PERMEATION CHROMATOGRAPHY PLANAR

Martazanova R.M., Sultygova Z.K., Salamov A.K., Temirkhanov B.A.

FGBOU VPO «Ingush State University», Nazran, e-mail: бага@inbox.ru

Multimzimnye developed systems for fruit and berries (fresh apples, black currant and plum) and conditions of enzymatic treatment. The efficiency effects of enzymes on polymers vysokomolekulnye juices planar method of gel permeation chromatography. A direct dependence of the rate of migration of substances from the camera angle. The regularities in determining the rate of migration of standard proteins, which allowed to recommend for Sephadex chromatography with a high degree of cross-linking G-50 and G-75. The angle of inclination of the chamber is from 12 to 150. The slope 150 allows the separation of proteins on safadekse G-75c molekulyaronyy weight up to 80 000. Using planar gel permeation chromatography has been studied the composition of protein and polysaccharide fractions of fruit juice, the analysis of which leads to the conclusion about the necessity of selection of proteolytic enzymes and hemicellulase activities.

**Keywords:** chromatography, biocatalysis, fruit and berry raw materials

В плодовом виноделии одним из важных аспектов является наличие в составе сырья высокомолекулярных полимеров, таких как протопектин, гемицеллюлоза, а также белковые и фенольные вещества [1, с. 76; 2, с. 5–9]. С одной стороны, они участвуют в формировании вкуса и аромата продукции, с другой, являются источниками помутнений. Переход этих веществ и их комплексов в соки и виноматериалы определяет не только качество виноматериалов, но и стабильность готовых изделий при хранении [5, с. 25].

### Материалы и методы исследования

Целью настоящей работы явилось применение метода планарной гельпроникающей хроматографии (ППХ) в исследовании полимолекулярных соединений и их комплексов в процессе ферментативной обработки плодово-ягодного сырья.

В качестве объекта исследования выбраны соки из яблочного, сливового и черносмородинового сырья.

Исследуемые соки концентрировали упариванием на роторном испарителе ИР-1М2 при 35°C в 10 раз. Остаток хроматографировали на сефадексе G-25 для удаления низкомолекулярной фракции. Полученный элюат снова концентрировали на роторном испарителе при тех же условиях.

Биополимеры (белки и полисахариды) удаляли осаждением, действуя последовательно хлорными и вольфрамовыми кислотами с последующим центрифугированием.

Для планарной гельпроникающей хроматографии использовали стеклянные пластины с размером 100×120 мм.

Для нанесения гелевой суспензии на пластину применяли простое размазывающее устройство в виде стеклянного стержня с диаметром 10 мм. По краям пластины закреплена липкая лента, толщина которой не превышает 0,5 мм. После всех приготовлений камера устанавливалась на нужный угол для проведения опыта. При нанесении образцов биополимеров камера находилась в горизонтальном положении.

Образцы, содержащие не более 100 мкг исследуемого вещества в объеме 1–3 мкл, наносили на стартовую линию капилляром в виде капли, не прикасаясь к поверхности, во избежание повреждения слоя. Устанавливали камеру с пластинами на определенный угол и выдерживали в течение 1–3 часов. Поскольку при элюировании фронт растворителя неразличим, скорость движения растворителя определяли с помощью соединений с заранее известной массой – маркеров. Для этой цели использовали окрашенные белки природного происхождения, например гемоглобин, цитохром С. В зависимости от скорости движения маркеров регулировали угол наклона камеры, задавая тем самым скорость движения элюента.



Для обнаружения веществ в тонком слое использовалась методика [4, с. 54].

После детектирования путь миграции для неизвестных веществ рассчитывали относительно пути миграции стандартных веществ – маркеров – и наносили на диаграмму против их молекулярных масс или, что удобнее, их десятичного логарифма (lg). Молекулярную массу можно тогда легко вычислить по таблице антилогарифмов.

Для выбора оптимального угла наклона и проведения дальнейших экспериментов в условиях наиболее эффективного разделения и определения молекулярных масс исследуемых объектов нами в условиях планарной гелепроникающей хроматографии со стандартными белками были проведены следующие экспериментальные изыскания. Оптимальным углом наклона оказался угол от 10 до 20°, при котором вещества, мигрирующие в так называемом «свободном объеме», имеют скорость 1–5 см/ч.

Для проведения анализа были использованы сефадексы марки: G-50, G-75, G-100, G-150 и G-200 «Суперфайн» при разных углах наклона камеры.

Величину молекулярных масс (ММ) определяли по стандартным белкам в качестве которых применяли: инсулин (цепь В) – ММ 5800; рубониклеазу – ММ 13700; химотрипсин – ММ 25000; трипсин – ММ 25500, овальбумин – ММ 45000; бычий сывороточный альбумин – ММ 67000. Элюирующими системами были: фосфатный буфер (рН 8,0), раствор хлорида натрия и вода.

### Результаты исследования и их обсуждение

Была установлена прямая зависимость скорости миграции веществ от угла наклона камеры. Оценку эффективности воздействия ферментов и на высокомолекулярные поли-

меры соков и виноматериалов осуществляли подобранным нами методом планарной гелепроникающей хроматографии.

Чем больше был угол наклона, тем быстрее мигрировали вещества на пластине.

Ранее было установлено [3, с. 107], что при одинаковом угле наклона скорость на слабо сшитых сефадексах, таких как G-100 и G-200 – «Суперфайн», меньше, чем на сефадексах с более высокой степенью сшивки, таких как G-50 и G-75».

При работе на сефадексе G-200 скорость веществ, мигрирующих со «свободным объемом» (т.е. не проникающих в гранулы геля), не должна превышать 2см/ч; на гелях сефадекса с высокой степенью сшивки скорость может быть несколько больше. Указать заранее оптимальный угол наклона для данного типа геля невозможно, поскольку он зависит от многих факторов, например от свойств партии геля и консистенции суспензии. Пробег для веществ, мигрирующих со «свободным объемом», должен составлять не менее 15 см, при большем пробеге (до 30–40 см) наблюдается лучшее разрешение и вместе с тем не происходит заметного размывания зон [4, с. 17].

В табл. 1 представлены данные миграции образцов, полученные при оптимизации угла наклона на примере сефадекса G-75.

Аналогично были проведены исследования для сефадексов G-100, G-150, G-200, полученные результаты сведены в табл. 2 и 3.

**Таблица 1**

Характеристика миграции белковых метчиков при оптимизации угла наклона (сефадекс G-75, рН = 8,0, время элюирования 90 мин)

Длина пробега белков, миллиметры						
Угол наклона	Инсулин	Рибонуклеаза	Химотрипсин	Трипсин	Овальбумин	Бычий сывороточный альбумин
10°	42,3	61	75	77	91	104,5
12°	49	68	84	84	99	109
15°	53	71	88	88	103,5	114
18°	56	75,5	92	91	108	120
20°	60	81	103	104	120	140

**Таблица 2**

Характеристика миграции белковых метчиков при оптимизации угла наклона (сефадекс G-100, рН = 8,0, время элюирования 150 мин)

Длина пробега белков, миллиметры						
Угол наклона	Инсулин	Рибонуклеаза	Химотрипсин	Трипсин	Овальбумин	Бычий сывороточный альбумин
10°	33	50	63	64	78	85
12°	37,5	51	66,5	67	81	91
15°	42	58	71,5	72	86	96
18°	46	43,5	76	76	90	101
20°	52	69	83	84	97	108

Таблица 3

Характеристика миграции белковых метчиков при оптимизации угла наклона (сефадекс G-200, pH = 8,0, время элюирования 180 мин)

Длина пробега белков, миллиметры						
Угол наклона	Инсулин	Рибонуклеаза	Химотрипсин	Трипсин	Овальбумин	Бычий сывороточный альбумин
10°	27	34	42	43	49	55
12°	31	41	48	49	56	82
15°	35	45	54	53	61	67
18°	40	50	59	60	67	73
20°	46	57	66	67	75	85

Выявленные закономерности при определении скорости миграции стандартных белков позволяют рекомендовать для сефадексов с большей степенью сшивки: G-50, G-75 углы наклона камеры от 12 до 15°, даже наклон 15° позволяет проводить разделения на сефадексе G-75 белков с ММ до 80000; дальнейшее увеличение угла наклона нецелесообразно, так как приводит к уменьшению разрешающей способности, особенно высокомолекулярных биополимерных фракций. Для сефадексов с меньшей степе-

нью сшивки G-100 и G-200 рекомендуется применять угол наклона камеры не меньше 15°, так как определяемые на этих сефадексах биополимеры имеют ММ > 6000; уменьшение скорости разделения приводит к значительному увеличению длительности анализа (до 5 часов), что не соответствует технологическим задачам метода.

На основании полученных данных для сефадексов G-75 и G-100 был выбран угол наклона камеры 15°, для сефадексов G-150 и G-200 – угол наклона 20°.

Таблица 4

Средняя скорость миграции стандартных белков с разной ММ в зависимости от марки сефадекса в оптимальных условиях (угол наклона)

Марки геля	G-75	G-100	G-150	G-200
Угол наклона	$\alpha = 15^\circ$	$\alpha = 15^\circ$	$\alpha = 20^\circ$	$\alpha = 20^\circ$
ММ белка	Средняя скорость миграции, см/ч			
5800	2,0	1,8	1,5	1,1
13700	3,0	2,6	2,4	1,9
25000	3,5	3,1	2,8	2,3
25500	3,5	3,1	2,8	2,3
45000	3,6	3,7	3,4	2,9
67000	4,2	4,3	4,0	3,4

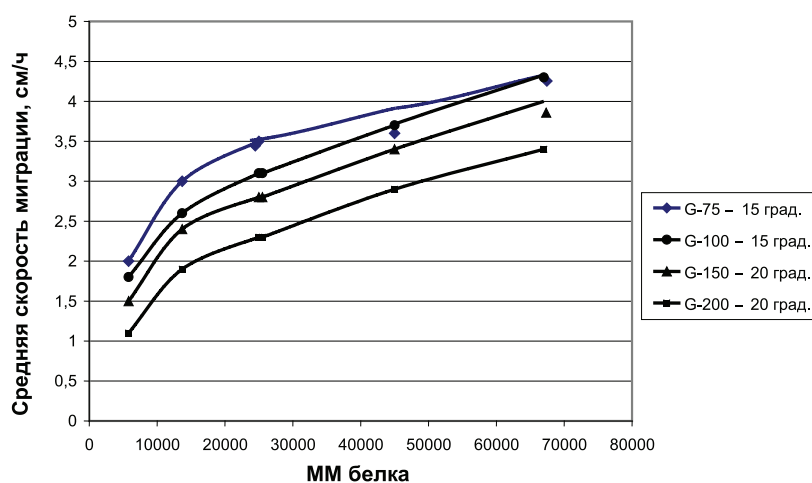


Рис. 1. Калибровочный график для определения молекулярных масс белковых фракций

Средняя скорость миграции стандартных белков с разной молекулярной массой в зависимости от марки сефадекса в оптимальных условиях (угол наклона) представлена в табл. 4.

На основании данных табл. 4 был построен калибровочный график (рис. 1), который в дальнейшем использовали для определения молекулярных масс белковых фракций соков (до и после осветления).

Аналогично строится калибровочный график для определения молекулярных масс обнаруженных фракций полисахаридов (рис. 2).

### Выводы

Полученные результаты указывают на некоторую эффективность использования метода осветления плодово-ягодного сока путем проведения сульфитации и флокуляции. Однако данный метод обладает определенными недостатками: токсичность сернистого ангидрида; образующие сернистым ангидридом с углеводами бисульфитные производные белково-полисахаридных комплексов способствуют их агрегации и выпадению в осадок, но при этом оставшиеся белковые фракции могут приводить

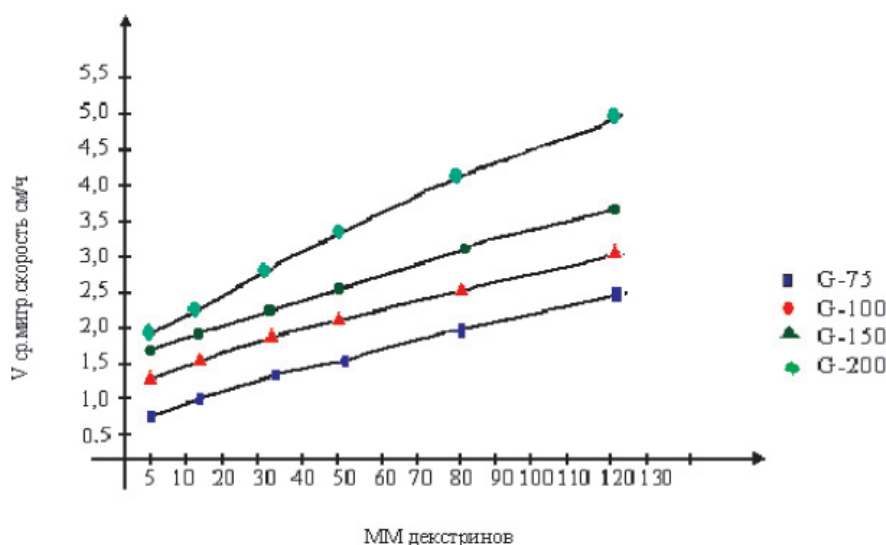


Рис. 2. Калибровочный график для определения молекулярных масс полисахаридных фракций

Таблица 5

Средняя скорость миграции стандартных декстринов с разной ММ в зависимости от марки сефадекса в оптимальных условиях (угол наклона)

Марки геля	G-75	G-100	G-150	G-200
Угол наклона	$\alpha = 15^\circ$	$\alpha = 15^\circ$	$\alpha = 20^\circ$	$\alpha = 20^\circ$
ММ декстринов	Средняя скорость миграции, см/ч			
800	1,8	1,5	1,3	0,8
16000	2,3	1,8	1,5	1,0
35000	2,8	2,3	1,8	1,4
51000	3,5	2,6	2,1	1,7
80000	4,3	3,3	2,5	2,1
120000	5,2	4,0	3,0	2,8

В качестве метчиков использовали декстрины с фиксированными ММ в интервале от 800 до 120000 (табл. 5).

к образованию в дальнейшем коллоидных полимеров и вызывать повторное помутнение вина и виноматериалов.

Разработанный метод планарной гелепроникающей хроматографии дает возможность объективно оценить воздействие сульфитации, флокулянтов и ферментативных систем на белково-полисахаридные соединения, научно обосновать и экспериментально подтвердить эффективность подобранного комплекса ферментов.

#### Список литературы

1. Джарулаев Д.С. Предотвращение окисления яблочного сока // Пиво и напитки. – 2002. – № 2. – С. 76.
2. Кожухова М.А., Теркун А.Н., Рожков С.Е. Биотехнологические методы в производстве плодовоовощных соков и нектаров // Известия вузов. Пищевая технология. – 2003. – № 4.
3. Мартазанова Р.М.. Разработка технологии плодовых вин на основе ферментативного катализа полимеров плодово-ягодного сырья: дис. ... канд. техн. наук. – М., 2009.
4. Султыгова З.Х. Бекбузаров М.Б. особенности биокатализа белковых полимеров соков и вин под действием

комплекса ферментов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – № 11.

5. Султыгова З.Х. Новые физико-химические особенности процессов протекающих в растворах при производстве вин: дис. ... д-ра техн. наук. – Уфа, 2004.

#### References

1. Dzharulaev D.S. Predotvrashhenie okisleniya jablochnogo soka // Pivo i napitki. 2002. no. 2. pp. 76.
2. Kozhuhova M.A., Terkun A.N., Rozhkov S.E. Biotehnologicheskie metody v proizvodstve plodovoovoshnyh sokov i nektarov // Izvestija vuzov. Pishhevaja tehnologija. 2003. no. 4.
3. Martazanova R.M.. Razrabotka tehnologii plodovyh vin na osnove fermentativnogo kataliza polimerov plodovo-jagodnogo syr ja: dis. ... kand. tehn. nauk. M., 2009.
4. Sultygova Z.H. Bekbuzarov M.B. osobennosti biokataliza belkovykh polimerov sokov i vin pod dejstviem kompleksa fermentov // Hranenie i pererabotka sel hozsyr ja. 2007. no. 11.
5. Sultygova Z.H. Novye fiziko-himicheskie osobennosti processov protekajushhijh v rastvorah pri proizvodstve vin: dis. ... d-ra tehn. nauk. Ufa, 2004.

УДК 004.33

## РАЗРАБОТКА АППАРАТНОГО БУФЕРНОГО УСТРОЙСТВА ПАМЯТИ МНОГОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ

**Мартышкин А.И.**

*ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет»,  
Пенза, e-mail: rector@penzgtu.ru*

Работа посвящена решению проблемы «узких мест» многопроцессорных систем – конфликтам за доступ процессоров к общей шине. Предлагается внести в подсистему «процессор – память» некий блок – аппаратное буферное устройство памяти, предназначенное для быстрого доступа к памяти многопроцессорной системы с интерфейсом «общая шина». Буфер реализован на регистровой памяти и состоит из двух частей, одна из которых отвечает за запись данных, вторая – за чтение. В ходе работы создан VHDL-файл описания функционирования устройства, проведено моделирование работы в программе ISE Web Pack. Разработанный модуль является кроссплатформенным и может быть реализован на различных ПЛИС. Благодаря применению данного блока частично удается решить проблему «узкого места» многопроцессорной системы с интерфейсом «общая шина». В результате использования описанного устройства увеличится пропускная способность подсистемы «процессор – память» и, соответственно, производительность многопроцессорной системы в целом.

**Ключевые слова:** многопроцессорная система, аппаратное буферное устройство, расщепление транзакций, общая память, ассоциативная память, временные диаграммы, буфер записи, буфер чтения

## THE DEVELOPMENT OF THE HARDWARE BUFFER MEMORY OF MULTIPROCESSOR SYSTEM

**Martyshkin A.I.**

*Penza State Technological University, Penza, e-mail: rector@penzgtu.ru*

The work is devoted to the solution of bottlenecks of multiprocessor systems – conflicts for the access of processors to a shared bus. It is proposed to make to the subsystem «processor-memory» a block – hardware buffer memory device designed for fast memory access multiprocessor system interface bus. The buffer is implemented on register-based memory and consists of two parts, one of which is responsible for recording data, the second for reading. During work the created VHDL file describing the functioning of the device, the simulation in ISE Web Pack. The module is cross-platform and can be implemented on various FPGAs. Through the use of this block are partially able to solve the problem of «bottlenecks» multiprocessor system bus. As a result of using the described devices to increase throughput of the subsystem «processor-memory», and, accordingly, the performance of multiprocessor systems in General.

**Keywords:** multiprocessor system, hardware buffer device, splitting transactions, shared memory, associative memory, timing diagram, write buffer, read buffer

Сегодняшнюю жизнь невозможно представить без вычислительных систем (ВС), скрытых в бытовой технике, измерительных приборах, телекоммуникациях и т.п. Особое место среди ВС занимают многопроцессорные системы (МПС), использующиеся, например, для научных исследований и расчетов, которые, как правило, требуют колоссального быстродействия и слаженной работы подсистемы «процессор – память».

**Целью** данной статьи является разработка аппаратного буферного устройства (АБУ) памяти МПС с общей шиной, состоящей из 4 процессоров (ЦП). Разрабатываемое устройство предназначено для быстрого доступа к памяти. В результате использования данной разработки существенно снижается загрузка памяти, увеличивается пропускная способность подсистемы «процессор – память» и повышается быстродействие МПС в целом.

### Постановка задачи

Имеется МПС, состоящая из 4 ЦП (рис. 1). Также имеется канал передачи, к которому подключены все ЦП – общая шина (ОШ), в функции которой входит обмен данными между ЦП, оперативной памятью и внешними устройствами. В реальных МПС на занятие ОШ могут претендовать сразу несколько устройств, однако в каждый момент времени сделать это может только одно из них. Чтобы исключить конфликты, ОШ должна предусматривать определенные механизмы арбитража запросов и правила предоставления шины одному из запросивших устройств [1, 5].

ОШ представлена в соответствии со спецификацией AMBA (Advanced Microcontroller Bus Architecture) [6], разработанной как стандарт коммуникаций для высокопроизводительных систем-кристалле.



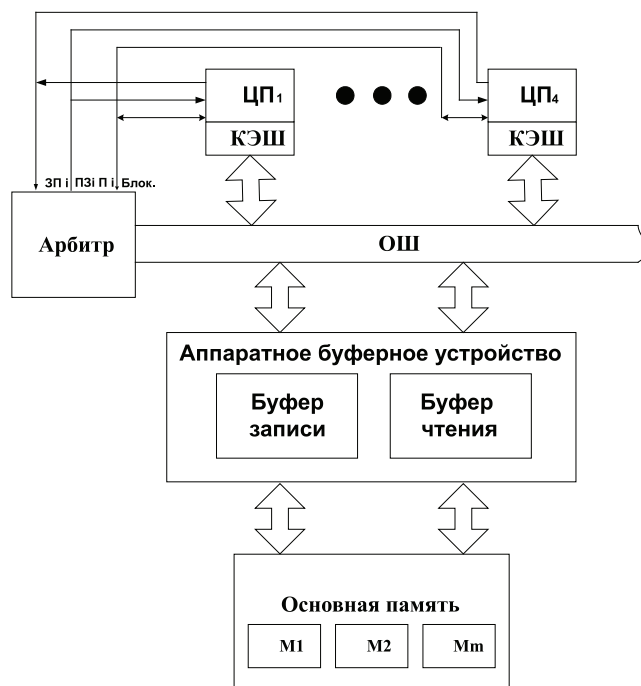


Рис. 1. Многопроцессорная система с аппаратным буферным устройством памяти

Стандарт AMBA, протокол и организация шины хорошо согласуются с проектированием синтезируемых, параметризуемых модулей и систем-на-кристалле на их основе. Стандарт шины AMBA включает в себя спецификации трех шин [2]:

- АНВ – Advanced High-performance Bus.
- ASB – Advanced System Bus.
- АРВ – Advanced Peripheral Bus.

В настоящее время коммуникационные системы на базе стандарта AMBA находят широкое применение в системах-на-кристалле аэрокосмического назначения. Например, шины AMBA используются для организации системы коммуникаций в системах-на-кристалле на процессорном ядре Leon, организованном в соответствии с архитектурой sparc v8 [2]. Шина AMBA АНВ используется и в разрабатываемых отечественных системах-на-кристалле, например, в рамках проекта «Мультикор» [2].

Стандарт AMBA разработан для построения высокопроизводительных систем. Обмен данными в соответствии с этим стандартом осуществляется в синхронном режиме. В рамках стандарта предусмотрена поддержка пакетных передач и расщепленных транзакций (split transactions). В системе должно быть не более 16 ведущих устройств, число ведомых устройств не ограничено. Организация коммуникаций по шине осуществляется под управлением арбитра.

Для реализации АБУ использована шина AMBA АНВ [2], выступающая посредником между ЦП и памятью. При непрерывном выполнении операции (тран-

закции) записи или чтения памяти ОШ монополично владеет один из ЦП системы до тех пор, пока операция не будет завершена. Таким образом, шина и ЦП находятся в режиме ожидания до тех пор, пока память не произведет физическую процедуру чтения или записи. В результате теряются циклы шины, которые могли быть использованы другими ЦП. Для уменьшения временных потерь и повышения пропускной способности ОШ необходимо, чтобы она поддерживала режимы расщепления транзакций чтения и буферизации транзакций записи.

Расщеплению подвергается операция чтения памяти, причем она делится на адресную транзакцию и транзакцию данных. При обращении к памяти ЦП выставляет на ОШ адрес, который сохраняется в АБУ, после чего ОШ освобождается, а ЦП переходит в режим ожидания. Процедура физического чтения происходит в памяти самостоятельно под управлением АБУ, которое по окончании процедуры физического чтения должно сигнализировать запрашивающий ЦП о готовности данных. В ответ ЦП вновь запрашивает ОШ и читает слово данных из АБУ [3, 4].

Буферизация транзакций записи заключается в том, что ЦП выставляет на шину адрес ячейки памяти и записываемые данные. Они сохраняются в регистрах АБУ, после чего ЦП освобождает ОШ, поскольку обратная реакция памяти в этом случае отсутствует. Процедура физической записи в память происходит под управлением АБУ [3, 4].

Из вышесказанного следует, что разрабатываемый блок должен быть снабжен двумя буферными устройствами для хранения транзакций чтения и записи (рис. 2). В свою очередь, буфер чтения имеет две части. Первая содержит регистры для хранения адреса ячейки памяти, в которую производится обращение, вторая – регистры для хранения выбранных из памяти данных. Буфер записи также состоит из двух частей. В первой хранятся адреса ячейки памяти, в которую производится обращение, во второй хранятся записываемые данные.

В работе используется архитектура МПС с однородным доступом к памяти –

*Uniform Memory Access (UMA)*. Для увеличения пропускной способности памяти она разбивается на ряд независимых модулей, каждый из которых имеет собственные схемы адресации и буферизации данных. При условии применения шины с расщеплением транзакций обеспечивается возможность доступа к памяти нескольких ЦП одновременно. Время доступа к данным из памяти не зависит ни от того, какой именно ЦП обращается к памяти, ни от того, какой именно чип памяти содержит нужные данные. При этом каждый ЦП может использовать свой собственный кэш [1].

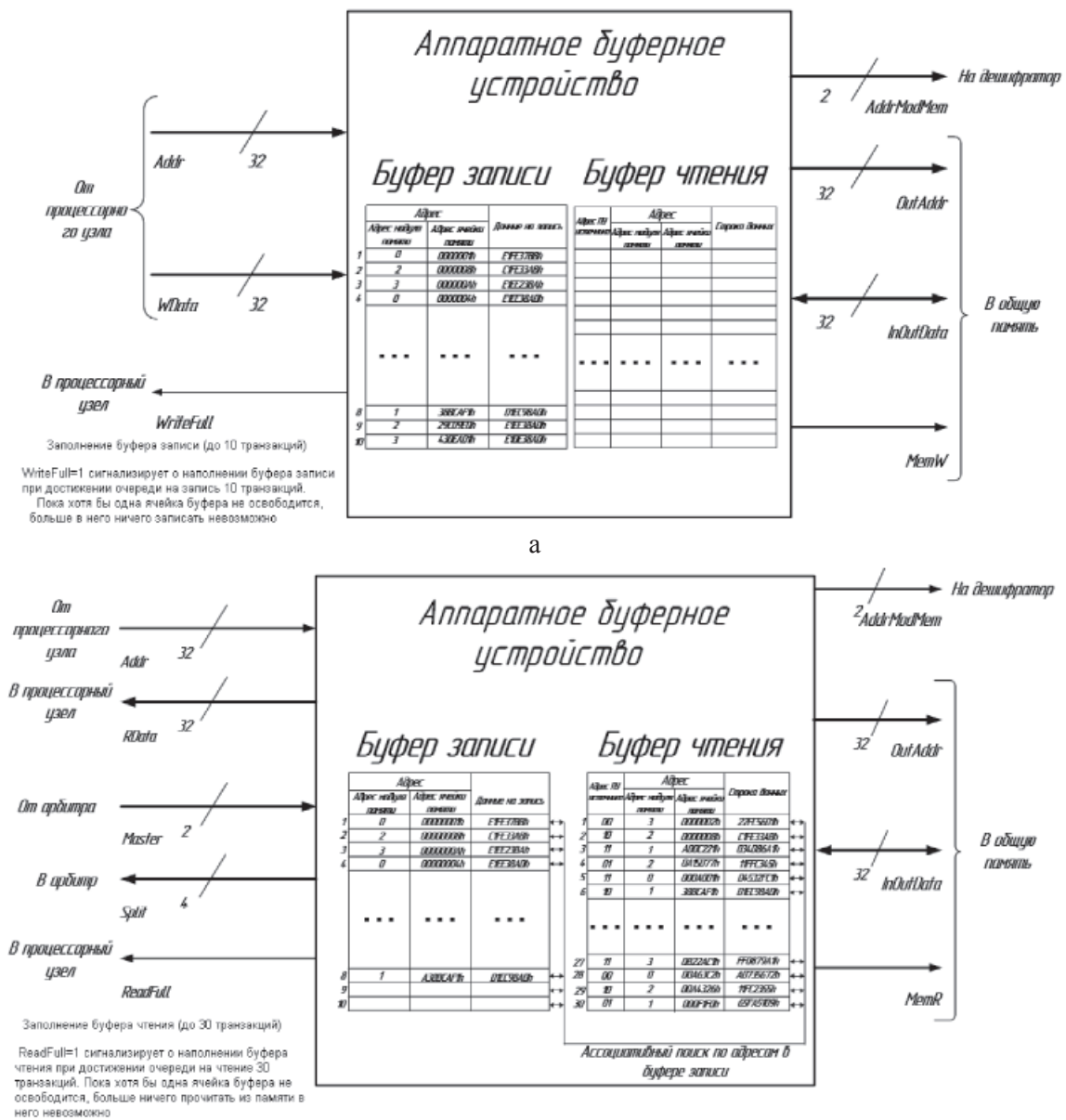


Рис. 2. Структурная схема аппаратного буферного устройства памяти в режиме записи (а) и чтения (б)

Принцип действия устройства заключается в следующем. Предположим, что один или несколько ЦП одновременно сгенерировали транзакцию записи. Чтобы успешно ее реализовать, необходимо получить доступ к ОШ, для чего ЦП посылают сигналы запроса в арбитр, который, в свою очередь, проверяет, свободна ли ОШ в данный момент, и выбирает по некоторому правилу один из ЦП для осуществления операции. Если ОШ свободна, то ЦП захватывает ее. Далее происходит проверка на заполнение буфера записи, и если он полон, то ЦП переводится в режим ожидания. Если имеется хотя бы один свободный регистр в буфере записи, то ЦП помещает туда слово данных. Дальнейшая работа ЦП не зависит от результата записи, т.е. ему нет смысла дожидаться окончания записи, поэтому он освобождает шину.

В буфере записи может скопиться множество запросов, и возможна такая ситуация, когда запрос на чтение будет ссылаться на данные, уже находящиеся в АБУ, а не в памяти, таким образом, их можно прочитать напрямую из АБУ, а не из памяти, что существенно быстрее, чем обращение к памяти. Для быстрой реализации этой функции адресный буфер записи выполняется в виде ассоциативной памяти.

Процедура чтения с расщеплением транзакций допускает совмещение по времени сразу нескольких транзакций, формируемых разными ЦП. В начале операции чтения запрашивающий ЦП занимает шину, выставляет на нее адрес и сигнал чтения, которые фиксируются в буфере чтения. Эта транзакция выполняется быстро, поскольку буферы реализуются на аппаратных регистрах. После этой процедуры ЦП отключается от шины. Буферное устройство самостоятельно осуществляет процесс физического чтения данных из модуля памяти и сохранения результата в одном из регистров буфера чтения. В подходящий момент времени, когда шина свободна, данные возвращаются ЦП.

В системах с общей памятью все ЦП имеют равные возможности по доступу к единому адресному пространству. Единая память может быть построена как одноблочная или по модульному принципу, но обычно на практике встречается второй вариант [5]. С целью повышения быстродействия имеет смысл применить расслоение памяти по адресам на 4 модуля.

Далее рассмотрим варианты реализации алгоритма работы АБУ. Поделим подсистему «процессор – память» на две подсистемы: «процессор – АБУ» и «АБУ – память». Соответственно представим два алгоритма работы устройства: со стороны ЦП и со стороны памяти.

Рассмотрим алгоритм функционирования подсистемы «процессор – АБУ». Изначально ЦП должен проверить линию блоки-

ровки, определяющую, свободна или занята ОШ в данный момент времени, и гарантирующую монопольное владение ОШ одним из ЦП. Примем, что высокий потенциал на этой линии соответствует незанятости ОШ. Итак, ЦП, требующие ОШ, опрашивают линию блокировки, и если на ней обнаруживается высокий потенциал, то они посылают запросы в арбитр по индивидуальным линиям запроса. ЦП, имеющий наивысший приоритет, определяемый арбитром, получит сигнал подтверждения запроса. Этот является разрешающим для занятия ОШ. После захвата ЦП ОШ происходит выбор типа операции: чтение или запись. Если выбрана операция записи в буфер записи, то вначале он проверяется на наличие свободных ячеек, и в том случае, если он полон, ЦП переводится в «спящее» состояние, в котором находится до тех пор, пока не освободится хотя бы одна ячейка в буфере записи. Если же есть свободные ячейки, то происходит запись адреса и данных в буфер записи, после чего ЦП освобождает ОШ. Если выбрана операция чтения, то также вначале проверяется буфер чтения на наличие свободных ячеек, если таковых нет, ЦП также переводится в состояние ожидания, до тех пор пока не появятся свободные ячейки. Если свободные ячейки есть, то происходит запись адреса, по которому запросившему ЦП должны быть предоставлены данные для чтения. После процедуры физического чтения из памяти или ассоциативного поиска в буфере записи по указанному адресу будут считаны данные в буфер чтения. АБУ сигнализирует ЦП, которому предназначены выбранные данные, о готовности, и он считывает их из буфера чтения, после чего освобождает ОШ.

Теперь рассмотрим алгоритм функционирования подсистемы «АБУ – память». Изначально производится выборка типа операции: запись или чтение. При операции записи происходит запрос  $j$ -го модуля памяти, в который будут записаны данные, переданные АБУ ЦП. Затем происходит проверка  $j$ -го модуля памяти на занятость: если он занят, то необходимо ожидание, если свободен, то происходит его занятие и запись данных по указанному адресу. Затем память освобождается и также освобождается одна ячейка буфера записи:  $СчБЗ = СчБЗ - 1$ , где  $СчБЗ$  – счетчик (семафор) буфера записи (в данной статье принято, что  $СчБЗ = 10$ , т.е. емкость буфера записи равна 10 ячеек). При операции чтения происходит запрос  $k$ -го модуля памяти, из которого будут прочитаны данные в АБУ, для их последующей передачи соответствующему ЦП. Затем происходит проверка  $k$ -го модуля памяти на занятость: если он занят, то необходимо ожидание, если свободен, то происходит его занятие и чтение данных

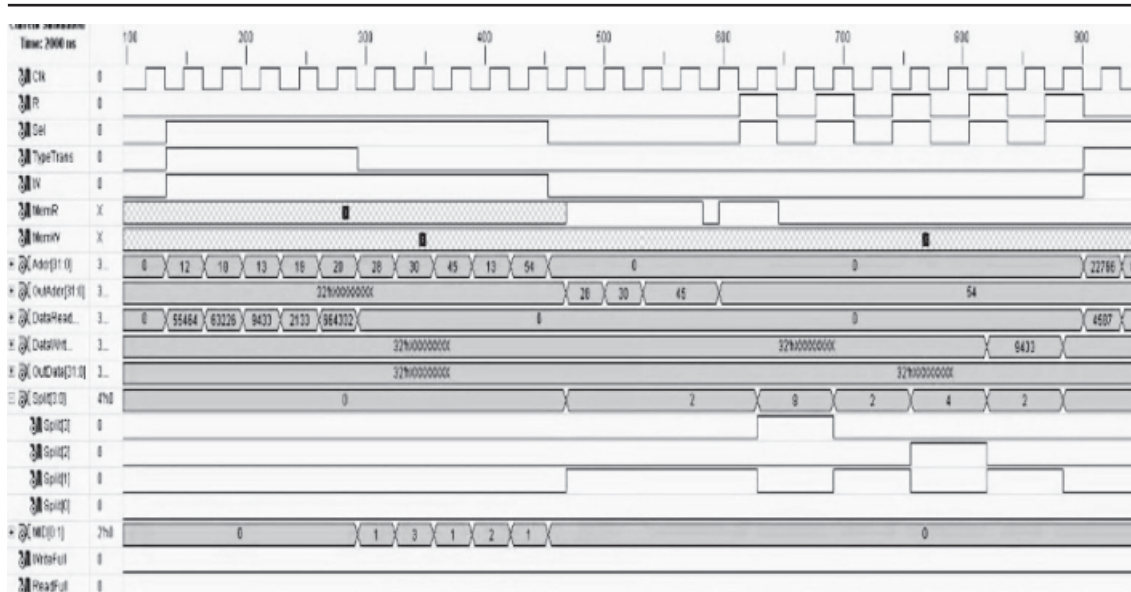


Рис. 3. Временные диаграммы работы аппаратного буферного устройства памяти

по указанному адресу. Затем прочитанные данные заносятся в ячейку буфера чтения:  $СчБЧт = СчБЧт + 1$ , где  $СчБЧт$  – счетчик (семафор) буфера чтения (в данной статье принято, что  $СчБЧт = 30$ , т.е. емкость буфера чтения равна 30 ячеек). После этого модуль памяти освобождается, а АБУ сигнализирует запросивший  $i$ -й ЦП о готовности.

По приведенным алгоритмам в среде ISE WebPack был создан VHDL-файл, описывающий работу АБУ, и синтезирован элемент, а также проведена его отладка и моделирование, получены временные диаграммы работы. Результаты моделирования работы АБУ приведены на рис. 3. По полученным временным диаграммам можем судить о правильности работы устройства согласно разработанным алгоритмам.

**Выводы**

Рассматриваемое устройство отличается от ранее существующих тем, что ранее в МПС задача решалась применением памяти NUMA либо памяти UMA с чередованием адресов, что не позволяло использовать режим расщепления транзакций на ОШ.

В результате использования данной разработки, реализованной на современной элементной базе – ПЛИС, снижается загрузка памяти, увеличивается пропускная способность подсистемы «процессор – память» и повышается быстродействие МПС в целом.

*Работа выполнена при финансовой поддержке стипендии Президента РФ молодым ученым и аспирантам на 2015–2017 гг. (СП-828.2015.5).*

**Список литературы**

1. Бикташев Р.А. Князьков В.С. Многопроцессорные системы. Архитектура, топология, анализ производительности: учеб. пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004. – 107 с.
2. Суворова Е.А., Шейнин Ю.Е. Проектирование цифровых систем на VHDL. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 576 с. ISBN: 5-94157-189-5.
3. Таненбаум Э., Бос Х. Современные операционные системы. – СПб.: Питер, 2015. – 1120 с. ISBN: 978-5-496-01395-6.
4. Хамакер К., Вранешич З., Заки С. Организация ЭВМ: пер. с англ. О. Здир. – 5-е изд. – СПб.: Питер; Киев: Издательская группа BHV, 2003. – 848 с. ISBN: 5-8046-0162-8, 966-552-122-5.
5. Цилькер Б.Я., Орлов С.А. Организация ЭВМ и систем: учебник для вузов. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2011. – 688 с. ISBN: 978-5-49807-862-5.
6. AMBA Specification. Rev 2.0. – ARM Limited, 1999

**References**

1. Biktashev R.A. Knjazkov V.S. Multiprocessor systems. Architecture, topology, analysis of productivity: textbook. Penza: Izd-vo Penz. gos. un-ta, 2004. 107 p.
2. Suvorova E.A., Shejnin Ju.E. Proektirovanie cifrovych sistem na VHDL. SPb.: BHV-Peterburg, 2003. 576 p. ISBN: 5-94157-189-5.
3. Tanenbaum Je., Bos H. Sovremennye operacionnye sistemy. SPb.: Piter, 2015. 1120 p. ISBN: 978-5-496-01395-6.
4. Hamaker K., Vraneshich Z., Zaki S. Organizacija JeVM: per. s angl. O. Zdir. 5-e izd. SPb.: Piter; Kiev: Izdatel'skaja gruppy BHV, 2003. 848 p. ISBN: 5-8046-0162-8, 966-552-122-5.
5. Cilker B.Ja., Orlov S.A. Organizacija JeVM i sistem: uchebnik dlja vuzov. 2-e izd. SPb.: Piter, 2011. 688 p. ISBN: 978-5-49807-862-5.
6. AMVA Specification. Rev 2.0. ARM Limited, 1999



УДК 691.327.333

## ПРОИЗВОДСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ ПЕНОБЕТОНА АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЯКУТИИ

Местников А.Е., Семенов С.С., Федоров В.И.

ФГАОУ ВПО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова»,  
Якутск, e-mail: mestnikovae@mail.ru

В статье рассматриваются особенности технологии производства и свойства пенобетона автоклавного твердения с учетом производственного опыта и лабораторных испытаний в условиях Якутии. Обоснована необходимость организации малых производств автоклавного пенобетона с использованием отечественного технологического оборудования в районах со слабо развитой транспортной схемой. Основу статьи составляют результаты исследований исходного сырья, структуры и свойств пенобетона до и после автоклавной обработки. Результаты экспериментальных исследований дают максимальное представление о свойствах исходного сырья, возможных изменениях и новообразованиях в глубинных слоях пористого материала, обеспечивающих повышенные строительно-эксплуатационные показатели пенобетона автоклавного твердения. Экспериментальные исследования проведены с использованием стандартных средств и методов измерения, а также комплекса современных физико-химических методов анализа. Обоснованы основные направления совершенствования технологии и развития производства пенобетонов автоклавного твердения в условиях холодного климата России.

**Ключевые слова:** пенобетон автоклавного твердения, кварцполевошпатовый песок, структура и свойства, оптимизация технологических параметров, область применения

## PRODUCTION AND USE OF FOAM CONCRETE OF AUTOCLAVE CURING IN CONDITIONS OF YAKUTIA

Mestnikov A.E., Semenov S.S., Fedorov V.I.

North-Eastern Federal University named after Ammosov, Yakutsk, e-mail: mestnikovae@mail.ru

In article features of the production technology and properties of foam concrete of autoclave curing based production experience and laboratory tests in the conditions of Yakutia. The necessity of organizing small manufactures autoclaved foam concrete with the use of domestic manufacturing equipment in areas with poorly developed transport scheme. The results of researches are based on examination of raw materials, structure and properties of foam concrete before and after autoclave processing. The experiments show good results of raw materials, possible changes in deep layers of porous material which provide and increase constructional indicators of foam concrete of autoclave curing. Experimental studies conducted using standard tools and measurement methods, as well as a complex of modern physic-chemical methods of analysis. The basic directions of improvement of technology and the development of foam concrete auroclaved in cold climates of Russia.

**Keywords:** foam concrete of autoclave curing, quartz sand, structure and properties, improvement of technology, sphere of usage

Как показывает мировая практика [4], в области производства и применения ячеистых бетонов автоклавного твердения их разновидность – пенобетон в качестве конкурентоспособного стенового материала даже не рассматривается. В настоящее время высокопроизводительные и дорогостоящие заводы газобетона ведущих фирм, таких как Ytong, Siporex, Hebel, Wehrhahn, MASA-Henke, Xetten, работают во многих странах мира, в основном в крупных промышленных центрах. Однако несомненный интерес для малых городов представляют исследования, проведенные еще в 1930–1940 годах в СССР, по разработке и практической реализации технологии производства автоклавных пенобетонов [1]. В 1945–1960 годах автоклавный пенобетон получил дальнейшее развитие с использованием пенообразователей, приготавливаемых непосредственно в производственных

условиях (клееканифонового, смолосапонинового, алюмосульфонафтенowego, ГК, жидкостекольного и некоторых других производств). С развитием науки и техники были изучены основы физико-химических процессов в производстве бетонных изделий на основе цемента и извести с тонкомолотым кварцевым песком в автоклавах при температурах 174,5–200°C и давлении насыщенного пара 0,9–1,2 МПа [2].

В настоящее время с появлением высококачественных пенообразователей отечественного и импортного происхождения резко возросло производство пенобетонов неавтоклавного твердения, не требующее больших капитальных вложений. Однако присущие ячеистым бетонам неавтоклавного твердения невысокие прочностные характеристики сохранились, поэтому стеновые изделия, например, выпускаются повышенной плотности порядка D800–D1200.



Для условий холодного климата России самыми востребованными в строительстве являются в первую очередь, стеновые блоки из ячеистых бетонов автоклавного твердения марки D500-D600, обладающие одновременно высокими теплоизолирующими и конструктивными характеристиками.

На наш взгляд, принимая во внимание положительный опыт советских времен и современных энтузиастов, следует повсеместно, особенно в труднодоступных районах, в том числе Арктических регионах России, развивать малые производства автоклавного пенобетона с использованием отечественного технологического оборудования. Уместно отметить, что в условиях вечной мерзлоты уже был положительный опыт производства и применения силикатобетонных блоков и панелей из ячеистого газобетона в пос. Айхал и г. Удачный Мирнинского района – алмазной провинции России в далеких 60–80-х годах прошлого столетия [3].

На учебно-производственной базе Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова при научно-технической поддержке специалистов кафедры инженерной химии и естествознания Петербургского государственного университета путей сообщения (ПГУПС) освоена технология и запущено производство автоклавного пенобетона местного сырья малой мощности до 50 м<sup>3</sup> в сутки.

Основным кремнеземистым компонентом для производства ячеистых бетонов автоклавного твердения является кварцевый песок с содержанием кварца не менее 85% согласно требованиям ГОСТ 31359-2007 «Бетоны ячеистые автоклавного твердения. ТУ». В условиях Якутии, имеющей огромное количество больших и малых рек, по берегам которых расположены основные поселения, наиболее доступным сырьем для производства автоклавных ячеистых бетонов являются речные пески, относящиеся к осадочным горным породам. Результаты исследований песков с рек Лена и Вилюй позволяют сделать вывод об их сложном полиминеральном составе, которые можно отнести к кварцполевошпатовым пескам, % масс.: кварц – 29,84, альбит – 17,48, микроклин – 7,41, иллит 2М – 2,46, биотит – 1,06, роговая обманка – 2,59, гисмондин – 1,08, аморфная фаза – 40,78. Высокое содержание рентгеноаморфной фазы позволяет прогнозировать высокую активность речных песков по отношению к СаО, как извести, так формирующемуся в процессе гидратации портландцементу.

Химический анализ исследуемого речного песка показал наличие следующих ок-

сидов, % масс.: SiO<sub>2</sub> – 80,10; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 10,61; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 2,56; FeO – 0,07; СаО – 2,40; MgO – 0,17; SO<sub>3</sub> – 0,08; TiO<sub>2</sub> – 0,32; K<sub>2</sub>O – 2,78; Na<sub>2</sub>O – 3,05; H<sub>2</sub>O – 0,42; п.п.п. – 0,52.

В ранних исследованиях отечественных ученых [1–3] была показана зависимость прочности бетонов, в том числе пенобетонов, автоклавного твердения от массового содержания SiO<sub>2</sub> в песках различных месторождений. При этом высокие показатели прочности на сжатие 6,4–8,0 МПа показали пенобетоны марки D700 на песках с содержанием SiO<sub>2</sub> в пределах 90–95% по массе, а минимальный показатель прочности на сжатие 3,9 МПа – на песках содержанием SiO<sub>2</sub> в 65% по массе.

Нами было установлено, что составы на малокварцевом речном песке с большой вероятностью могут обеспечить получение конструкционно-теплоизоляционного ячеистого бетона D500 B1,5 и D600 B2,5 в соответствии с ГОСТ 31359-2007. Было изучено влияние модифицирующей добавки (силикатсодержащего модификатора с наноструктурными элементами – «ноу-хау» ПГУПС [5]) к пенобетонной смеси на прочностные показатели автоклавного пенобетона. При этом предел прочности образцов пенобетона D500 при сжатии повысился на 18–25%, пенобетона D600 – на 33–36% [4].

В процессе оптимизации производства автоклавного пенобетона в опытно-промышленных условиях изучены и уточнены основные технологические параметры:

- зависимости предела прочности образцов пенобетона при сжатии от тонкости помола извести (оптимальная удельная поверхность составляет 580–620 м<sup>2</sup>/кг);

- зависимости предела прочности образцов пенобетона при сжатии от тонкости помола кремнеземистого компонента – речного песка из поймы реки Лена (оптимальная удельная поверхность песка составляет 220–240 м<sup>2</sup>/кг); соответствует требуемой объемной массе песчаного шлама (мокрый помол) в 1,6–1,7 кг/л, см;

- объемная масса пенобетонной смеси на выходе из смесителя должна составлять 630–690 г/л для марки пенобетона D500, для D600 – 750–810 г/л;

- определен режим гидротермальной обработки пенобетона в автоклаве: 6–8 час – предварительное твердение при температуре 30 °С до набора пластической прочности (прочность при сжатии для исходного пенобетона D500 – 0,26–0,28 МПа, для пенобетона D600 – 0,28–0,30 МПа); твердение образцов в автоклаве при давлении 0,8–0,9 МПа и температуре 174–184 °С по режиму 2 + 8 + 2 ч (подъем + изотермическая выдержка + сброс давления).

## Производственный состав и физико-механические свойства образцов пенобетона

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	D500	D600
Производственный состав пенобетонной смеси на 1 м <sup>3</sup>				
1	Цемент	кг	190	200
2	Известь	кг	40	75
3	Песок	кг	290	320
4	Вода	л	210	235
5	Пенообразователь FOAMSEM	л	1,9–2,0	1,8–1,9
Физико-механические свойства				
6	Средняя плотность в сухом состоянии	кг/м <sup>3</sup>	524,34	623,68
7	Предел прочности на сжатие	МПа	2,63	3,5
8	Коэффициент теплопроводности	Вт/(м·°С)	0,109	0,127

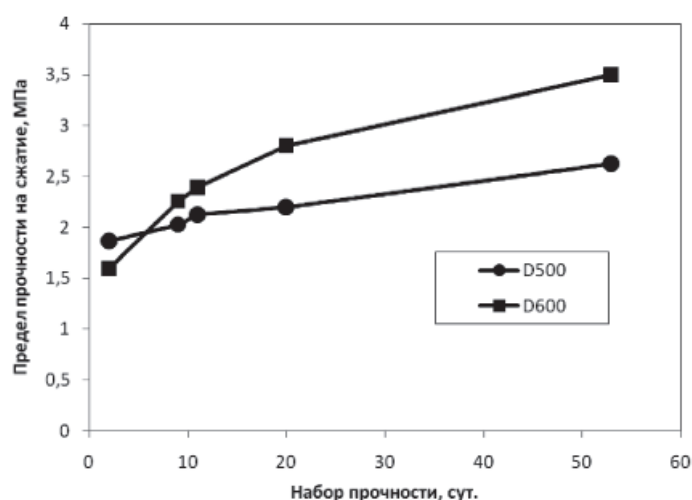


Рис. 1. Изменение прочности пенобетона после автоклава в зависимости от срока хранения

Контролируемыми технологическими параметрами при производстве являются: весовая дозировка и подача исходных компонентов (таблица); объемная масса песчаного шлама (1,6–1,7 кг/л); объемная масса пены (70–80 г/л для пенообразователя FOAMSEM); объемная масса пенобетонной смеси; распылив пенобетонной смеси по вискозиметру Суттарда (26–30 см); температура пенобетонной смеси ( $30 \pm 2^\circ\text{C}$ ); время подачи пены и перемешивания исходных компонентов; температура в камере выдержки ( $30\text{--}35^\circ\text{C}$ ).

Установлено, что образцы изделий из опытной партии пенобетона после автоклавной обработки имеют недостаточно высокие показатели прочности, но при их хранении в естественных условиях происходит постепенное повышение прочности на сжатие (рис. 1). По-видимому, повышение прочности пенобетона со временем связано с достаточно высоким содержанием цемента в исходной смеси (таблица).

В процессе опытного производства выявлено, что наивысших прочностных ха-

рактеристик при обычных составах пенобетона (таблица) можно достигнуть, если прогнозируемую плотность пенобетона в сухом состоянии установить чуть больше, чем 500 и 600 кг/м<sup>3</sup> соответственно для марок D500 и D600 согласно ГОСТ 31359-2007 (таблица).

Результаты электронной микроскопии наиболее характерных сколов пенобетона показали, что пенобетон до автоклавной обработки имеет мелкочастистую структуру, состоящую в основном из сферических пор размерами от 0,291–1,15 мм.

В образцах пенобетона до автоклавной обработки наблюдается достаточно плотная структура межпоровой перегородки с сообщающимися микропорами размерами от 1,53 до 29,4 мкм, имеются кристаллические новообразования и глобулярная масса незакристаллизованных фаз гидросиликатов кальция (рис. 2 а). Продукты гидратации вяжущих покрывают зерна кварца, а также заполняют межзерновое пространство, образуя единый прочный конгломерат.

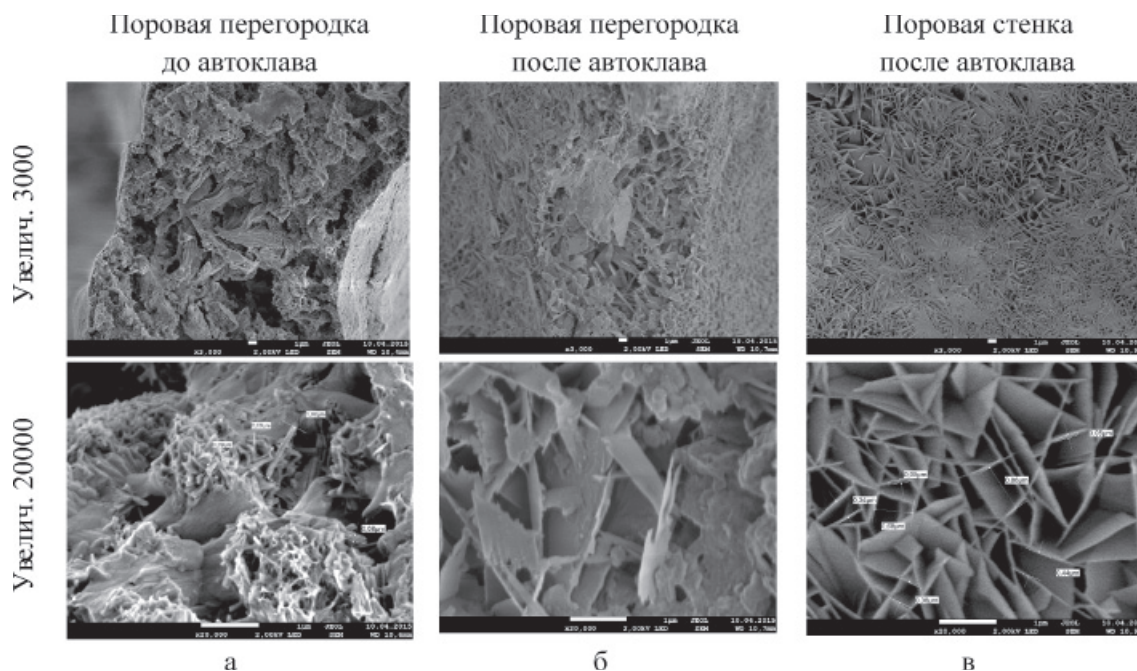


Рис. 2. Микроструктура межпоровых перегородок (скола) и поровых стенок пенобетона

После автоклавной обработки в микроструктурах пенобетона наблюдается однородный рост кристаллических новообразований низкоосновных гидросиликатов кальция тоберморитовой группы в виде кристаллов пластинчато-сотовых ячеек, объединенных в непрерывную высокопрочную структуру (рис. 2 б, в). Расстояние между новообразованными пластинчатыми структурами находится в пределах 0,34–0,68 мкм, толщина пластин – не более 0,05 мкм (рис. 2 в).

Образование низкоосновных гидросиликатов кальция, приводящее к повышенной прочности цементного камня, было изучено советскими учеными [1–2]. Гидросиликаты группы С–S–Н (I) при повышенных температурах (150–200 °С) имеют вид пластинок толщиной до 10–20 мономолекулярных слоев, что обуславливает резкое уменьшение удельной поверхности новообразований по сравнению с поверхностью тех же фаз, но возникающих при обычных температурах в виде лепестков толщиной в два три молекулярных слоя. В большей мере возрастает степень закристаллизованности новообразований, появляющихся при 174,5–200 °С и более. Поэтому в нашем случае для пенобетонов принят оптимальный режим автоклавной обработки при температуре 174–184 °С и соответствующем давлении 0,8–0,9 МПа.

Выпускаемая продукция – автоклавный пенобетон на основе кварцполевошпатовых речных песков – соответствует классу бетона В1,5 для плотности 500 кг/м<sup>3</sup> (таблица) и отвечает требованиям ГОСТ 31359-2007. Более высокий уровень прочности автоклавного пенобетона достигается при плотности 600 кг/м<sup>3</sup> – класс бетона В2,5 (таблица). Сравнительный анализ с ранее проведенными исследованиями [4] показывает, что относительно низкие прочностные характеристики полученных пенобетонов обусловлены тем, что исходные пески имеют невысокое содержание кварца (рис. 2). Перед нами стоят задачи повышения прочностных показателей класса бетона до В2,5 для автоклавного производства пенобетона D500 и до В3,5 – для D600, а также по снижению плотности пенобетона до 350–400 кг/м<sup>3</sup> классом по прочности на сжатие В1,5–В2,0. В первую очередь предусматривается использование природных минеральных компонентов, активированных механохимическим способом.

На сегодня впервые появившиеся на строительном рынке Якутии стеновые блоки (200×300×600 мм) из автоклавного пенобетона стали весьма востребованными в строительстве жилых и общественных зданий. Под контролем специалистов СВФУ уже построены ряд индивидуальных домов и развернуто

планомерное строительство монолитно-каркасных многоэтажных жилых зданий с использованием изделий из автоклавного пенобетона, в первую очередь для сотрудников университета. В будущем планируется строительство аналогичных производств в городах Вилюйск и Ленск, пос. Нижний Бестях, где будут трудоустроены выпускники СВФУ – технологи и строители, а также будут подготовлены и привлечены специалисты технического профиля со средним образованием.

#### Список литературы

1. Баранов А.Т. Пенобетон и пеносиликат / науч. ред. К.Д. Некрасов. – М.: Гос. изд-во литературы по строительным материалам, 1956. – 82 с.
2. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества: учебник для студентов высших уч. заведений по специальности «Производство строительных материалов, изделий и конструкций». – М.: Стройиздат, 1986. – 464 с.
3. Местников А.Е. Пенобетон в изделиях и конструкциях. – Якутск: Издательский Дом СВФУ, 2013. – 138 с.
4. Опыт производства и применения ячеистого бетона автоклавного твердения: материалы

8-й Международной научно-практ. конференции, Минск-Могилев, 11–13 июня 2014 года [редколлегия: Н.П. Сажнев, Н.М. Голубев, П.П. Ткачик]. – Минск: Стринко, 2014. – 136 с.

5. Хитров А.В. Получение современных автоклавных пенобетонов с учетом природы вводимых строительных пен: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – СПб., 2000. – 20 с.

#### References

1. Baranov A.T. *Penobeton I penosilikat* (Foam concrete and foam silicate), Moskva: Gos. izdatelstvo literatury po stroitelnyim materialam, 1956.
2. Khitrov A.V. *Poluchenie sovremennykh avtoklavnykh penobetonov s uchetom prirody vvodimykh stroitelnykh pen* (Getting modern autoclave foam concrete, taking into account the nature of the foam input), SPb, 2000, pp. 20.
3. Mestnikov A.E. *Penobeton v izdeliyakh I konstruktsiyakh* (Foam concrete in products and constructions), Yakutsk: Izdatelskiy dom SVFU, 2013.
4. Sazhnev N.P., Golubev N.M., Tkachik P.P. *Opyt proizvodstva I primeneniya yacheistogo betona avtoklavного tverdeniya* (Materials of the 8th International Scientific-practical Conference), Minsk, 2014, pp. 136.
5. Volzhenskiy A.V. *Mineralnye vyazhuschie veschestva* (Mineral binders), Moskva: Stroyizdat, 1986.



УДК 004.942

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЙТИНГА СПОРТСМЕНОВ-ЕДИНОБОРЦЕВ

<sup>1</sup>Никитин П.В., <sup>1</sup>Роженцов В.В., <sup>2</sup>Полевщиков М.М.

<sup>1</sup>Межрегиональный открытый социальный институт, Йошкар-Ола, e-mail: petrvlni@rambler.ru;

<sup>2</sup>Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, e-mail: mmpol@yandex.ru

На экране видеомонитора предъявляется окружность, на которой помещена метка и точечный объект, движущийся с заданной скоростью по окружности. Испытуемые, наблюдая за движением точечного объекта, в момент предполагаемого совпадения положения движущегося точечного объекта с меткой нажатием кнопки «Стоп» останавливают движение точечного объекта по окружности. После останова компьютер вычисляет ошибку несовпадения точечного объекта и метки – время ошибки запаздывания с положительным знаком или упреждения с отрицательным знаком и через заданное время, равное 1 секунде, возобновляет движение точечного объекта по окружности. После этого строится вариационный ряд ошибок несовпадения точечного объекта и метки, вычисляется вариационный размах ряда, отношение наибольшего члена вариационного ряда к вариационному размаху, умноженное на 100; максимальное абсолютное значение ошибки упреждения, нижняя квартиль максимального абсолютного значения ошибки упреждения; процент абсолютных значений ошибок упреждения, находящихся в нижней квартили максимального абсолютного значения ошибки упреждения; рейтинг  $P$  спортсмена по формуле:  $P = 300 / (R + 100t_{\max} / R + \Pi)$ , где  $R$  – вариационный размах ряда,  $t_{\max}$  – наибольший член вариационного ряда,  $\Pi$  – процент абсолютных значений ошибок упреждения, находящихся в нижней квартили максимального абсолютного значения ошибки упреждения. Испытуемый, имеющий более высокий рейтинг, расценивается как более перспективный и способный показать более высокие результаты в предстоящих соревнованиях.

**Ключевые слова:** информационные технологии, спортсмены-единоборцы, рейтинг

## THE RANKING OF THE ATHLETES MARTIAL ARTS

<sup>1</sup>Nikitin P.V., <sup>1</sup>Rozhentsov V.V., <sup>2</sup>Polevshnikov M.M.

<sup>1</sup>Interregional Open Social Institute, Yoshkar-Ola, e-mail: kafbit@mosi.ru;

<sup>2</sup>Mari State University, Yoshkar-Ola, e-mail: mmpol@yandex.ru

There is the circle on the screen a mark and a moving at a preselected speed along the circumference point object are placed on the circumference. Test people observe the movement of the point object and stop the motion of the point object on the circumference by pressing the button «Stop» at the time of supposed coincidence of the position of the moving point object with the mark. After stopping the computer reevaluate an error on match the point object and the mark it's error delay time with a positive sign or a negative sign feedforward then the computer resumes motion of the point object in the circle after a set time of 1 second. Then static series mismatch errors and marks a point object is constructed variation range of a number is calculated by the ratio of the largest member of the tatic series to the range multiplied by 100; the maximum absolute value of the error feedforward and the lower quartile of the maximum absolute value of the error feedforward are calculated; the percentage of the absolute values of error feedforward, which are located in the lowest quartile of the maximum absolute value of the error feedforward is calculated; sportsman's rating  $P$  is calculated as follows:  $P = 300 / (R + 100t_{\max} / R + \Pi)$ , where  $R$  is variation range series,  $t_{\max}$  is the largest member of the a variational series,  $\Pi$  is percentage of the absolute values of the feedforward errors located in the lowest quartile of the maximum absolute value of the error feedforward. The test person which has a higher rating, is regarded as the most promising and able to show better results in the upcoming competitions.

**Keywords:** information technology, athletes martial arts, ranking

Современные единоборства требуют от спортсмена быстрого выполнения двигательных и тактических действий в сложных соревновательных ситуациях. Быстрота двигательных действий характеризуется способностью выполнять их за короткое времени. Известны способы оценки быстроты двигательных действий путем определения времени скрытого периода двигательной реакции (времени реакции), скорости одиночного движения, частоты движений в единицу времени и производной от этих показателей – скорости передвижения.

Однако эффективность двигательных действий, помимо быстроты, зависит от точности движений, под которой понимают

качество двигательного акта, реализованного с соблюдением заранее установленной системы характеристик [2].

В прикладных областях математики точность принято оценивать как величину, обратную величине стандартного отклонения от цели. В спортивной практике наиболее часто используется способ оценки точности конечного результата одиночного движения или серии движений по вероятности попадания в заданную область. В этом случае могут быть две оценки [4]: по альтернативному признаку (да, нет) и по отношению удачных и неудачных попыток в серии (в процентах).

С.В. Голомазовым установлено, что количественные показатели точности одних



и тех же попыток двигательных действий, вычисленные по вероятности и стандартному отклонению, изменяются по разным законам при изменении условий выполнения задания [4]. Это часто приводит исследователей к разной трактовке одних и тех же фактов при обсуждении и сопоставлении полученных результатов. Вопросы оценки точности двигательных действий в спорте рассмотрены в работе [14], вопросы отбора – в работе [3], вопросы оценки точности двигательных действий с использованием метода реакции на движущийся объект – в работе [5].

**Цель работы** – разработка методики определения рейтинга спортсменов-единоборцев.

### Методика определения рейтинга

Испытуемым предъявляли на экране видеомонитора окружность, на которой помещена метка 1 и точечный объект 2, движущийся с заданной скоростью по окружности, как показано на рисунке.

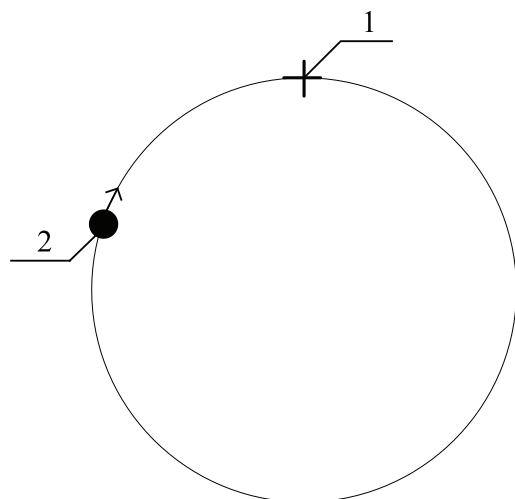


Схема тестирования реакции на движущийся объект

Испытуемые, наблюдая за движением точечного объекта 2, в момент предполагаемого совпадения положения движущегося точечного объекта 2 с меткой 1 нажатием кнопки «Стоп» останавливали движение точечного объекта 2 по окружности. После остановки компьютер вычислял ошибку несовпадения точечного объекта 2 и метки 1 – время ошибки запаздывания с положительным знаком, мс, или упреждения с отрицательным знаком, мс, и через заданное время, равное 1 секунде, возобновлял движение точечного объекта 2 по окружности.

Испытуемые выполняли описанную процедуру 13 раз, 3 начальных результата из анализа исключались. После этого строили вариационный ряд ошибок несовпадения точечного объекта 2 и метки 1, вычисляли вариационный размах ряда по формуле

$$R = t_{\max} - t_{\min},$$

где  $t_{\max}$  и  $t_{\min}$  – соответственно наибольший и наименьший члены вариационного ряда, мс; вычисля-

ли отношение наибольшего члена вариационного ряда  $t_{\max}$  к вариационному размаху  $R$ , умноженное на 100; определяли максимальное абсолютное значение ошибки упреждения  $|t_{\text{упр. max}}|$ , вычисляли нижнюю квартиль (25% квантиль) максимального абсолютного значения ошибки упреждения  $|t_{\text{упр. max}}|$ , процент  $\Pi$  абсолютных значений ошибок упреждения, находящихся в нижней квартили максимального абсолютного значения ошибки  $|t_{\text{упр. max}}|$ , рейтинг  $P$  вычисляли как обратную величину среднеарифметического значения вариационного размаха  $R$ , отношения наибольшего члена вариационного ряда  $t_{\max}$  к вариационному размаху  $R$ , умноженное на 100, и процента  $\Pi$  абсолютных значений ошибок упреждения, находящихся в нижней квартили максимального абсолютного значения ошибки  $|t_{\text{упр. max}}|$ , умноженную на 100, по формуле

$$P = 100 \cdot 1 / (R + 100 \cdot t_{\max} / R + \Pi) / 3 = \\ = 300 / (R + 100 \cdot t_{\max} / R + \Pi).$$

Испытуемый, имеющий более высокий рейтинг, расценивается как более перспективный и способный показать более высокие результаты в предстоящих соревнованиях [9].

### Результаты исследования и их обсуждение

В обследовании участвовало 3 спортсмена, 20–22 лет, имеющие 1 разряд по рукопашному бою. В результате тестирования получены следующие значения ошибок несовпадения положений точечного объекта и метки:

– боец К., 20 лет: 1, –28, –48, –24, –39, –5, –38, –8, –32 и –29 мс;

– боец Р., 21 год: –6, –37, 17, –27, –16, –38, –25, –21, 15 и 5 мс;

– боец Ф., 22 года: –42, –28, –54, –14, –5, –2, –8, –38, –23 и –16 мс.

Результаты расчета данных, необходимых для вычисления рейтинга испытуемых, представлены в таблице.

Анализ результатов тестирования испытуемых свидетельствует, что вариационный размах ошибок несовпадения точечного объекта и метки у испытуемого К. наименьший, следовательно, точность его двигательных действий выше, чем у испытуемых Р. и Ф.

Отношение наибольшего члена вариационного ряда  $t_{\max}$  к вариационному размаху  $R$ , умноженное на 100, у испытуемого Ф. наименьшее, следовательно, быстрота его двигательных действий выше, чем у испытуемых К. и Р.

Процент  $\Pi$  абсолютных значений ошибок упреждения  $|t_{\text{упр. max}}|$ , находящихся в нижней квартили максимального абсолютного значения ошибки  $|t_{\text{упр. max}}|$ , у испытуемых Р. и Ф. равен и ниже, чем у испытуемого К., следовательно, у них меньше число остановок движения точечного объекта в области положения метки, выполненных с большим упреждением, свидетельствующим о более высокой скорости двигательных действий, но с малой точностью.

Результаты статистической обработки экспериментальных данных тестирования

Испытуемый	$R$ , мс	$100t_{\max}/R$	$ t_{\text{упр. max}} $ , мс	НК, мс	П, %	Р
К., 20 лет	49	2,0	48	36	30	3,7
Р., 21 год	54	29,6	38	28	20	2,9
Ф., 22 года	52	3,8	54	41	20	4,4

Примечание.  $R$  – вариационный размах ряда ошибок несовпадения точечного объекта и метки,  $100t_{\max}/R$  – отношение наибольшего члена вариационного ряда  $t_{\max}$  к вариационному размаху  $R$ , умноженное на 100,  $|t_{\text{упр. max}}|$  – максимальное абсолютное значение ошибки упреждения; НК – нижняя квартиль максимального абсолютного значения ошибки упреждения  $|t_{\text{упр. max}}|$ ; П – процент абсолютных значений ошибок упреждения, находящихся в нижней квартили максимального абсолютного значения ошибки  $|t_{\text{упр. max}}|$ ; Р – рейтинг испытуемого.

Рейтинг у испытуемого Ф. наибольший, следовательно, он более перспективен и способен показать более высокие результаты в предстоящих соревнованиях.

Успешность спортсмена в ситуационных видах спорта, как отмечается в [11], во многом зависит от пространственных (дифференцирование, точное воспроизведение и отмеривание пространственных интервалов, ориентация в пространстве) и временных (дифференцирование, точное воспроизведение и отмеривание временных интервалов) свойств.

Сложным пространственно-временным рефлексом является реакция на движущийся объект. Задача испытуемого, стремящегося остановить движущийся объект, точно совмещая его с меткой (рисунок), состоит в нахождении некоторой величины упреждения своих двигательных действий с учетом скорости движения объекта, оставшегося расстояния и скорости своих двигательных действий. Ошибки упреждения в тесте являются показателем преобладания возбудительного процесса, ошибки запаздывания – преобладания процесса торможения. Точные реакции в тесте показывают лица с уравновешенными процессами возбуждения и торможения [10]. Действия испытуемого в тесте соответствуют действиям спортсмена-единоборца, что дает возможность оценить не только соотношение возбуждения и торможения, позволяющее оценить быстроту двигательных действий, но и точность двигательных действий испытуемого.

Для характеристики рассеяния (отклонения) значений ошибок несовпадения положений точечного объекта и метки может использоваться дисперсия или стандартное (среднеквадратичное) отклонение. Однако и дисперсия и стандартное отклонение служат мерой отклонения ошибок несовпадения положений точечного объекта и метки от их среднего значения, являющегося оценкой

математического ожидания. Поэтому ни дисперсия, ни стандартное отклонение не могут служить адекватной оценкой точности двигательных действий испытуемого. Пусть при тестировании времени реакции на движущийся объект двух испытуемых получены следующие значения ошибок несовпадения положений точечного объекта и метки:

- для первого испытуемого +10, -10, +5, -5, +10, -10, +5, -5, +10, -10 мс;
- для второго испытуемого +15, -5, 10, 0, +15, -5, 10, 0, +15, -5 мс;
- для третьего испытуемого +5, -15, 0, -10, +5, -15, 0, -10, +5, -15.

Стандартное отклонение ошибок несовпадения положений точечного объекта и метки испытуемых равно 8,8 мс, вариационный размах – 20 мс. Однако расположение на числовой оси отрезка, ограниченного наибольшим и наименьшим членами вариационного ряда ошибок несовпадения точечного объекта и метки, у первого испытуемого симметрично относительно точки 0, у второго испытуемого сдвинуто в область положительных значений, у третьего испытуемого – в область отрицательных значений. Это свидетельствует о том, что у первого испытуемого процессы возбуждения и торможения в центральной нервной системе уравновешены, у второго испытуемого преобладают процессы торможения, у третьего испытуемого – процессы возбуждения. Следовательно, третий испытуемый быстрее реагирует на различные события, изменяющие ситуацию в единоборстве, и, как следствие, быстрее выполняет двигательные действия. При этом меньшее число ошибок упреждения, близких к нулевому значению, свидетельствует о большей скорости двигательных действий.

На современном этапе развития спорта возрастает необходимость эффективной рейтинговой оценки показателей подготовленности спортсмена для анализа и последующей корректировки как тренировочной,

так и соревновательной деятельности. Обзор способов получения такой оценки по итогам соревновательной деятельности приведен в работе [7].

Так, Л.П. Матвеев при анализе соревновательной деятельности предлагает оценивать технико-тактическую соревновательную деятельность (надежность, разнообразие, тактические рисунки), психические и физические особенности, проявляемые в соревновательной деятельности. Г.С. Туманян предлагает при планировании многолетней подготовки спортсмена в соревновательной деятельности тоже оценивать техническую, стратегическую подготовку борца. Кроме этого, тренерам предлагается учитывать место, занятое на соревнованиях, количество проведенных и выигранных встреч. Е.М. Чумаков разработал показатели соревновательной деятельности: активность в нападении и защите, общая активность, вариативность общая, вариативность результативная, вариативность нападения и защиты, эффективность нападения и защиты, результативность нападения и защиты, при помощи которых возможно оценить выступления борца на соревнованиях.

Данные методики позволяют оценить техническую, тактическую, физическую подготовку спортсмена, но не дают представления о том, насколько успешно выступление спортсмена по сравнению с прошлыми соревнованиями, спортсменами-чемпионами из другой весовой или возрастной категории. Для этого разработаны критерии успешности: суммарная оценка успешности, доля выигранных встреч, место в общем зачете. При помощи этих критериев можно оценивать успешность соревновательной деятельности как отдельного спортсмена, так и сборной команды в целом. Эти критерии позволяют вовремя обнаружить спад в качестве выступлений спортсмена, выявить причины и принять соответствующие меры [7].

Для прогнозирования психологической готовности спортсменов высшей квалификации в силовых единоборствах, особенно при отборе для участия в международных соревнованиях, предложена регрессионная модель зависимости успешности соревновательной деятельности от уровня выраженности основных компонентов психологической готовности [12]:

$$Z = 0,211X_1 + 0,228X_2 + 0,184X_3 + 0,154X_4 + 0,223X_5;$$

где  $X_1$  – уровень выраженности мотивационного компонента;  $X_2$  – уровень выраженности волевого компонента;  $X_3$  – уровень выраженности когнитивного компонента;  $X_4$  – уровень выраженности регуляторного

компонента;  $X_5$  – уровень выраженности типологического компонента.

При разработке концепции психолого-педагогического долгосрочного прогнозирования в отношении отдельного спортсмена, по мнению Е.В. Зефировой [6], прежде всего, необходимо осуществить отбор психологических свойств спортсменов, которые могут выступить в качестве критериев такого прогнозирования. При отборе таких свойств необходимо учитывать: их связь с показателями успешности спортивной деятельности (это главное требование), их устойчивость и их внутренние взаимосвязи. Для диагностики спортивно важных качеств единоборцев, которые следует подвергать диагностике в первую очередь, можно использовать пакет методик для определения целеустремленности, уровня притязаний, концентрации внимания, пластичности, эмоциональной устойчивости и темпа реакций. На основании психологических спортивно важных качеств можно вычислить индекс индивидуальной прогностической спортивной успешности (ИИПСУ) для различных видов спорта. Прогнозирование по психологическим критериям на 10% более эффективно по сравнению с прогнозированием по физическим критериям.

Анализ научной и научно-методической литературы по проблеме прогнозирования индивидуальной успешности спортсменов-единоборцев показал, что существующие в настоящее время методики прогноза не обеспечивают надежности предсказания, существенно превышающей 50%, и потому нуждаются в дополнении более эффективными методами. Успешность прогноза возможна только при системном видении проблемы, т.е. при решении задачи прогноза необходим учет не только психологических и функциональных, но и генетических характеристик спортсмена [1].

А.Н. Корольков отмечает [8], что вопросы прогнозирования спортивных достижений являются постоянной темой многих исследовательских работ, в большинстве которых предпринимаются попытки предсказать будущие результаты путем экстраполяции временных рядов текущих результатов в зависимости от параметров тренировочных и соревновательных нагрузок на некоторый будущий момент времени. Для этого используются известные статистические методы анализа (факторный анализ, корреляция, регрессия и др.).

Так, А.К. Тихомиров и соавт. [13] при обработке результатов тестирования вычисляют коэффициенты корреляции между этапными (ежегодными) значениями показателей. Т.Е. Яворская [15] помимо линейной регрессии использует векторный и матричный анализ для выделения максимально



возможного количества информативных параметров, дисперсионный и факторный анализ для решения задачи о минимально достаточном числе информативных параметров.

Известно, что в выборках людей, обладающих выраженными скоростными качествами, превалирует, наряду с другими, такая особенность, как преобладание возбуждения над торможением. Именно поэтому тестирование реакции на движущийся объект позволяет определить рейтинг спортсменов-единоборцев.

### Заключение

Разработана методика определения рейтинга спортсменов-единоборцев, основанная на тестировании реакции на движущийся объект. Это дает возможность оценить не только соотношение возбуждения и торможения, позволяющее оценить быстроту двигательных действий, но и точность двигательных действий спортсмена.

### Список литературы

1. Бакулев С.Е., Двейрина О.А., Афанасьева И.А., Чистяков В.А. Индивидуальная тренируемость в ударных единоборствах // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2013. – № 8. – С. 16–24.
2. Белокопытова Ж., Лаврентьева В., Кожевникова Л. Содержание и структура программы развития координационных способностей у девочек 10–13 лет, занимающихся художественной гимнастикой // Физическое воспитание студентов (Украина, Харьков). – 2010. – № 3. – С. 3–8.
3. Воронов В.М., Горелов А.А., Сущенко В.П., Хлопецкий А.П. О психомоторных и духовно-нравственных детерминантах спортивного отбора в смешанные единоборства // Теория и практика физической культуры. – 2015. – № 2. – С. 54–56.
4. Голомазов С.В. Кинезиология точностных действий человека. – М.: СпортАкадемПресс, 2003. 228 с.
5. Закамский А.В., Полевщиков М.М., Роженцов В.В. Оценка точности двигательных действий спортсмена игровых видов спорта // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2012. – № 3. – С. 86–90.
6. Зефирова Е.В. Точность психологического прогнозирования успешности выступлений спортсменов-единоборцев // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2010. – № 10. – С. 39–44.
7. Кондратьева А.В. Оценка выступления спортсменок-единоборцев при помощи «критериев успешности» // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2013. – № 9. – С. 66–70.
8. Корольков А.Н. Прогноз индивидуальных результатов соревновательной деятельности в мини-гольфе // Наука и спорт: современные тенденции. – 2014. – № 4. – С. 34–37.
9. Мамаева А.В., Закамский А.В., Полевщиков М.М., Роженцов В.В. Способ определения рейтинга спортсменов-единоборцев // Патент России № 2534855. 2014. Бюл. № 34.
10. Методы и портативная аппаратура для исследования индивидуально-психологических различий человека / Н.М. Пейсахов, А.П. Кашин, Г.Г. Баранов, Р.Г. Вагапов; Под ред. В.М. Шадрина. – Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 1976. – 238 с.
11. Полевщиков М.М., Роженцов В.В. Способ ранжирования спортсменов игровых видов спорта // Европейский исследователь. – 2012. – № 6–1. – С. 905–909.
12. Рыбников В.Ю., Бобрищев А.А. Теория и результаты многомерной оценки психологической готовности

спортсменов в силовых единоборствах // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2008. – № 10. – С. 86–92.

13. Тихомиров А.К., Дубровская И.Н., Тимофеева М.В. К вопросу о прогнозировании двигательных способностей в сложнокоординационных видах спорта // Социально-экономические явления и процессы. – 2013. – № 12. – С. 239–241.

14. Хаупшев М.Х., Тхазеплов А.М. Точность двигательных действий как критерий оценки генетической предрасположенности к спортивной деятельности // Теория и практика физической культуры. – 2011. – № 11. – С. 54–57.

15. Яворская Т.Е. Особенности прогнозирования результативности спортсменов как фактора повышения эффективности учебно-тренировочного процесса // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2010. – № 3. – С. 148–150.

### References

1. Bakulev S.E., Dveyrina O.A., Afanaseva I.A., Chistyakov V.A. *Individualnaya treniruemost v udarnykh edinoborstvakh* – Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta, 2013, no. 8, pp. 16–24.
2. Belokopytova Zh., Lavrenteva V., Kozhevnikova L. *Soderzhanie i struktura programmy razvitiya koordinatsionnykh sposobnostey u devochek 10-13 let, zanimayushchikhsya khudozhestvennoy gimnastikoy* – Fizicheskoe vospitanie studentov (Ukraina, Kharkov), 2010, no. 3, pp. 3–8.
3. Voronov V.M., Gorelov A.A., Sushchenko V.P., Khlopetskiy A.P. *O psikhomotornykh i dukhovno-nravstvennykh determinantakh sportivnogo otbora v smeshannye edinoborstva* – Teoriya i praktika fizicheskoy kultury, 2015, no. 2, pp. 54–56.
4. Golomazov S.V. *Kineziologiya tochnostnykh deystviy cheloveka*. M., SportAkademPress, 2003. 228 p.
5. Zakamskiy A.V., Polevshchikov M.M., Rozhentsov V.V. *Otsenka tochnosti dvigatelnykh deystviy sportsmena igrovyykh vidov sporta* – Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta, 2012, no. 3, pp. 86–90.
6. Zefirova E.V. *Tochnost psikhologicheskogo prognozirovaniya uspekhnosti vystupleniy sportsmenov-edinobortsev* – Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta, 2010, no. 10, pp. 39–44.
7. Kondrateva A.V. *Otsenka vystupleniya sportsmenok-edinobortsev pri pomoshchi «kriteriev uspekhnosti»* – Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta, 2013, no. 9, pp. 66–70.
8. Korolkov A.N. *Prognoz individualnykh rezultatov sor-evnovatelnoy deyatelnosti v mini-golfe* – Nauka i sport: sovremennye tendentsii, 2014, no. 4, pp. 34–37.
9. Mamaeva A.V., Zakamskiy A.V., Polevshchikov M.M., Rozhentsov V.V. *Sposob opredeleniya reytinga sportsmenov-edinobortsev* – Patent Rossii no. 2534855, 2014. Byul. no. 34.
10. *Metody i portativnaya apparatura dlya issledovaniya individualno-psikhologicheskikh razlichiy cheloveka*. N.M. Pysakhov, A.P. Kashin, G.G. Baranov, R.G. Vagapov; Pod red. V.M. Shadrina. Kazan, Izd-vo Kazansk. un-ta, 1976. 238 p.
11. Polevshchikov M.M., Rozhentsov V.V. *Sposob ranzhirovaniya sportsmenov igrovyykh vidov sporta* – Evropeyskiy issledovatel, 2012, no. 6–1, pp. 905–909.
12. Rybnikov V.Yu., Bobrishchev A.A. *Teoriya i rezultaty mnogomernoy otsenki psikhologicheskoy gotovnosti sportsmenov v silovykh edinoborstvakh* – Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta, 2008, no. 10, pp. 86–92.
13. Tikhomirov A.K., Dubrovskaya I.N., Timofeeva M.V. *K voprosu o prognozirovanii dvigatelnykh sposobnostey v slozhnokoordinationnykh vidakh sporta* – Sotsialno-ekonomicheskie yavleniya i protsessy, 2013, no. 12, pp. 239–241.
14. Khaupshhev M.Kh., Tkhazeplov A.M. *Tochnost dvigatelnykh deystviy kak kriteriy otsenki geneticheskoy predraspolozhennosti k sportivnoy deyatelnosti* – Teoriya i praktika fizicheskoy kultury, 2011, no. 11, pp. 54–57.
15. Yavorskaya T.E. *Osobennosti prognozirovaniya rezultativnosti sportsmenov kak faktora povysheniya effektivnosti uchebno-trenirovochnogo protsessa* – Pedagogika, psikhologiya i mediko-biologicheskie problemy fizicheskogo vospitaniya i sporta, 2010, no. 3, pp. 148–150.

УДК 519.8

## ПРИМЕНЕНИЕ СХЕМ ПОВЫШЕННОГО ПОРЯДКА ТОЧНОСТИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ БИОЛОГИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ НА МНОГОПРОЦЕССОРНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

<sup>1</sup>Никитина А.В., <sup>1</sup>Семенякина А.А., <sup>1</sup>Чистяков А.Е., <sup>2</sup>Проценко Е.А., <sup>2</sup>Яковенко И.В.

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт многопроцессорных вычислительных систем  
имени академика А.В. Каляева, ГОУ ВО «Южный федеральный университет»,  
Таганрог, e-mail: cheese\_05@mail.ru, nikitina.vm@gmail.com, j.a.s.s.y@mail.ru;

<sup>2</sup>Таганрогский институт имени А.П. Чехова (филиал) ФГБОУ ВО «Ростовский государственный  
экономический университет (РИНХ)», Таганрог, e-mail: eapros@rambler.ru, matan@tgpi.tu

Работа посвящена применению схем повышенного порядка точности для решения задач биологической кинетики. Для решения поставленной задачи были построены и изучены дискретные аналоги операторов конвективного и диффузионного переносов четвертого порядка точности в случае частичной заполненности ячеек. Были проведены численные эксперименты для задачи транспорта веществ на основе схем второго и четвертого порядков точности, которые показали, что для задачи диффузии-конвекции удалось повысить точность в 48,7 раз. Построенные схемы повышенного (четвертого) порядка точности были использованы при решении задач биологической кинетики. Предложен и численно реализован математический алгоритм, предназначенный для восстановления рельефа дна мелководного водоема на основе гидрографической информации (глубины водоема в отдельных точках или изолиний уровня), на основе которого была получена карта рельефа дна Азовского моря. Было установлено, что использование полей течений, рассчитанных по разработанной гидродинамической модели, позволило повысить качество входных данных, а также уменьшить значение погрешности при решении модельных задач биологической кинетики.

**Ключевые слова:** схема повышенного порядка точности, рельеф дна, транспорт веществ, задачи биологической кинетики, многопроцессорная вычислительная система

## THE APPLICATION OF THE SCHEME OF HIGH RESOLUTION FOR SOLVING OF BIOLOGICAL KINETICS'S PROBLEMS ON MULTIPROCESSOR COMPUTER SYSTEMS ON A MULTIPROCESSOR COMPUTER SYSTEM

<sup>1</sup>Nikitina A.V., <sup>1</sup>Semenyakina A.A., <sup>1</sup>Chistyakov A.E., <sup>2</sup>Protsenko E.A., <sup>2</sup>Yakovenko I.V.

<sup>1</sup>Public Educational Institution «Scientific Research Institute of Multiprocessor Computer Systems  
named after Acad. A.V. Kalyaev of Southern Federal University, Taganrog,  
e-mail: nikitina.vm@gmail.com, j.a.s.s.y@mail.ru, cheese\_05@mail.ru;

<sup>2</sup>Taganrog Institute after A.P. Chekhov (branch) of the federal state budgetary educational institution  
of higher education «Rostov State Economic University (RINH)», Taganrog,  
e-mail: eapros@rambler.ru, matan@tgpi.tu

The work is devoted to the application of schemes of high order of accuracy for solving problems of biological kinetics. To solve this problem have been constructed and studied discrete analogs of the operators convective and diffusive transfers of fourth order accuracy in the case of partial occupancy of cells. Numerical experiments were conducted for the problem of transportation of substances on the basis of the schemes of the second and fourth orders of accuracy, which showed that for the problem of diffusion-convection was possible to increase the accuracy in 48,7 times. The constructed circuit high (fourth) order of accuracy have been used in solving problems of biological kinetics. Proposed and numerically implemented a mathematical algorithm designed for the recovery of the bottom topography of shallow reservoir on the basis of hydrographic information (the depth of the reservoir in discrete points or contour level) on the basis of which was obtained map of the bottom relief of the sea of Azov. It was found that the use of fields of the currents calculated by the developed hydrodynamic model has improved the quality of the input data, as well as to decrease the error in the solution of model problems of biological kinetics.

**Keywords:** scheme of high resolution, bottom topography, transport of substances, the problem of biological kinetics, multiprocessor computer systems

### Постановка задачи

Для реализации моделей биологической кинетики рассмотрим базовую задачу транспорта веществ следующего вида:

$$c'_t + uc'_x + vc'_y = (\mu c'_x)'_x + (\mu c'_y)'_y + f$$

$$w_h = \{t^n = n\tau, x_i = ih_x, y_j = jh_y; n = \overline{0 \dots N_t}, i = \overline{0 \dots N_x}, j = \overline{0 \dots N_y}; N_t\tau = T, N_x h_x = l_x, N_y h_y = l_y\},$$

с граничными условиями

$$c'_n(x, y, t) = \alpha_n c + \beta_n,$$

где  $u, v$  – компоненты вектора скорости;  $\mu$  – коэффициент турбулентного обмена;  $f$  – функция, описывающая интенсивность и распределение источников.

Введем равномерную прямоугольную сетку [12]:



где  $\tau$  – шаг по времени;  $h_x, h_y$  – шаги по пространству;  $N_x, N_y$  – границы по пространству;  $N_t$  – верхняя граница времени.

Проведем дискретизацию операторов конвективного и диффузионного переносов второго порядка погрешности аппроксимации в случае частичной заполненности ячеек следующим образом:

$$(q_0)_{i,j} uc'_x \approx (q_1)_{i,j} u_{i+1/2,j} \frac{c_{i+1,j} - c_{i,j}}{2h_x} + (q_2)_{i,j} u_{i-1/2,j} \frac{c_{i,j} - c_{i-1,j}}{2h_x};$$

$$(q_0)_{i,j} (\mu c'_x)'_x \approx (q_1)_{i,j} \mu_{i+1/2,j} \frac{c_{i+1,j} - c_{i,j}}{h_x^2} - (q_2)_{i,j} \mu_{i-1/2,j} \frac{c_{i,j} - c_{i-1,j}}{h_x^2} - |(q_1)_{i,j} - (q_2)_{i,j}| \mu_{i,j} \frac{\alpha_x c_{i,j} + \beta_x}{h_x},$$

где  $q_i$  – коэффициенты, описывающие заполненность контрольных областей [11].

**Схемы повышенного порядка точности для операторов конвективного и диффузионного переносов**

Аппроксимация оператора конвективного переноса  $uc'$  разностной схемой, обладающей четвертым порядком точности, имеет следующий вид [3]:

$$(q_0)_i L(c) = -(q_1)_i \frac{u_{i+1/2}}{12h} \frac{(q_1)_{i+1}}{(q_0)_{i+1}} c_{i+2} - \left( -(q_1)_i \frac{u_{i+1/2}}{12h} \left( 2 + \frac{(q_1)_i}{(q_0)_i} \right) + \right.$$

$$\left. + (q_2)_i \frac{u_{i-1/2}}{12h} \frac{(q_1)_i}{(q_0)_i} + (q_1)_i \left( -\frac{u_{i+1/2}}{2h} + k_i^{(1)} + k_i^{(2)} \right) \right) c_{i+1} + \left( -(q_1)_i \frac{u_{i+1/2}}{12h} \left( 2 + \frac{(q_2)_{i+1}}{(q_0)_{i+1}} \right) + \right.$$

$$\left. + (q_2)_i \frac{u_{i-1/2}}{12h} \left( 2 + \frac{(q_1)_{i-1}}{(q_0)_{i-1}} \right) + (q_2)_i \frac{u_{i-1/2}}{2h} - (q_1)_i \frac{u_{i+1/2}}{2h} - ((q_2)_i - (q_1)_i) k_i^{(1)} + ((q_2)_i + (q_1)_i) k_i^{(2)} \right) c_i +$$

$$- \left( -(q_1)_i \frac{u_{i+1/2}}{12h} \frac{(q_2)_i}{(q_0)_i} + (q_2)_i \frac{u_{i-1/2}}{12h} \left( 2 + \frac{(q_2)_i}{(q_0)_i} \right) + (q_2)_i \left( \frac{u_{i-1/2}}{2h} + k_i^{(2)} - k_i^{(1)} \right) \right) c_{i-1} - \left( -(q_2)_i \frac{u_{i-1/2}}{12h} \frac{(q_2)_{i-1}}{(q_0)_{i-1}} \right) c_{i-2},$$

где  $k_i^{(1)} = \frac{(q_1)_i (u_{i+1} - u_i) - (q_2)_i (u_i - u_{i-1})}{8h}; \quad k_i^{(2)} = \frac{(q_1)_i u_{i+1} - u_i}{(q_0)_i 8h} + \frac{(q_2)_i u_i - u_{i-1}}{(q_0)_i 8h}.$

Аппроксимация оператора диффузионного переноса  $(\mu c')'$  разностной схемой, обладающей четвертым порядком точности, имеет следующий вид:

$$(q_0)_i (L(c)) \approx -(q_1)_i \frac{\mu_{i+1}}{12h^2} \frac{(q_1)_{i+1}}{(q_0)_{i+1}} c_{i+2} + \left( (q_1)_i \frac{\mu_{i+1/2}}{h^2} c_{i+1} + (q_1)_i \frac{\mu_{i+1}}{12h^2} \left( \frac{(q_1)_i}{(q_0)_i} + 2 \right) + (q_2)_i \frac{\mu_{i-1}}{12h^2} \frac{(q_1)_i}{(q_0)_i} - \right.$$

$$\left. - (q_1)_i \left( \frac{\mu_{i+1}'' - \mu_i''}{12} + k_i \right) \right) c_{i+1} - \left( (q_1)_i \frac{\mu_{i+1/2}}{h^2} + (q_2)_i \frac{\mu_{i-1/2}}{h^2} + (q_1)_i \frac{\mu_{i+1}}{12h^2} \left( \frac{(q_2)_{i+1}}{(q_0)_{i+1}} + 2 \right) + \right.$$

$$\left. + (q_2)_i \frac{\mu_{i-1}}{12h^2} \left( \frac{(q_1)_{i-1}}{(q_0)_{i-1}} + 2 \right) + (q_2)_i \left( \frac{\mu_i'' - \mu_{i-1}''}{12} - k_i \right) - (q_1)_i \left( \frac{\mu_{i+1}'' - \mu_i''}{12} + k_i \right) \right) c_i + \left( (q_2)_i \frac{\mu_{i-1/2}}{h^2} c_{i-1} + \right.$$

$$\left. + (q_1)_i \frac{\mu_{i+1}}{12h^2} \frac{(q_2)_i}{(q_0)_i} + (q_2)_i \frac{\mu_{i-1}}{12h^2} \left( \frac{(q_2)_i}{(q_0)_i} + 2 \right) + (q_2)_i \left( \frac{\mu_i'' - \mu_{i-1}''}{12} - k_i \right) \right) c_{i-1} - (q_2)_i \frac{\mu_{i-1}}{12h^2} \frac{(q_2)_{i-1}}{(q_0)_{i-1}} c_{i-2},$$

где  $\mu_i'' = \frac{(q_1)_i c_{i+1} - 2c_i + (q_2)_i c_{i-1}}{h^2}; \quad k_i = \frac{(q_1)_i \mu_{i+1} - \mu_i}{(q_0)_i 4h^2} - \frac{(q_2)_i \mu_i - \mu_{i-1}}{(q_0)_i 4h^2}.$

### Сопоставление результатов расчета задачи транспорта веществ на основе схем второго и четвертого порядков точности

Погрешность вычислений рассчитывалась как разность между аналитическим и численным решением задачи транспорта веществ, начальное распределение задавалось функцией

$$C(x, y) = \begin{cases} \sin(\pi(x-10))\cos(\pi(y-10)), & \{x, y\} \in D, D: \{x \in [10, 20], y \in [10, 20]\}; \\ 0, & \{x, y\} \notin D. \end{cases}$$

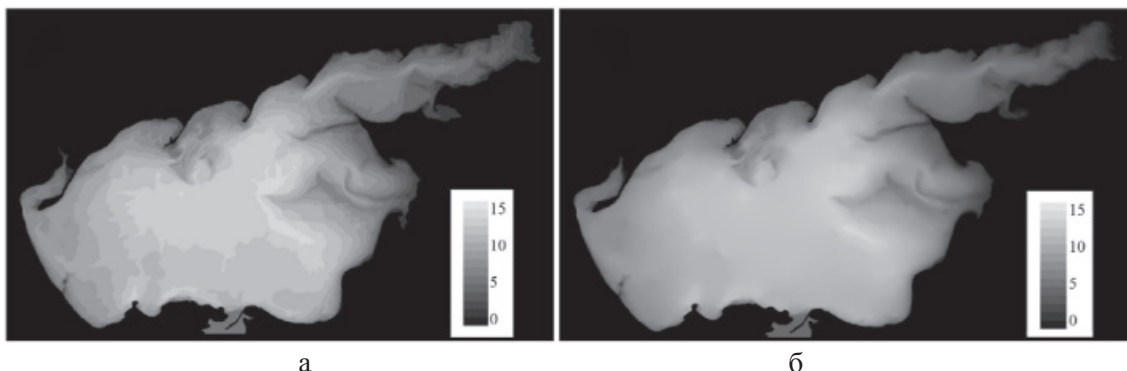


Рис. 1. Исходная (а) и восстановленная (б) геометрия дна Азовского моря

Для моделирования использовались последовательно сгущающиеся сетки. На сетке размерами  $100 \times 100$  расчетных узлов  $l_x = 100$  м,  $l_y = 100$  м,  $h = 0,001$  с; временной интервал равен 100 с, горизонтальная составляющая равна 4 м/с, вертикальная – 3 м/с, коэффициент турбулентного обмена равен  $2 \text{ м}^2/\text{с}$ .

Из сопоставления результатов численных экспериментов на основе схем второго и четвертого порядков точности следует, что для задачи диффузии-конвекции удалось повысить точность в 48,7 раз [10].

#### Применение схем повышенного порядка точности для решения задач биологической кинетики для восстановления донной поверхности мелководного водоема

Работа с картографическими данными, обработка гидрографической информации являются достаточно актуальными задачами, возникающими при математическом моделировании гидродинамики мелководных водоемов [7]. Как показано на рис. 1, а, глубина водоема задается в отдельных точках или изолиниями уровня.

Использование подобных карт для построения расчетных сеток нежелательно, т.к. появляются погрешности вычислений, связанные с «грубым» заданием геометрии расчетной области. Для того чтобы повысить точности расчетов гидродинамиче-

ских процессов, необходимо приблизить функцию двух переменных, описывающую рельеф дна водоема, более гладкими функциями. Для восстановления рельефа дна акватории Азовского моря использовался алгоритм, описанный в работе [13]. На основе разработанного программного комплекса получена карта рельефа дна Азовского моря (рис. 1, б).

#### Применение схем повышенного порядка точности для решения задач биологической кинетики

Методика восстановления донной поверхности и расчета полей течений водного потока в Азовском море была использована при решении модельных задач биологической кинетики. Рассчитанные поля течений использовались в качестве входной информации для моделей биологической кинетики [1] на примере задач: модель взаимодействия фито- и зоопланктона [4]; модель динамики промысловой рыбы пеленгас [2].

Использование разработанной модели гидродинамики с использованием схем повышенного порядка точности, разработанной методики восстановления донной поверхности мелководного водоема при решении вышеперечисленных задач привело к значительному уменьшению погрешности расчетов при численной реализации задач биологической кинетики.

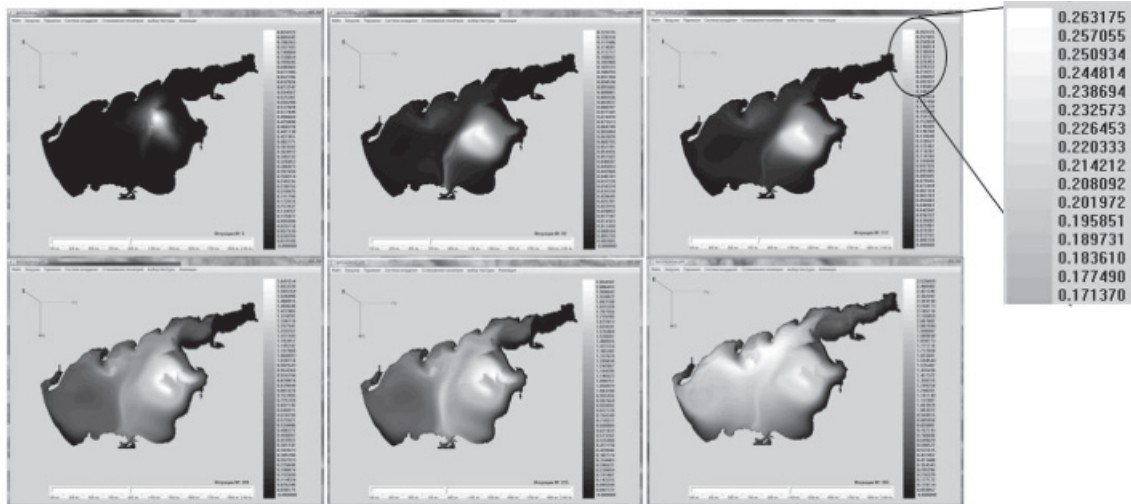


Рис. 2. Динамика изменения концентрации зеленой водоросли для временных интервалов  $T = 2, 27, 39, 70, 85, 122$  дня (после начала вегетационного периода фитопланктона (март – сентябрь))

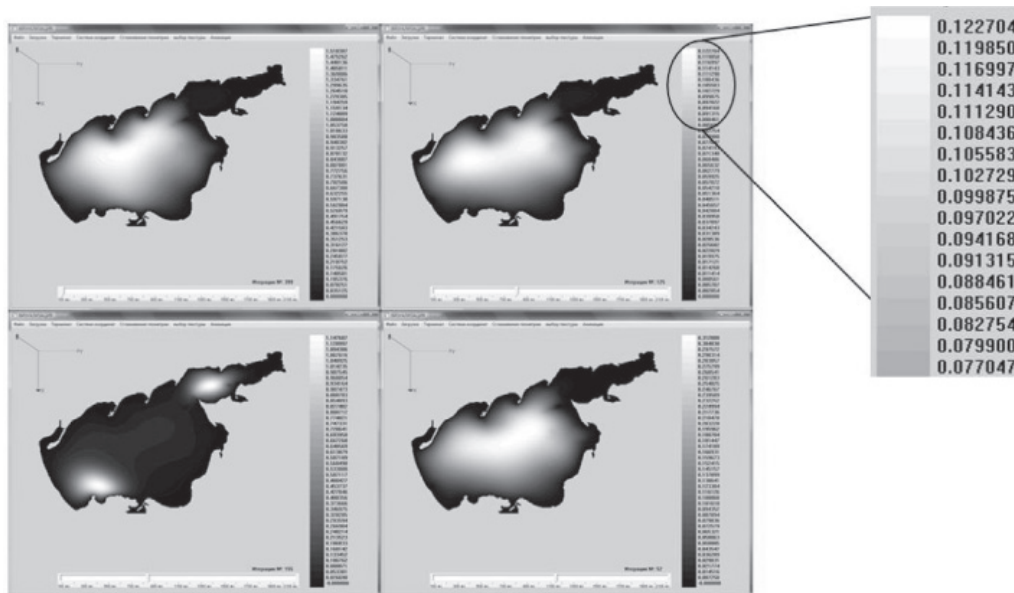


Рис. 3. Распределение концентраций пеленгаса, временной интервал  $T = 56, 126, 155, 400$  дней. Начальное распределение полей течений в Азовском море для северного ветра

На рис. 2 показаны результаты численного эксперимента для задачи взаимодействия фито- и зоопланктона на основе полученных схем повышенного порядка точности для реальной расчетной области сложной формы – Азовского моря. На рис. 3 изображены результаты численного эксперимента на основе построенных схем повышенного порядка точности для задачи динамики промысловой рыбы пеленгас в Азовском море.

#### Заключение

Построены схемы повышенного (четвертого) порядка точности для операторов

конвективного и диффузионного переносов, учитывающие заполненность ячеек. Выполнено сопоставление результатов расчета задачи транспорта веществ на основе схем второго и четвертого порядков точностей. Из сопоставления результатов численных экспериментов следует, что для задачи диффузии-конвекции удалось повысить точность в 48,7 раз. Предложен математический алгоритм, предназначенный для восстановления рельефа дна акватории мелководного водоема на основе гидрографической информации (глубины водоема в отдельных точках или изолиний уровня).

На основе полученного метода решения задачи получена карта рельефа дна Азовского моря. Следует отметить, что предложенные схемы были так же применены для разработки программного комплекса, предназначенного для расчета трехмерных полей скоростей течений в мелководных водоемах, которые использовались в качестве входных данных при численной реализации задач биологической кинетики [5, 6] и транспорта донных материалов [8, 9].

*Работа выполнена при частичной поддержке Задания №2014/174 в рамках базовой части государственного задания Минобрнауки России, а также при частичной финансовой поддержке РФФИ по проектам № 15-01-08619, № 15-07-08626 и № 15-07-08408.*

### Список литературы

1. Никитина А.В. Исследование моделей биологической кинетики // Известия ТРТУ. – 2005. – № 9(53). – С. 213.
2. Никитина А.В., Лозовская К.А. Численное моделирование процессов взаимодействия планктона и популяции промысловой рыбы пеленгас // Известия ЮФУ. Технические науки. 2011. – № 8. – С. 98–103.
3. Семенякина А.А. Схемы повышенного порядка точности для задач диффузии-конвекции // Информатика, вычислительная техника и инженерное образование. – 2013. – № 4 (15). – С. 18–29.
4. Сухинов А.И., Никитина А.В., Пескова О.Ю. Математическое моделирование процессов распространения загрязнений и эволюции фитопланктона применительно к акватории Таганрогского залива // Известия ТРТУ. – 2001. – № 2(20). – С. 32–36.
5. Сухинов А.И., Никитина А.В., Чистяков А.Е. Моделирование сценария биологической реабилитации Азовского моря // Математическое моделирование. – 2012. – Т. 24. – № 9. – С. 3–21.
6. Сухинов А.И., Никитина А.В., Чистяков А.Е., Семенов И.С. Математическое моделирование условий формирования замором в мелководных водоемах на многопроцессорной вычислительной системе // Вычислительные методы и программирование. – 2013. – Т. 14. – С. 103–112.
7. Сухинов А.И., Чистяков А.Е. Параллельная реализация трехмерной модели гидродинамики мелководных водоемов на супервычислительной системе // Вычислительные методы и программирование: Новые вычислительные технологии. – 2012. – Т. 13. – С. 290–297.
8. Сухинов А.И., Чистяков А.Е., Проценко Е.А. Математическое моделирование транспорта наносов в прибрежной зоне мелководных водоемов // Математическое моделирование. – 2013. – Т. 25, № 12. – С. 65–82.
9. Сухинов А.И., Чистяков А.Е., Проценко Е.А. Математическое моделирование транспорта наносов в прибрежных водных системах на многопроцессорной вычислительной системе // Вычислительные методы и программирование. – 2014. – 15. – С. 610–620.
10. Сухинов А.И., Чистяков А.Е., Семенякина А.А., Никитина А.В. Параллельная реализация задач транспорта веществ и восстановления донной поверхности на основе схем повышенного порядка точности // Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии. – 2015. – Т. 16, № 2. – С. 256–267.
11. Сухинов А.И., Чистяков А.Е., Тимофеева Е.Ф., Шишени А.В. Математическая модель расчета прибрежных волновых процессов // Математическое моделирование. – 2012. – Т. 24, № 8. – С. 32–44.
12. Сухинов А.И., Чистяков А.Е., Шишени А.В. Оценка погрешности решения уравнения диффузии на основе схем с весами // Математическое моделирование. – 2013. – Т. 25, № 11. – С. 53–64.
13. Чистяков А.Е., Семенякина А.А. Применение методов интерполяции для восстановления донной поверхности // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2013. – № 4. – С. 21.

### References

1. Nikitina A.V. Issledovanie modelej biologicheskoj kine-tiki // Izvestija TRTU. 2005. no. 9(53). pp. 213.
2. Nikitina A.V., Lozovskaja K.A. Chislennoe modelirovanie processov vzaimodejstviya planktona i populjicii promyslovoj ryby pelengas // Izvestija JuFU. Tehniceskie nauki. 2011. no. 8. pp. 98–103.
3. Semenjajkina A.A. Shemy povyshennogo porjadka tochnosti dlja zadach diffuzii-konvekcii // Informatika, vychislitel'naja tehnika i inzhenernoe obrazovanie. 2013. no. 4 (15). pp. 18–29.
4. Suhinov A.I., Nikitina A.V., Peskova O.Ju. Matematicheskoe modelirovanie processov rasprostraneniya zagraznenij i jevoljucii fitoplanktona primenitelno k akvatorii Taganrogskogo zaliva // Izvestija TRTU. 2001. no. 2(20). pp. 32–36.
5. Suhinov A.I., Nikitina A.V., Chistjakov A.E. Modelirovanie scenarija biologicheskoj rehabilitacii Azovskogo morja // Matematicheskoe modelirovanie, 2012. T. 24. no. 9. pp. 3–21.
6. Suhinov A.I., Nikitina A.V., Chistjakov A.E., Semenov I.S. Matematicheskoe modelirovanie uslovij formirovanija zamorov v melkovodnyh vodoemah na mnogoprocessornoj vychislitel'noj sisteme // Vychislitel'nye metody i programmirovanie. 2013. T. 14. pp. 103–112.
7. Suhinov A.I., Chistjakov A.E. Parallelnaja realizacija trehmernoj modeli gidrodinamiki melkovodnyh vodoemov na supervychislitel'noj sisteme // Vychislitel'nye metody i programmirovanie: Nove vychislitel'nye tehnologii. 2012. T. 13. pp. 290–297.
8. Suhinov A.I., Chistjakov A.E., Procenko E.A. Matematicheskoe modelirovanie transporta nanosov v pribrezhnoj zone melkovodnyh vodoemov // Matematicheskoe modelirovanie. 2013. T. 25, no. 12. pp. 65–82.
9. Suhinov A.I., Chistjakov A.E., Procenko E.A. Matematicheskoe modelirovanie transporta nanosov v pribrezhnyh vodnyh sistemah na mnogoprocessornoj vychislitel'noj sisteme // Vychislitel'nye metody i programmirovanie. 2014. 15. pp. 610–620.
10. Suhinov A.I., Chistjakov A.E., Semenjajkina A.A., Nikitina A.V. Parallelnaja realizacija zadach transporta veshhestv i vosstanovlenija donnoj poverhnosti na osnove shem povyshennogo porjadka tochnosti // Vychislitel'nye metody i programmirovanie: nove vychislitel'nye tehnologii. 2015. T. 16, no. 2. pp. 256–267.
11. Suhinov A.I., Chistjakov A.E., Timofeeva E.F., Shishenja A.V. Matematicheskaja model rascheta pribrezhnyh volnovykh processov // Matematicheskoe modelirovanie. 2012. T. 24, no. 8. pp. 32–44.
12. Suhinov A.I., Chistjakov A.E., Shishenja A.V. Ocenka pogreshnosti reshenija uravnenija diffuzii na osnove shem s vesami // Matematicheskoe modelirovanie. 2013. T. 25, no. 11. pp. 53–64.
13. Chistjakov A.E., Semenjajkina A.A. Primenenie metod interpoljicii dlja vosstanovlenija donnoj poverhnosti // Izvestija JuFU. Tehniceskie nauki. 2013. no. 4. pp. 21.



УДК 544.478 + 544.032

## ТЕМПЛАТНЫЙ СИНТЕЗ ПОРИСТЫХ МОНОСИЛИКАТОВ КАЛЬЦИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИЛОКСАН-АКРИЛАТНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

<sup>1,2</sup>Папынов Е.К., <sup>1</sup>Майоров В.Ю., <sup>2</sup>Модин Е.Б., <sup>1</sup>Каплун Е.В.,  
<sup>1,2</sup>Сокольницкая Т.А., <sup>1,2</sup>Авраменко В.А.

<sup>1</sup>ФГБУН «Институт химии» ДВО РАН, Владивосток, e-mail: ttt@ich.dvo.ru;

<sup>2</sup>Дальневосточный федеральный университет, Владивосток

Предложен метод темплатного золь-гель синтеза пористых моносилкатов кальция. Показана возможность получения упорядоченно пористой структуры в силикатных материалах с макропористыми порами за счет использования силоксан-акрилатных эмульсий в качестве темплата. Определено влияние условий термического процесса при удалении органического темплата на морфологические параметры наноструктурированных силикатов. Выявлены оптимальные параметры термической обработки силикатных ксерогелей на стадии формирования макропористой структуры синтезируемых материалов. Представлен способ получения консолидированных макропористых материалов на основе волластонита с иммобилизованными наночастицами золота, основанный на использовании предварительно модифицированного темплата – функционализированной силоксан-акрилатной эмульсии. Успешно синтезированы пористые керамические композиты на основе наноструктурированного волластонита, относящиеся к классу биоактивных керамических материалов, перспективных для медицинской практики.

**Ключевые слова:** темплатный синтез, макропористые силикаты, наночастицы золота

## TEMPLATE SYNTHESIS OF POROUS CALCIUM MONOSILICATES USING SILOXANE-ACRYLATE LATEXES

<sup>1,2</sup>Papynov E.K., <sup>1</sup>Mayorov V.Y., <sup>2</sup>Modin E.B., <sup>1</sup>Kaplun E.V.,  
<sup>1,2</sup>Sokolnitskaya T.A., <sup>1,2</sup>Avramenko V.A.

<sup>1</sup>Institute of chemistry Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences,  
Vladivostok, e-mail: ttt@ich.dvo.ru;

<sup>2</sup>Far Eastern Federal University, Vladivostok

Here we suggest a new method of template sol-gel synthesis of porous calcium monosilicates and show that the ordered macroporous structures can be obtained for silicate materials using siloxane-acrylate latexes as a template. Effect of thermal conditions during template destruction on morphological properties of nanostructured silicates have been elucidated. Optimal parameters of thermal treatment of silicate xerogels for formation of macroporous structure of synthesized materials were established. The method for producing of consolidated macroporous materials based on wollastonite with immobilized gold nanoparticles is presented. This method includes using of a pre-modified template – functionalized siloxane-acrylate emulsion with impregnated gold nanoparticles. Porous ceramic composites based on nanostructured wollastonite have been successfully synthesized. The materials obtained can be classified as bioactive ceramics, which are promising for medical applications.

**Keywords:** template synthesis, macroporous silicates, gold nanoparticles

Моносилкаты кальция привлекают внимание исследователей в течение очень длительного времени [4]. Такой интерес объясняется как чрезвычайно широким спектром применения моносилкатов в практике, так и практически неограниченными запасами природного и техногенного сырья, пригодного для их получения. Высокопористые моносилкаты кальция представляют интерес как сорбенты [5], термоизолирующие покрытия [3], биосовместимые материалы [9, 13]. Синтетические моносилкаты кальция могут быть получены множеством способов, описание большинства из которых приведено в [4], от простого смешения реагентов [5] до использования мезопористых кремнеземных структур типа SBA-15 в качестве одного из прекурсоров синтеза [11]. Однако большинство материалов получается в форме ги-

дросилкатов, пористая структура которых претерпевает существенные изменения при термической обработке. В то время как для биомедицины важны прочные пористые материалы на основе наиболее устойчивой формы моносилката кальция – волластонита. Темплатный синтез моносилкатов кальция с использованием в качестве темплата различных коллоидных частиц (мицелл, микроэмульсий, латексов, растворимых наночастиц, (например, карбоната кальция)) в последнее время привлекает внимание многих исследователей [10, 11, 14]. Успешно синтезированы полые наночастицы для переноса лекарственных препаратов [14], нанопроволока волластонита для включения в различные композиционные материалы [10]. Целью настоящей работы была разработка методов темплатного синтеза моносилкатов кальция с использованием



дешевых промышленных темплат – силикоксан-акрилатных эмульсий и попытка создания консолидированных пористых материалов на основе волластонита, содержащих наночастицы благородных металлов. Такие материалы в настоящее время востребованы медициной [13].

### Экспериментальная часть

В качестве темплата использовали промышленную силикоксан-акрилатную эмульсию КЭ 13-36 (содержание твердой фазы 50%, средний размер частиц 160 нм) производства ООО «Астрохим» (г. Электросталь), коллоидные свойства которой описаны в [1].

Синтез эмульсии, содержащей наночастицы золота, проводили добавлением необходимого количества  $\text{H[AuCl}_4\text{]}$  к раствору эмульсии в 0,05 н NaOH и нагреванием эмульсии при 100 °С. При этом эмульсия приобретает характерный цвет от розового (1 мг Au на 1 г сухого полимера) до серо-синего (более 2,5 мг Au на 1 г сухого полимера), обусловленный плазмонным поглощением наночастиц золота [8].

Синтез макропористого материала осуществляли по следующей схеме. К раствору эмульсии с разбавлением 1:10 добавляли 1,0 н раствор хлорида кальция и 1,0 н раствор метасиликата кальция. После перемешивания смесь отфильтровывали, промывали до отрицательной реакции на хлорид ионы и сушили. Полученный материал для удаления органического темплата отжигали в атмосфере воздуха при температуре 550 °С.

Удельную поверхность полученных материалов определяли на приборе ASAP-2020 (Micromeritics, США). Распределение пор по размерам определяли на ртутном порометре AutoPore IV (Micromeritics, США). Идентификацию фаз осуществляли с помощью рентгенофазового анализа (РФА) на дифрактометре Дрон-3 (Россия). Изображения СЭМ получены на электронном микроскопе S-3400N (Hitachi, Япония).

Общая схема синтеза силикатных материалов на основе силикоксан-акрилатных эмульсий и моносилкатов кальция показана на рис. 1.

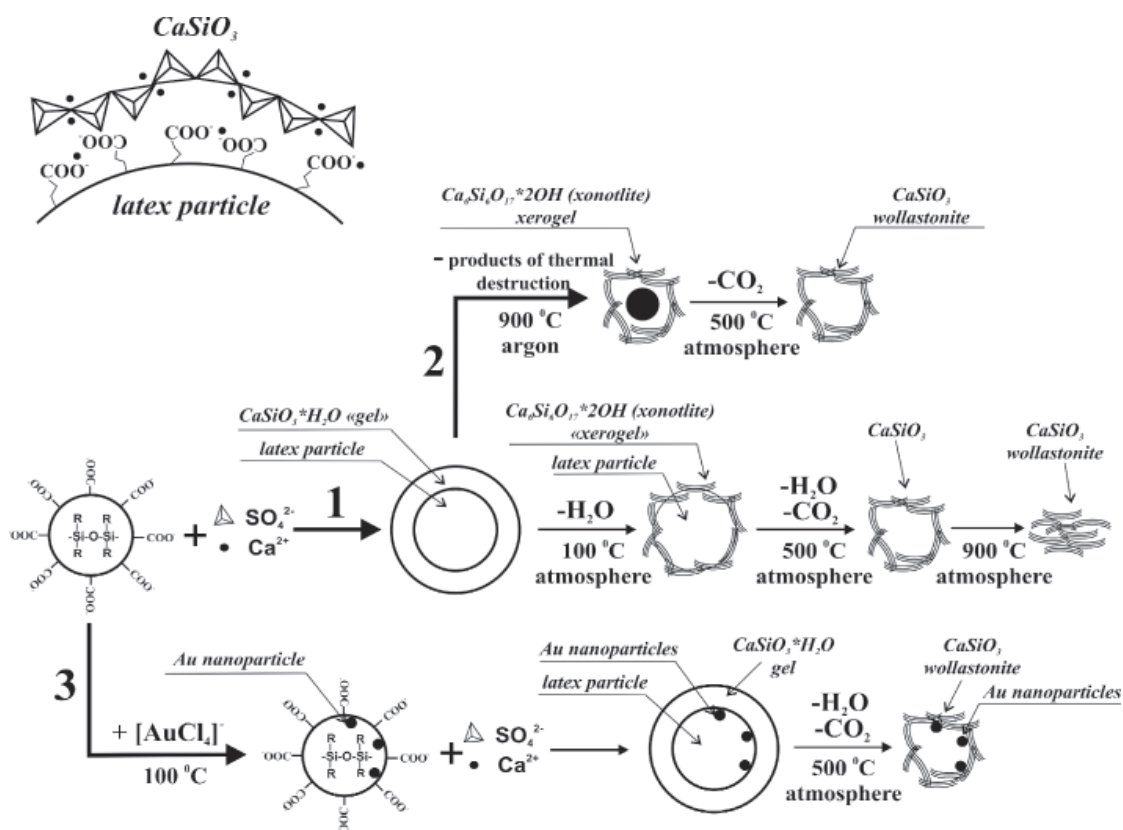


Рис. 1. Схема синтеза силикатных материалов на основе силикоксан-акрилатных эмульсий. Возможны три пути синтеза: 1 – прямой синтез силиката кальция (волластонита); 2 – синтез волластонита с упорядоченной макропористой структурой; 3 – синтез макропористого волластонита с иммобилизованными наночастицами золота

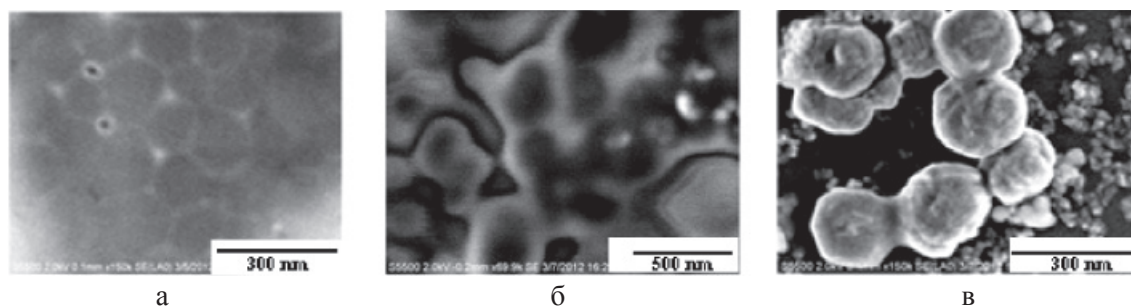


Рис. 2. СЭМ-изображения пленок дисперсии силоксан-акрилатной эмульсии с гидросиликатом кальция при различных молярных соотношениях емкости эмульсии к молярному содержанию силиката кальция:  
а – 1:1; б – 1:2; в – 1:4

Возможный механизм образования силикатной оболочки вокруг частиц силоксан-акрилатной эмульсии иллюстрируют СЭМ-изображения пленок с различным соотношением молярной емкости ионогенных групп эмульсии к молярной концентрации силиката кальция в исходной дисперсии. Такие пленки были получены поочередным введением порций нитрата кальция и силиката натрия, пропорциональных молярной емкости эмульсии (рис. 2).

Из рисунка видно, что при больших отношениях емкости эмульсии к молярному содержанию силиката кальция в системе-частицы силиката кальция локализуются в областях связности частиц эмульсии, и, при дальнейшем увеличении содержания силиката кальция, образуется сплошная силикатная оболочка вокруг частиц эмульсии. При этом коллоидная система становится неустойчивой и происходит разделение фаз – твердой, содержащей композитный (включающий частицы силоксан-акрилатной эмульсии) силикат кальция, и жидкой, содержащей неорганические соли.

Такое образование силикатной оболочки вокруг частиц силоксан-акрилатной эмульсии позволяет предотвращать слияние частиц эмульсии в процессе восстановительного синтеза наночастиц благородных металлов в системе нанореактор (частица эмульсии) – раствор – гель неорганического прекурсора и, соответственно, контролировать рост наночастиц в системе. Примеры такого синтеза материалов, содержащих наночастицы благородных металлов, будут приведены ниже.

Отделение жидкой фазы легко осуществляется фильтрацией. Промывка твердой фазы дистиллятом не приводит к вымыванию эмульсии. Сушка твердой фазы при 100°C дает прочный композитный материал, состоящий из силоксан-акрилатной эмульсии, распределенной в объеме гидро-

силиката кальция. При повышении температуры прокаливания происходит потеря несвязанной воды с образованием ксонотлита  $\text{Ca}_6[(\text{OH})_2\text{Si}_6\text{O}_{17}]$ . Дальнейшее прокаливание приводит к выгоранию органической части композитного материала и образованию макропористого силиката кальция. При этом состав твердой фазы зависит от температуры прокаливания. Рентгенофазовый анализ образцов показывает переход от низкоорганизованной, практически рентгеноаморфной фазы при температуре прокаливания 600°C, к фазе волластонита при прокаливании при 900°C и выше.

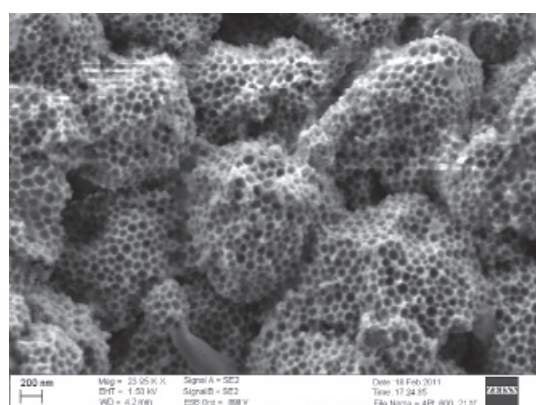
В таблице приведены значения удельной поверхности материала при разных температурах прокаливания. Видно, что до температуры кальцинации (600°C) удельная поверхность и объем пор материала остаются практически неизменными, но начиная с 700°C удельная поверхность и объем пор начинают уменьшаться с образованием при 900°C практически непористого материала.

Получение высокопористого волластонита, перспективного как составная часть так называемых биостекол [9], возможно с использованием следующей схемы (рис. 1 синтез 2). Прокаливание композита силикат кальция – силоксан-акрилатная эмульсия проводят в инертной атмосфере при 900°C. Образовавшиеся карбонизованные частицы эмульсии не позволяют образоваться сплошной массе волластонита. После такого прокаливания температура композита понижается до 600°C, и проковка ведется в атмосфере воздуха. При этом карбонизованные частицы эмульсии сгорают, формируя макропоры. При этом фазовая структура волластонита сохраняется, о чем свидетельствуют данные РФА.

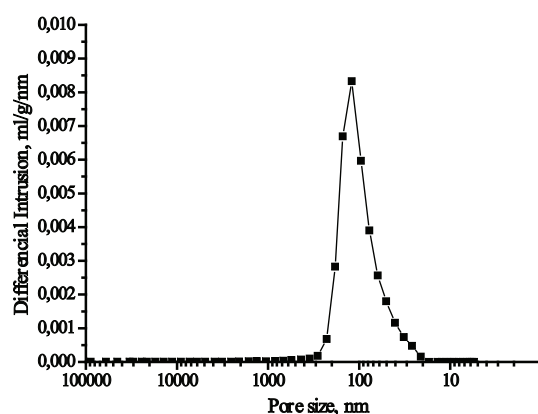
СЭМ-изображение полученного материала приведено на рис. 3, а. Распределение пор по размеру по результатам ртутной порометрии показано на рис. 3, б.

Удельная поверхность силикатов кальция,  
полученных при различных температурах прокаливания

Образец	Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /г
Синтез 1 по схеме рис. 1, $T_{\text{прок}} = 400^{\circ}\text{C}$	84,9
Синтез 1 по схеме рис. 1, $T_{\text{прок}} = 500^{\circ}\text{C}$	103,4
Синтез 1 по схеме рис. 1, $T_{\text{прок}} = 600^{\circ}\text{C}$	105,1
Синтез 1 по схеме рис. 1, $T_{\text{прок}} = 700^{\circ}\text{C}$	54,5
Синтез 1 по схеме рис. 1, $T_{\text{прок}} = 800^{\circ}\text{C}$	4,3
Синтез 1 по схеме рис. 1, $T_{\text{прок}} = 900^{\circ}\text{C}$	0,15
Синтез 2 по схеме рис. 1, $T_{\text{прок}} = 900^{\circ}\text{C}$ (аргон) + $500^{\circ}\text{C}$ (воздух)	47,1



а



б

Рис. 3. Результаты исследований макропористого волластонита:  
а – СЭМ; б – порометрия

Другие золь-гель методы получения силиката кальция, например описанные в [12], не приводят к получению пористых структур с кристаллической фазой волластонита, а следовательно, будут обладать меньшей прочностью и большим выщелачиванием в биологических средах. Альтернативным способом получения пористого волластонита является метод самораспространяющегося высокотемпературного синтеза [6], однако получение узкого или иерархического распределения пор в таком процессе невозможно, что и видно из результатов, представленных в работе.

Еще одним важным результатом, полученным в данной работе, являются силикатные материалы, содержащие наночастицы золота. Получение пористых материалов, содержащих наночастицы благородных металлов в пористой структуре, достижимо многочисленными способами. Одним из наиболее перспективных способов является темплатный синтез пористого материала на темплатах, содержащих иммобилизованные наночастицы благородных металлов [2]. В настоящей работе синтез наночастиц зо-

лота осуществляли термическим восстановлением хлораурата золота в растворе силоксан-акрилатной эмульсии, как описано в [2]. Схема получения пористого волластонита с наночастицами золота представлена на рис. 1 (синтез 3).

Для эмульсий типа гидрофобное ядро – гидрофильная оболочка восстановление золота происходит за счет декарбонирования полиакрилатной составляющей блок-силоксан-акрилатного сополимера. На приведенных ПЭМ-изображениях (рис. 4, а) видно, что частицы эмульсии, содержащие золотые наночастицы, в отличие от исходных эмульсий имеют более широкое распределение по размерам.

Причем с увеличением количества хлораурата, вводимого в эмульсию для получения наноразмерного золота, увеличивается ширина распределения частиц золота по размерам. При этом изменяется цвет эмульсии от розового до серо-синего, что связано с изменением максимума поглощения пика плазмонного резонанса с увеличением размеров золотых металлических частиц. Одним из возможных механизмов такого



укрупнения является уменьшение коллоидной устойчивости частиц эмульсии с восстановленными наночастицами золота за счет снижения числа карбоксильных групп в гидрофильной оболочке.

Использование темплат с различным размером частиц в такой схеме синтеза позволит получать пористые материалы с иерархической структурой пор – особо перспективные материалы для биокерамики.

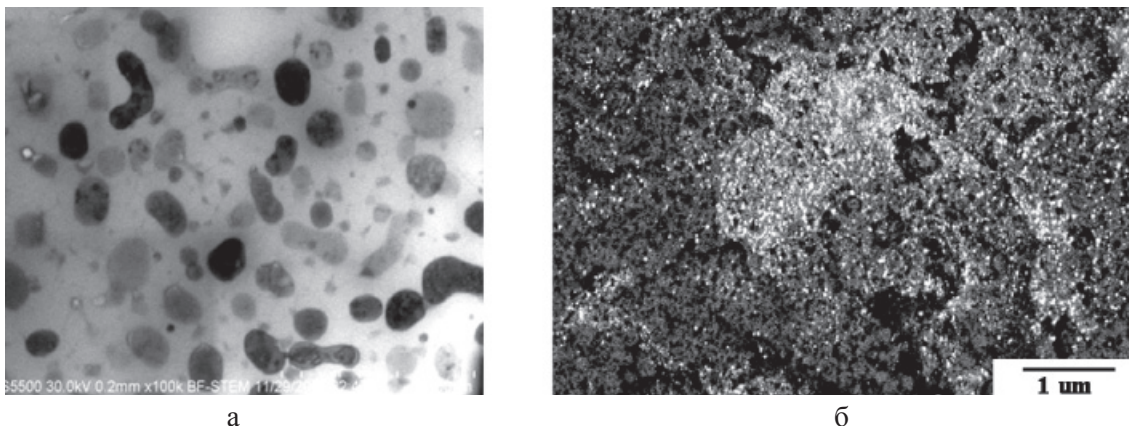


Рис. 4. Результаты электронной микроскопии при исследовании наночастиц золота в образцах: а – в латексах (ПЭМ-изображение); б – в пористом волластоните (СЭМ-изображение)

Восстановление золота карбоксильными группами частиц эмульсии, уже включенных в структуру силиката кальция, позволяет существенно увеличить концентрацию золотых частиц, иммобилизованных в эмульсии, без увеличения их размера. Так, увеличение содержания золота в системе силоксан-акрилатная эмульсия – силикат кальция до 50 мг на грамм сухой эмульсии не приводит к укрупнению частиц металлического золота, о чем можно судить по сохраняющейся розово-красной окраске системы. Последующая обработка материала – сушка и кальцинация при 500 °С – приводит к получению пористого материала, содержащего до 10 весовых процентов наноразмерного золота, равномерно распределенного в пористой системе. СЭМ-изображение такого материала приведено на рис. 4, б.

### Заключение

Методом темплатного золь-гель синтеза получены высокопористые моносиликаты кальция (волластониты). Показана возможность получения упорядоченно пористой структуры в силикатных материалах за счет использования силоксан-акрилатных эмульсий в качестве темплата и определенных режимов температурной обработки. Представленный в данной работе материал может быть перспективен для биотехнологии как составная часть пористых биостекол в костных имплан-

тах. Использование предварительно модифицированного темплата – силоксан-акрилатной эмульсии с введенным в неё хлорауратом, с последующим восстановлением, позволяет получить пористый материал, содержащий до 10 весовых процентов наноразмерного золота, равномерно распределенного в пористой системе. Такие материалы могут найти широкое применение в биомедицине как составляющие биостекол для имплантов [13].

*Работа выполнена при поддержке комплексной программы фундаментальных исследований ДВО РАН «Дальний Восток» проект № 0265-2015-0024 и, частично, в рамках работ по теме госзадания № 0265-2014-0001.*

### Список литературы

1. Авраменко В.А., Братская С.Ю., Егорин А.М., Марковцева Т.Г., Рябушкин А.Н., Harjula R. Наноразмерные латексы, содержащие полиакриловую кислоту, и их роль в переносе и фиксации радионуклидов на объектах атомной энергетики // Вопросы радиационной безопасности. – 2008. – № 4. – С. 23–29
2. Авраменко В.А., Братская С.Ю., Папынов Е.К., Майоров В.Ю., Паламарчук М.С. Макропористые катализаторы для жидкофазного окисления на основе оксидов марганца и вольфрама // Вестн. ДВО РАН. – 2011. – № 5. – С. 76–87.
3. Балкевич В.Л. Техническая керамика. – М.: Стройиздат, 1984. – 256 с.
4. Гладун В.Д., Акатьева Л.В., Холькин А.И. Синтетические силикаты кальция. – М.: Ирисбук, 2011. – 232 с.
5. Гладун В.Д., Андреева Н.Н., Акатьева Л.В., Драгина О.В. Неорганические сорбенты из техногенных отходов для очистки сточных вод промышленных

предприятий // Экология и промышленность России. – 2000. – № 5. – С. 17–20.

6. Chakradhar R.P. S., Nagabhushana B.M., Chandrapa G.T., Ramesh K.P., Rao J.L. Solution combustion derived nanocrystalline macroporous wollastonite ceramics // *Materials Chemistry and Physics*. – 2006. – Vol. 95, № 1. – P. 169–175.

7. Hoa L.M.K., Lu M., Zhang Y. Preparation of porous materials with ordered hole structure // *Adv. Colloid and Interface Sci.* – 2006. – Vol. 121. – P. 9–23.

8. Koetz J, Kosmella S. *Polyelectrolytes and Nanoparticles*. – New York: Springer, 2007.

9. Kokubo T., Kim H-M., Kawashita M. Novel bioactive materials with different mechanical properties // *Biomaterials*. – 2003. – Vol. 24. – P. 2161–2175.

10. Lin K., Chang J., Lu J. Synthesis of wollastonite nanowires via hydrothermal microemulsion methods. // *Materials Letters* – 2006. – Vol. 60. – P. 3007–3010.

11. Li X., Shi J., Zhu Y., Shen W., Li H., Liang J., Gao J. A Template Route to the Preparation of Mesoporous Amorphous Calcium Silicate With High In Vitro Bone-Forming Bioactivity. // *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials* – 2007. – Vol. 83B, № 2. – P. 431–439.

12. Simitzis J., Baciú D. E. In Vitro bioactivity investigation of porous calcium silicate bioactive glasses prepared by sol-gel using PEG beads as template. // *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*. – 2012. – Vol. 7, № 4. – P. 1719–1725.

13. Simon S., Ciceo-Lucacel R., Radu T., Baia L. Gold nanoparticles developed in sol-gel derived apatite – bioactive glass composites // *J. Mater. Sci.: Mater. Med.* – 2012. – Vol. 23. – P. 1193–1201.

14. Lou X.W., Archer L.A., Yang Z. Hollow Micro-/Nanostructures: Synthesis and Applications // *Advanced Materials*. – 2008. – Vol. 20. – P. 3987–4019.

## References

1. Avramenko V.A., Bratskaya S.Yu., Egorin A.M., Markovtseva T.G., Ryabushkin A.N., Harjula R. *Voprosy radiatsionnoy bezopasnosti*, 2008, no. 4, pp. 23–29.

2. Avramenko V.A., Bratskaya S.Yu., Papynov E.K., Mayorov V.Yu., Palamarchuk M.S. *Vestnik DVO RAN*, 2011, no. 5, pp. 76–87.

3. Balkevich V.L. *Tekhnicheskaya keramika M.: Stroyizdat*, 1984, 256 p.

4. Gladun V.D., Akateva L.V., Kholkin A.I. *Sinteticheskie silikaty kaltsiya. M.: Irisbuk*, 2011, 232 p.

5. Gladun V.D., Andreeva N.N., Akateva L.V., Dragina O.Vol. *Ekologiya i promyshlennost Rossii*, 2000, no. 5, pp. 17–20.

6. Chakradhar R.P. S., Nagabhushana B.M., Chandrapa G.T., Ramesh K.P., Rao J.L. *Materials Chemistry and Physics*, 2006, Vol. 95, no. 1, pp. 169–175.

7. Hoa L.M.K., Lu M., Zhang Y. *Adv. Colloid and Interface Sci.*, 2006, Vol. 121, pp. 9–23.

8. Koetz J, Kosmella S. *Polyelectrolytes and Nanoparticles*. New York: Springer, 2007.

9. Kokubo T., Kim H-M., Kawashita M. *Biomaterials*, 2003, Vol. 24, pp. 2161–2175.

10. Lin K., Chang J., Lu J. *Materials Letters*, 2006, Vol. 60, pp. 3007–3010.

11. Li X., Shi J., Zhu Y., Shen W., Li H., Liang J., Gao J. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 2007, Vol. 83B, no. 2, pp. 431–439.

12. Simitzis J., Baciú D. E. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, 2012, Vol. 7, no. 4, pp. 1719–1725.

13. Simon S., Ciceo-Lucacel R., Radu T., Baia L. *J. Mater. Sci.: Mater. Med.*, 2012, Vol. 23, pp. 1193–1201.

14. Lou X.W., Archer L.A., Yang Z. *Advanced Materials*, 2008, Vol. 20, pp. 3987–4019.



УДК 621.73.01

## АЛГОРИТМ ТРЕХМЕРНОЙ ТРИАНГУЛЯЦИИ В ЗАДАЧАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЛАСТИЧЕСКОГО ФОРМОИЗМЕНЕНИЯ

**Покрас И.Б., Ахмедзянов Э.Р.**

*ФГБОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова», Ижевск, e-mail: era@istu.ru*

В настоящей статье рассматривается алгоритм трехмерной триангуляции, адаптированный к моделированию пластического формоизменения процессов обработки металлов давлением. Данный алгоритм базируется на методах исчерпывания и позволяет строить корректную сетку в геометрически сложных участках и местах концентрации высоких градиентов скоростей деформаций. Исходным фронтом триангуляции является трехмерная модель поковки или заготовки, описанная полигональной поверхностью, состоящей из треугольников. Процесс формирования элементов выполняется итерационно, начиная с самых сложных ребер, определяемых исходя из величины двугранного угла и длин примыкающих ребер. При построении рассчитывается локальный шаг триангуляции позволяющий получить элементы с малым искажением и создавать сгущения узлов сетки. Разобраны методы формирования тетраэдральных элементов и сопутствующие им ситуации. Итоговая сетка позволяет решать трехмерные задачи моделирования пластического формоизменения методом конечных элементов.

**Ключевые слова:** построение трехмерной сетки элементов, триангуляция, метод конечных элементов, горячая объемная штамповка

## ALGORITHM OF GENERATION THE THREE-DIMENSIONAL MESH FOR HOT FORGING MODELING

**Pokras I.B., Akhmedzyanov E.R.**

*Izhevsk State Technical University n.a. M.T. Kalashnikov, Izhevsk, e-mail: era@istu.ru*

In this paper we propose an algorithm of three-dimensional triangulation adapted to the simulation of the plastic deformation by metal forming. This algorithm is based on the advancing-front technique and allows making the correct mesh in geometrically complex areas and at the high strain rate areas. The original front of the triangulation is a three-dimensional model of forgings and blanks described by polygonal surface consisting of triangles. The process of formation of elements is performed iteratively, starting from the most complex edges, defined by the values of the dihedral angle and the lengths of the adjacent edges. In constructing the calculated local triangulation step allows to obtain elements with small distortion and create concentration of the mesh nodes. Methods of tetrahedral elements forming and related situations are described. The final mesh allows to effectively solve the problem of simulating three-dimensional plastic deformation by the finite element method.

**Keywords:** three-dimensional mesh generation, triangulation, finite element method, hot forging

При решении задач математического моделирования процессов обработки металлов давлением (ОМД), направленных на совершенствование разрабатываемых технологических процессов, далеко не всегда можно ограничиться рассмотрением плоского случая. Большинство типов поволоков требуют моделирования с использованием трех измерений. Несмотря на то, что многие математические методы, изначально ориентированные на два измерения, относительно легко переносятся на случай трех измерений, это не относится к важной сопутствующей проблеме – дискретизации пространства, необходимой для применения основного инструмента моделирования – метода конечных элементов (МКЭ). Основным способом деления пространства на элементарные объемы является разбиение на тетраэдры, которое по аналогии с двумерным разбиением области на треугольники принято называть триангуляцией. В настоящее время разработано большое количество программных

пакетов моделирования, реализующих построение тетраэдральных сеток. В основном это дорогостоящие коммерческие пакеты, такие как ANSYS, NASTRAN, а в области моделирования пластических деформаций – DEFORM-3D, QForm-3D и другие. Тем не менее, количество алгоритмов и их реализаций для трехмерного случая значительно меньше, чем для двумерного, и работы в данном направлении по-прежнему актуальны.

Существующие методы трехмерной триангуляции по принципу работы в целом повторяют свои двумерные аналоги. Для относительно простых по форме областей могут применяться прямые методы на основе шаблонов и отображений, а для сложных областей используются итерационные методы на основе критерия Делоне и методы исчерпывания (другое название – «фронтальные методы») [1]. При решении задач моделирования пластического формоизменения триангуляции подвергаются объекты различной сложности: заготовки

простейшей формы, поковки на разных стадиях деформации (в том числе с облоем), а также штамповочный инструмент. Сам процесс характеризуется постоянным изменением области моделирования и высокими значениями градиентов скоростей деформации и температур, что ведет к необходимости построения достаточно мелкой сетки с возможностью локального уплотнения, которая постоянно перестраивается при достижении элементами высокой степени искажения. Все это требует от алгоритма триангуляции универсальности и стабильности. В таких условиях возможно применение только итерационных методов. В основу работы авторов был положен алгоритм исчерпывания «от ребра», предложенный И.А. Щегловым [5], в который были внесены необходимые уточнения и корректировки, связанные с особенностями рассматриваемой предметной области.

Одной из таких особенностей является способ получения исходных данных. Для триангуляции нами использовались трехмерные модели, импортированные из САПР КОМПАС-3D встроенной прикладной библиотекой. Структура такой модели повторяет известный формат STL – это совокупность  $Q_T$  полигонов (треуголь-

ников)  $T = \bigcup_{i=1}^{Q_T} t_i(v_i, n_i)$  с заданными в них вершинами  $v_i = (v_{i1}, v_{i2}, v_{i3})$  и нормальными  $n_i = (\bar{n}_{i1}, \bar{n}_{i2}, \bar{n}_{i3})$ . На рис. 1, а показан пример импортированной модели, а на рис. 1, б приведена структура полигона. В терминах трехмерной триангуляции полигоны принято называть гранями.

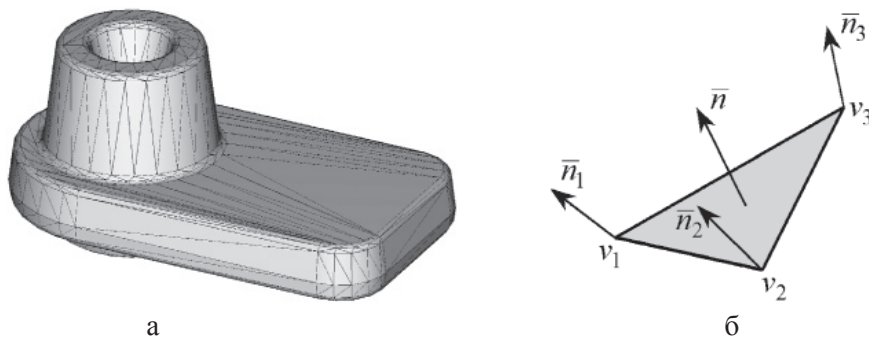


Рис. 1. Модель, импортированная из КОМПАС-3D (а), и структура ее полигона (б)

Рассмотрим основные этапы предлагаемого алгоритма на блок-схеме (рис. 2).

Основным способом управления плотностью сетки является задание количества ее элементов. Но в программной реализации приходится использовать другую величину – среднюю длину ребра тетраэдра,

которую принято называть шагом триангуляции (блок 2). Итерационные методы не позволяют точно спрогнозировать окончательное количество элементов, и для шага триангуляции только возможно рассчитать верхнее значение исходя из заданного количества элементов, объема области моделирования и предпочтительной формы элемента (правильный тетраэдр):

$$h = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot V_3}{\sqrt{2} \cdot Q_E}},$$

где  $h$  – шаг триангуляции;  $V_3$  – объем дискретизируемой модели;  $Q_E$  – заданное количество элементов.

Очевидно, что исходная поверхностная модель совершенно не подходит для построения качественной, адаптированной для последующего моделирования триангуляции. Поэтому она подвергается перестроению с учетом рассчитанного шага триангуляции, которое более подробно описано в работе [2]. В ходе адаптации полигоны объединяются в группы на основе плоскостей и участков кривых поверхностей, а затем переразбиваются с использованием метода двумерной триангуляции, описанного в [3]. Полученная таким образом полигональная поверхность становится исходным фронтом трехмерной триангуляции (блок 3). На основе множеств вершин и граней этой поверхности формируются множества узлов

$N = \bigcup_{i=1}^{Q_N} N_i(x_i, y_i, z_i)$ , которые являются недублированными вершинами полигонов,

и ребер  $R = \bigcup_{i=1}^{Q_R} r_i(N_{i1}, N_{i2})$  – недублированных сторон полигонов ( $Q_N$  и  $Q_R$  – количество узлов и ребер). Такой способ хранения фронта (узлы, ребра, грани) является наиболее распространенным при построении трехмерной триангуляции.

В основном цикле алгоритма (блоки с 4 по 14) производится последовательное исключение тетраэдральных элементов из области, ограниченной фронтом, вплоть до ее полного исчерпания. Построение начинается с выбора наиболее сложного участка фронта (блок 4). С этой целью в каждом ребре  $r \in R$  фронта производится расчет сложности  $C_r$ :

$$C_r = \frac{l_{cp}}{l_r} + \frac{K_\alpha \cdot \pi}{\alpha_r},$$

$$h_r = \min \left( h; K_L \cdot l_{cp t_m}; K_L \cdot l_{cp t_n}; h \cdot \left( I^c + (1 - I^c) \cdot \frac{2 \cdot d_r^c}{D^c} \right) \Big|_{d_r^c < D^c/2} \right),$$

где  $K_L = 1,3$  – коэффициент максимального удлинения стороны элемента, позволяющий получать элементы с незначительным искажением;  $l_{cp t_m}, l_{cp t_n}$  – средние длины сторон треугольников фронта  $t_m, t_n$ , образующих ребро;  $I^c$  – интенсивность сгущения сетки ( $0,2 \leq I^c < 1$ );  $D^c$  – диаметр области сгущения;  $d_r^c$  – расстояние от центра ребра до точки сгущения. Последний компонент рассматривается только при вхождении ребра  $r$  в область сгущения. Применение локального шага триангуляции, рассчитанного в текущем месте построения, вместо постоянного глобального шага, позволяет формировать сетки со сгущениями в местах со сложной формой (закругления, облойная канавка и т.д.) и участках области, где присутствуют высокие градиенты интенсивностей скоростей деформации.

где  $l_{cp}$  – средняя длина ребер фронта;  $l_r$  – длина ребра  $r$  (рис. 3);  $K_\alpha = 3$  – коэффициент значимости угловой составляющей сложности;  $\alpha_r$  – двугранный угол между треугольниками  $t_m, t_n \in T$ , образующими данное ребро. Согласно этой формуле большую сложность имеют ребра с малыми длиной и двугранным углом.

Для учета размеров граней и ребер выбранного участка фронта, а также возможности уплотнения сетки рассчитывается локальный шаг триангуляции (блок 5):

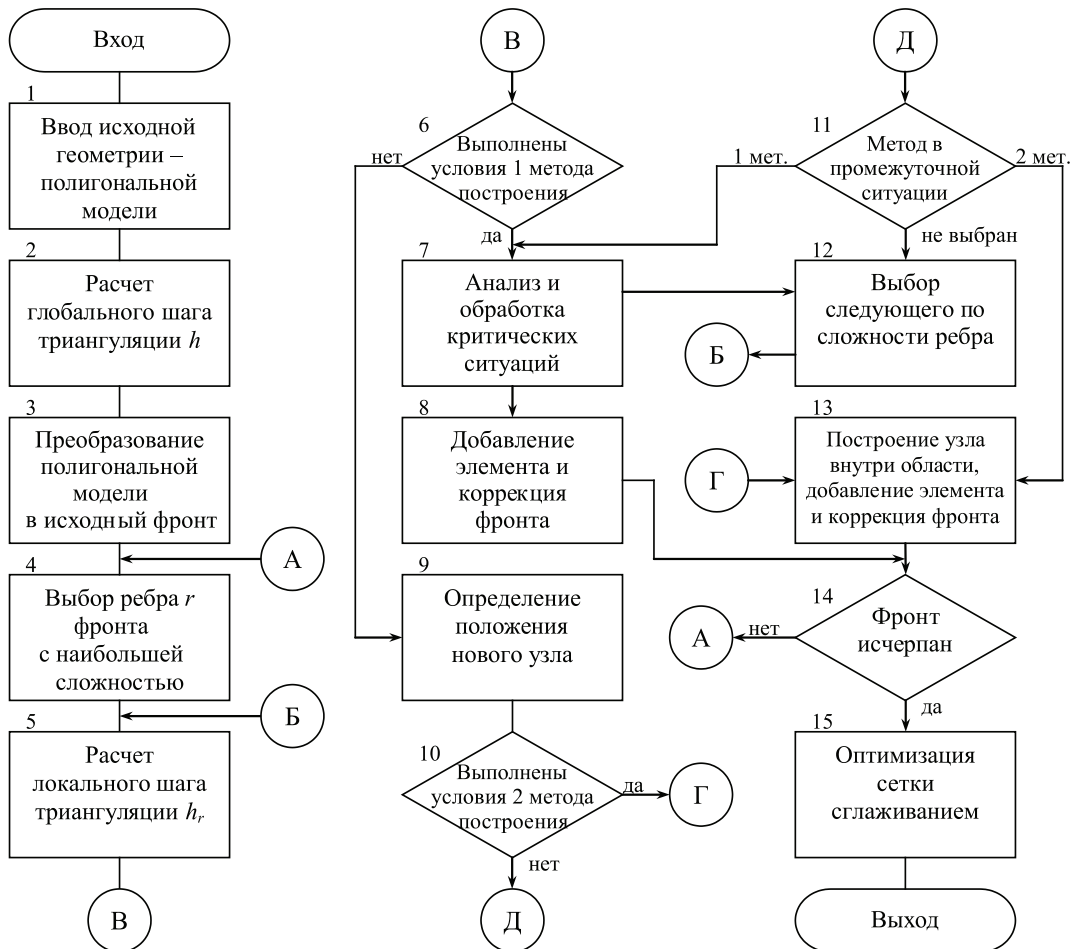


Рис. 2. Блок-схема алгоритма трехмерной триангуляции методом исчерпания

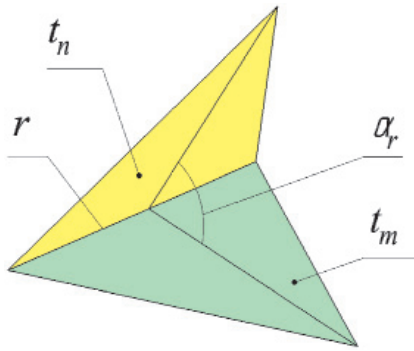


Рис. 3. Участок фронта с ребром  $r$

Далее производится выбор метода построения тетраэдра на выбранном по сложности ребра фрагменте фронта (блоки 6, 10, 11). Рассматриваются два возможных варианта:

1) тетраэдр формируется без добавления нового узла путем соединения третьих точек граней, образующих ребро;

2) тетраэдр формируется путем создания нового узла внутри фронта и соединения его ребрами с меньшей из граней выбранного ребра.

Рассмотрим подробнее процесс выбора метода построения. Приоритет созданию тетраэдра без образования нового узла (рис. 4, а) отдается в следующих случаях (блок 6):

а) двугранный угол имеет значение меньше, чем в правильном тетраэдре:  $\alpha_r < \alpha_{np} = 70^\circ 53'$ ;

б) значение двугранного угла находится в интервале  $70^\circ 53' < \alpha_r < 100^\circ$ , и длина нового ребра ( $N_k, N_l$ ) не превосходит  $h_r$ ;

в) ребро ( $N_k, N_l$ ) уже существует в результате предыдущих построений.

Формирование тетраэдра с новым узлом  $N_{Q_N}$  в качестве вершины происходит в обязательном порядке, если двугранный угол имеет большое значение:  $\alpha_r > 120^\circ$

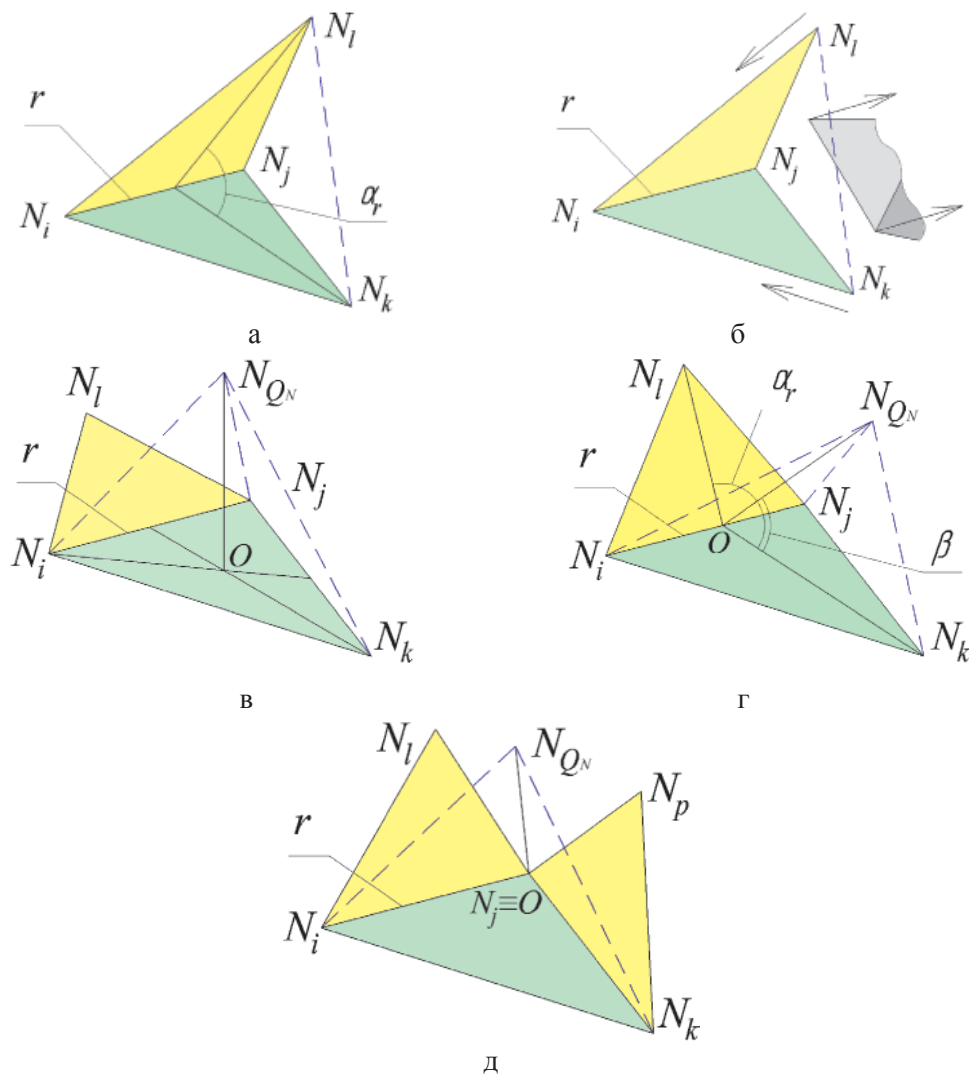


Рис. 4. Создание тетраэдра без нового узла (а, б) и с образованием нового узла (в, г, д)



(рис. 4, в) (блок 10). Во всех остальных случаях выбор одного из двух методов осуществляется на основе оценки качества получаемых тетраэдров, которое рассчитывается как отношение длин самого короткого и самого длинного ребер возможного тетраэдра (блок 11). Практика триангуляции моделей объектов ОМД показала, что первый метод используется в 80–85% процентах тетраэдров, а второй – в оставшихся 15–20%.

Применение каждого из методов имеет свои особенности. Добавлению элемента в триангуляцию первым методом предшествует проверка критических ситуаций – ребра и грани фронта не должны пересекать вновь создаваемый тетраэдр. Также необходимо заранее прогнозировать появление тетраэдров и граней фронта с «плохой» узкой формой. Для устранения данной проблемы производится анализ близлежащих объектов фронта и внесение изменений во фронт и триангуляцию до построения тетраэдра (блок 7) путем перемещения узлов по схеме, показанной на рис. 4, б. Порядок действий в ходе добавления тетраэдра первым методом (блок 8) во многом определяется наличием или отсутствием во фронте ребра  $(N_k, N_l)$  и боковых граней  $(N_p, N_k, N_l)$ ,  $(N_j, N_k, N_l)$ . При отсутствии ребра и граней (около 65% элементов) в триангуляцию добавляется элемент с узлами  $N_j, N_p, N_k, N_l$ , а во фронт вставляются ребро  $(N_k, N_l)$  и грани  $(N_p, N_k, N_l)$ ,  $(N_j, N_k, N_l)$ . В очень редко встречающейся ситуации отсутствия боковых граней и существования ребра  $(N_k, N_l)$ , помимо описанного выполняется клонирование ребра  $(N_k, N_l)$ , т.к. в нем необходимо знать уже два или более двугранных угла.

и примыкающие к нему ребра и грани (16–19% случаев).

В ходе добавления тетраэдра вторым методом (блок 13) во фронт вставляется новый узел, положение которого зависит от величины двугранных углов ребер опорной грани  $(N_p, N_j, N_k)$ . Если все углы больше  $2 \cdot \alpha_{\text{пр}}$ , то он строится на перпендикуляре к центру масс опорной грани (рис. 4, в). Если угол в ребре  $r$  меньше  $2 \cdot \alpha_{\text{пр}}$  – на перпендикуляре к ребру  $r$  с углом  $\beta = \alpha_{\text{пр}}/2$  к грани от точки  $O$ , полученной усреднением  $N_j, N_i$  и проекций узлов  $N_k, N_l$  на  $r$  (рис. 4, г). Если два угла меньше  $2 \cdot \alpha_{\text{пр}}$ , узел строится на прямой, образованной пересечением биссекторных плоскостей ребер этих углов (рис. 4, д). Во всех случаях позиция узла подбирается так, чтобы средняя длина новых ребер была равна  $h_r$ . Помимо нового узла во фронт добавляются три примыкающих к нему ребра и три грани, а опорная грань удаляется (блок 13). В ряде случаев не удается сформировать корректный тетраэдр ни одним из способов, тогда в качестве текущего берется следующее по сложности ребро (блок 12).

После завершения заполнения элементами области триангуляции производится оптимизация полученной сетки итерационным сглаживанием – каждый внутренний узел переносится в точку центра масс системы тетраэдров, содержащих данный узел (блок 17). Процедура сглаживания продолжается до тех пор, пока невязка перемещения узлов не станет меньше 0,01 мм. Как правило, для этого достаточно нескольких десятков итераций. На рис. 5 представлены результаты работы описанного алгоритма на примере двух поковок.

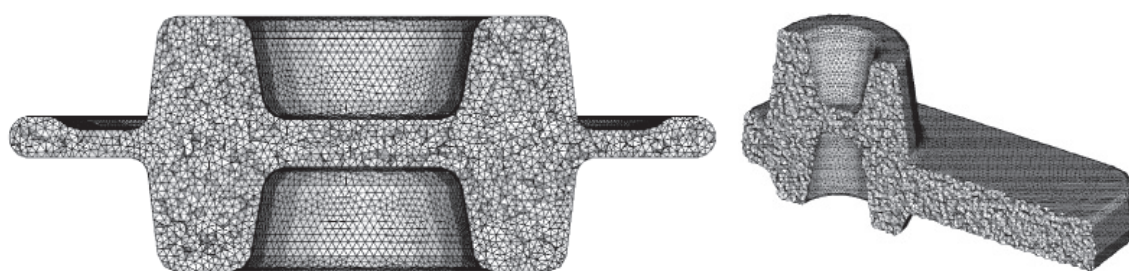


Рис. 5. Примеры триангуляции поковок

Если существуют ребро и обе боковые грани, то производится добавление элемента, а текущий фрагмент фронта с узлами  $N_p, N_j, N_k, N_l$  их гранями и ребрами удаляется (0,1% элементов). В случае наличия ребра и одной боковой грани, например  $(N_p, N_k, N_l)$ , следует добавить элемент в триангуляцию, вставить во фронт грань  $(N_j, N_k, N_l)$ , удалить узел  $N_i$

### Заключение

Применение описанного алгоритма для триангуляции моделей типичных заготовок и поковок показало его способность формировать трехмерные сетки из тетраэдров, пригодные для моделирования пластической деформации методом конечных элементов. В качестве недостатка предложенного алгоритма можно назвать его последовательный



характер, что усложняет распараллеливание процесса и интенсификацию расчетов на многоядерных процессорах и кластерах. Тем не менее работы в этом направлении ведутся, один из вариантов решения данной проблемы описан в работе [4].

### Список литературы

1. Галанин М.П., Щеглов И.А. Разработка и реализация алгоритмов трехмерной триангуляции сложных пространственных областей: прямые методы [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.keldysh.ru/papers/2006/prep10/prep2006\\_10.html](http://www.keldysh.ru/papers/2006/prep10/prep2006_10.html) (дата обращения 1.10.2015).
2. Покрас И.Б., Ахмедзянов Э.Р. Адаптация поверхностной триангуляции трехмерных моделей разработанных в САПР к моделированию задач обработки металлов давлением. – Ижевск: Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2015. – № 1. – С. 22–25.
3. Покрас И.Б., Ахмедзянов Э.Р. Алгоритм формирования двумерной сетки конечных элементов в задачах моделирования пластического формоизменения // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 9. – ч. 1. – С. 29–35.
4. Покрас И.Б., Ахмедзянов Э.Р. Распараллеливание как средство повышения эффективности процесса трехмерной триангуляции // *Современные тенденции развития науки и технологий: сборник научных трудов по материалам II Международной научно-практической конферен-*

ции 31 мая 2015 г. – Белгород: ИП Ткачева Е.П., 2015. – Часть II. – С. 126–134.

5. Щеглов И.А. Дискретизация сложных двумерных и трехмерных областей для решения задач математического моделирования: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. – М., 2010. – 18 с.

### References

1. Galanin M.P., Scheglov I.A. *Razrabotka i realizatsiya algoritmov trekhmernoy triangulyatsii slozhnykh prostranstvennykh oblastei: pryamyte metody* (Development and Implementation of Algorithms for Constrained Volume Triangulations: Direct Methods). Available at: [http://www.keldysh.ru/papers/2006/prep10/prep2006\\_10.html](http://www.keldysh.ru/papers/2006/prep10/prep2006_10.html) (accessed 1 October 2015).
2. Pokras I.B., Akhmedzyanov E.R. *Vestnik IzhGTU – ISTU herald*, 2015, no. 1, pp. 22–25.
3. Pokras I.B., Akhmedzyanov E.R. *Fundamentalnye issledovaniya – Fundamental research*, 2014, no. 9., vol. 1, pp. 29–35.
4. Pokras I.B., Akhmedzyanov E.R. *Materialy 2 Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii “Sovremennye tendentsii razvitiya nauki i tehnologiy”* (Proc. 2nd Int. Scientific-pract. conference “Modern trends in science and technology”). Belgorod, 2015, vol. 2, pp. 126–134.
5. Scheglov I.A. *Diskretizatsiya slozhnykh dvumernykh i trekhmernykh oblastey dlya resheniya zadach matematicheskogo modelirovaniya* [Discretization of complex two-dimensional and three-dimensional areas for solving tasks of mathematical modeling]. Moscow, 2010. 18 p.

УДК 621.9

## РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ СЫПУЧИХ ТЕЛ

**Понамарев Е.С., Гаврилов А.И., Тарасенко Н.А.**

*ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет»,  
Краснодар, e-mail: natagafonova@mail.ru*

Свойства сыпучих материалов характеризуются рядом показателей, из которых наиболее информативным и важным является плотность. Она зависит от влажности, величины частиц и соотношения различных фракций. Знание плотности необходимо при измерении теплофизических свойств сыпучих материалов различного назначения. Кроме того, плотность оказывает существенное влияние на различные технологические процессы. Целью работы является разработка удобного в эксплуатации и обслуживании устройства для экспресс-измерений плотности сыпучих тел и усовершенствование устройств данного типа. Техническим результатом является повышение точности и обеспечение оперативности измерений. Преимуществом устройства является то, что методом компенсации производится непосредственное определение объема без каких-либо вычислений. При этом не требуется знания атмосферного давления и уравнения состояния газа. Сравнение объемов производится в ходе одного измерения для различных давлений, что повышает точность и снижает влияние неизотермичности. Заявленное техническое решение реализовано с использованием промышленно выпускаемых средств и может быть изготовлено в лабораторных и промышленных условиях.

**Ключевые слова:** устройство, измерение, плотность, сыпучее тело

## DEVELOPMENT OF THE DEVICE FOR MEASUREMENT OF DENSITY OF LOOSE BODIES

**Ponamarev E.S., Gavrilov A.I., Tarasenko N.A.**

*FGBOU VPO «Kuban State Technological University», Krasnodar, e-mail: natagafonova@mail.ru*

Properties of bulks are characterized by a number of indicators from which the most informative and important is density. It depends on humidity, the size of particles and a ratio of various fractions. The knowledge of density is necessary at measurement of heatphysical properties of bulks of different function. Besides, density has essential impact on various technological processes. The purpose of work is development convenient in operation and service of the device for express measurements of density of loose bodies and improvement of devices of this type. Technical result is increase of accuracy and ensuring efficiency of measurements. Advantage of the device is that the method of compensation makes direct scoping without any calculations. Thus it isn't required knowledge of atmospheric pressure and the equation of a condition of gas. Comparison of volumes is made during one measurement for various pressure that increases accuracy and reduces influence of a neizotermichnost. The declared technical solution is realized with use of industrially let out means and can be made in laboratory and industrial conditions.

**Keywords:** device, measurement, density, loose body

В современном промышленном производстве и сельском хозяйстве широко применяются вещества в сыпучем состоянии, представляющие собой совокупность большого количества твердых частиц, пространство между которыми заполнено газом.

Производственный контроль плотности веществ, представляющих собой гетерогенную систему, состоящую из различных по физическим свойствам фаз, актуален для многих производств. Наиболее распространены гетерогенные системы, содержащие твердую и газовую фазы. К таким системам относятся, например, сыпучие, волокнистые и пористые материалы. Плотность любого материала, независимо от агрегатного состояния, одна из основных физических характеристик. Задача контроля плотности твердой фазы гетерогенных систем значительно сложнее задачи контроля плотности однородных сред [3].

Свойства и поведение сыпучих тел необходимо учитывать при осуществлении ряда механических процессов – измельчение, гранулирование, транспортировка и хранение. Пренебрежение или недоучет свойств сыпучих материалов приводит к нарушению технологического режима, ухудшению качества продукции, нарушению режимов работы оборудования. Поэтому необходимо помнить, что выпуск продукции высокого и стабильного качества зависит не только от использования современного технологического оборудования, но и от методов получения оперативной информации о составе и свойствах используемых веществ.

Для оценки сыпучих материалов используют ряд косвенных характеристик, свойственных сыпучим материалам как дисперсным. К числу таких характеристик, не связанных с определенной плотностью упаковки частиц, относятся уплотняемость,

текучесть, сыпучесть, слипаемость, углы естественного откоса и обрушения [2, 5]. Эти характеристики зависят одновременно от аутогезионных и фрикционных свойств, а также от плотности сыпучих материалов (рис. 1).

между его частицами остается воздух, который очень трудно удалить.

Так, известно устройство, содержащее емкость с контролируемым веществом, к верхней части которой присоединен цилиндр с поршнем и подключен измеритель

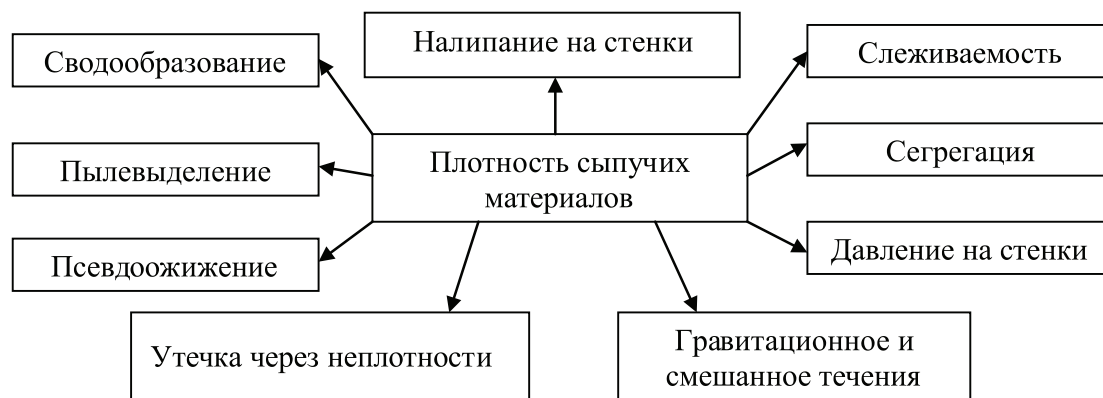


Рис. 1. Влияние плотности сыпучих материалов на различные технологические процессы

Таким образом, свойства сыпучих материалов характеризуются рядом показателей, из которых наиболее информативным и важным является плотность. Она зависит от влажности, величины частиц и соотношения различных фракций. Знание плотности необходимо при измерении теплофизических свойств сыпучих материалов различного назначения. Кроме того, плотность оказывает существенное влияние на различные технологические процессы [3, 6].

Измерение плотности твердых тел значительно сложнее, чем жидкостей, так как измерить объем тела, ограниченный поверхностью неправильной формы, трудно. Кроме того, на поверхности и в объеме твердого тела всегда имеются дефекты. Методы определения плотности твердых тел основываются чаще всего на погружении тела в жидкость с известной плотностью – воду или органический растворитель (этанол, гексан, тетрагидрофуран и др.) и расчете объема вытесненной исследуемым телом жидкости. Рабочая (пикнометрическая, или иммерсионная) жидкость не должна взаимодействовать с изучаемым веществом. Для получения точных результатов иммерсионная жидкость должна иметь большую плотность и хорошо смачивать поверхность вещества. При измерениях необходимо тщательное удаление пузырьков воздуха с поверхности образца. Хорошие результаты получаются в случае измерения плотности монокристаллов, имеющих правильную форму.

Твердые тела обычно менее однородны, чем жидкости. В случае сыпучего вещества

давления [4]. Недостатком данного устройства является сложность расчета плотности и использование уравнения состояния идеального газа.

Известно также авторское свидетельство СССР № 147018 «Устройство для определения истинной плотности дисперсных и пористых тел гелиевым методом», состоящее из сосуда для помещения навески, масляного дифференциального манометра, форвакуумного насоса, источника гелия с ловушкой примесей, бюретки с манометрической жидкостью и коммуникационных трубопроводов с кранами, причем одно колено масляного дифференциального манометра соединено с сосудом для размещения навески и сосудом, образующим дополнительный объем, а другое колено – с сосудами, образующими второй дополнительный и компенсирующий объемы. Суммарные объемы сосудов, присоединенных к левому и правому коленам дифференциального манометра, примерно равны. Недостатками этого устройства являются невысокая оперативность, жесткие требования к герметичности системы и точности воспроизведения состояний при последовательных измерениях.

**Целью работы** является разработка удобного в эксплуатации и обслуживании устройства для экспресс-измерений плотности сыпучих тел и усовершенствование устройств данного типа. Техническим результатом изобретения является повышение точности и обеспечение оперативности измерений.

Технический результат достигается тем, что устройство для измерения плотности

сыпучих тел, включающее два одинаковых по объему цилиндрических сосуда со встроенными подвижными поршнями, содержащих шкалы, один из которых служит для помещения исследуемой навески, и соединенные между собой подводными трубками в виде колен с установленной между ними контрольной трубкой, внизу которой размещен кран для выпуска жидкости из системы, при этом трубопровод, соединяющий между собой подводные и контрольную трубки, соединен гибким шлангом с компенсирующим сосудом.

При этом диаметры и длины подводных трубок одинаковы, а цилиндрические сосуды закрыты герметическими свинчивающимися крышками и снабжены кранами для сообщения с атмосферой.

Объем исследуемого тела определяется непосредственно методом сравнения с компенсирующим объемом в некотором диапазоне давлений в едином измерительном процессе.

На рис. 2 изображена схема устройства для измерения плотности сыпучих тел.

линдрические сосуды 1 и 2. Длины и диаметры подводных трубок 13 и 14 одинаковы, так что измерительная система состоит из двух одинаковых колен.

Принцип работы устройства заключается в следующем.

Откручивается крышка 4, и в сосуд 2 помещается исследуемое тело. Поршень 5 устанавливается так, чтобы объемы 1 и 2 были одинаковыми. Краны 7 и 8 открыты, в цилиндрических сосудах 1, 2 атмосферное давление. Сосуд 10 опускается до нулевого уровня и система заполняется жидкостью. Перемещением сосуда 10, в котором поддерживается атмосферное давление, устанавливается нулевой уровень жидкости в подводных трубках 13 и 14. Закрываются краны 7 и 8. Сосуд 10 перемещается вверх; при этом происходит сжатие газа в сосудах 1 и 2, и жидкость в трубках 13 и 14 поднимается на высоту  $H_1$  и  $H_2$  соответственно. Измерение повторяют, каждый раз уменьшая объем сосуда 1 перемещением поршня 5 вдоль мерной шкалы 15, и добиваются равенства высот  $H_1$  и  $H_2$  для любых

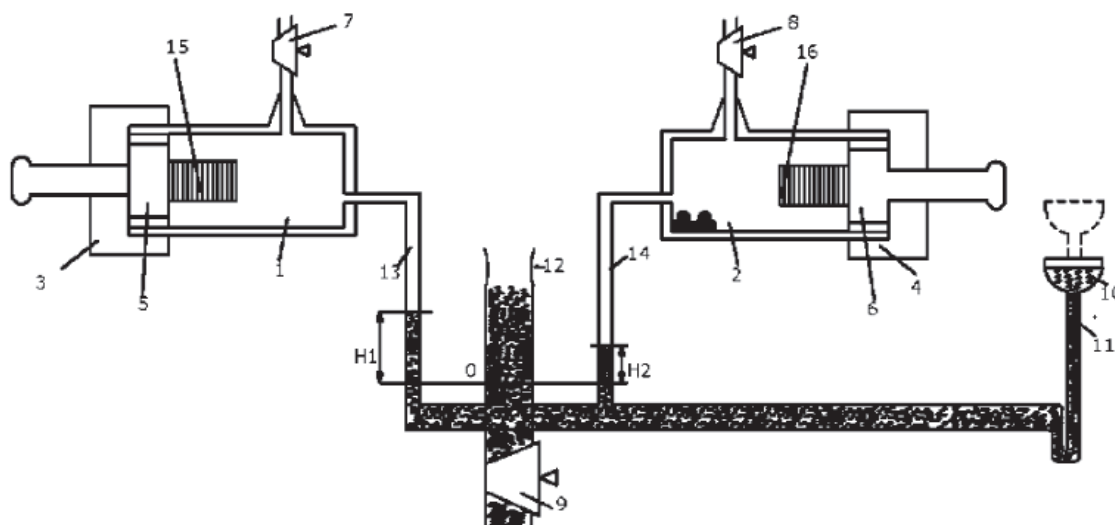


Рис. 2. Схема устройства для измерения плотности сыпучих тел

Устройство [1] состоит из имеющих одинаковые объемы цилиндрических сосудов 1 и 2, закрытых герметическими свинчивающимися крышками 3 и 4 со встроенными подвижными поршнями 5 и 6 и шкалами 15 и 16. Сосуды имеют краны 7 и 8 для сообщения с атмосферой. Кран 9 служит для выпуска жидкости из системы. Изменение уровня жидкости происходит при перемещении по вертикали сосуда 10, соединенного с системой гибким шлангом 11. Контрольная трубка 12 служит для предотвращения попадания жидкости в ци-

допустимых значениях давлений, создаваемых перемещением сосуда 10. Объем исследуемого тела  $V$  равен уменьшению объема в цилиндрическом сосуде 1 и определяется непосредственно по шкале 15.

Плотность вычисляется после определения массы  $m$  тела взвешиванием по формуле

$$\rho = m/V,$$

где  $m$  – масса тела, г;  $V$  – объем тела,  $\text{см}^3$ .

Поршень 6 служит для предварительного точного уравнивания объемов, занимаемых газом в левой и правой ветвях устройства,



в случае необходимости (установление нуля). Для этого поршень 5 выставляется на ноль шкалы 15 и проводятся описанные выше измерения, без помещения в сосуд 2 измеряемого тела. Если уровни жидкости в подводящих трубках 13 и 14 при сжатии газа оказываются разными, их выравнивают перемещением поршня 6. В дальнейшем положение поршня 6 не изменяется. Его положение регистрируется по шкале 16.

Преимуществом устройства является то, что методом компенсации производится непосредственное определение объема без каких-либо вычислений. При этом не требуется знания атмосферного давления и уравнения состояния газа. Сравнение объемов производится в ходе одного измерения для различных давлений, что повышает точность и снижает влияние неизоэнтальпичности.

Заявляемое техническое решение реализовано с использованием промышленно выпускаемых средств и может быть изготовлено в лабораторных и промышленных условиях.

*Публикация подготовлена в рамках Программы развития деятельности студенческих объединений «Интеграция обучающихся в международное студенчество как инструмент повышения конкурентоспособности России в глобальном мире», реализуемой при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (за 2015 год).*

#### Список литературы

1. Гаврилов А.И., Тарасенко Н.А., Шапошникова Т.Л., Топчий А.Ю. Устройство для измерения плотности сыпучих тел // Заявка на патент на изобретение № 2015122600 от 10.06.2015 г.

2. Коновалова Е.В., Красина И.Б., Тарасенко Н.А., Бузунар А.Б., Никонович Ю.Н. Особенности функционально-технологических свойств пищевых волокон в мучных кондитерских изделиях // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2012. – № 5–6 (329–330). – С. 35–37.

3. Мордасов Д.М., Мордасов М.М. Технические измерения плотности сыпучих материалов: учебное пособие. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2004. – 80 с.

4. Мордасов М.М., Мордасов Д.М., Дмитриева А.Р. Способ измерения плотности // Патент № RU 2399904 от 20.09.2009. Бюл. № 26.

5. Никонович Ю.Н., Тарасенко Н.А. Пищевые волокна из растительного сырья и особенности их применения // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2014. – № 5–6. – С. 6–9.

6. Тарасенко Н.А. Использование пищевых волокон из семян эспарцета, в производстве вафельных крисп // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2014. – № 4. – С. 53–55.

#### References

1. Gavrilov A.I., Tarasenko N.A., Shaposhnikova T.L., Topchij A.Ju. Ustrojstvo dlja izmerenija plotnosti sypuchih tel // Zajavka na patent na izobrenenie no. 2015122600 от 10.06.2015g.

2. Konovalova E.V., Krasina I.B., Tarasenko N.A., Buznar A.B., Nikonovich Ju.N. Osobennosti funkcionalno-tehnologicheskikh svojstv pishhevyyh volokon v muchnyh konditerskih izdelijah // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Pishhevaja tehnologija. 2012. no. 5–6 (329–330). pp. 35–37.

3. Mordasov D.M., Mordasov M.M. Tehnicheskie izmerenija plotnosti sypuchih materialov: uchebnoe posobie. Tambov: Izd-vo TGTU. 2004. 80 p.

4. Mordasov M.M., Mordasov D.M., Dmitrieva A.R. Sposob izmerenija plotnosti // Patent no. RU 2399904 от 20.09.2009. Bjul. no. 26.

5. Nikonovich Ju.N., Tarasenko N.A. Pishhevye volokna iz rastitelnogo syrja i osobennosti ih primeneniya // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Pishhevaja tehnologija. 2014. no. 5–6. pp. 6–9.

6. Tarasenko N.A. Ispolzovanie pishhevyyh volokon iz semjan jesparceta, v proizvodstve vafelnyh krisp // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Pishhevaja tehnologija. 2014. no. 4. pp. 53–55.

УДК 004.942

## КОМПЛЕКСНЫЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ МНОГОДВИГАТЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

**Прошин И.А., Салмов Е.Н.**

*Пензенский государственный технологический университет, Пенза, e-mail: proshin.Ivan@inbox.ru*

Рассмотрен подход к оценке результатов моделирования и эффективности работы многодвигательного электропривода бумагоделательных машин, рассматриваемого как единая многосвязная многосекционная вентильно-электромеханическая система. Предложенный комплексный критерий оценки основан на анализе совокупного коэффициента полезного действия и отклонений технологических параметров и разработан на базе требований, предъявляемых к работе многодвигательного электропривода бумагоделательных машин. Проведено моделирование многодвигательного электропривода с помощью предложенных авторами методов, численных алгоритмов и комплекса программ и показаны его результаты в соотношении с данными эксперимента. Разработанный комплексный критерий обеспечивает оценивание многосвязных многосекционных вентильно-электромеханических систем в едином пространстве энергетических и технологических параметров с отображением индикаторов эффективности посредством компонентного портрета. Его использование позволяет повысить эффективность моделирования при исследовании и создании многодвигательных электроприводов.

**Ключевые слова:** моделирование, комплексный критерий оценки, бумагоделательная машина, результаты эксперимента

## INTEGRATED EVALUATION CRITERION FOR MODELING OF MULTIPLE MOTOR ELECTRIC DRIVE OF A PAPER MACHINE

**Proshin I.A., Salmov E.N.**

*Penza State Technological University, Penza, e-mail: proshin.Ivan@inbox.ru*

An approach to evaluating the results of modeling and performance of multiple motor of electric drive of paper machines, considered as multilinked multisectional gate-electromechanical system. The proposed integrated evaluation criterion is based on the analysis of aggregate efficiency and deviations of process parameters and is designed based on the requirements for the work of multiple motor electric drive of paper machines. The modeling of multiple motor electric drive using methods, numerical algorithms and software proposed by authors is described. The results of the modeling in relation to the experimental data is shown. Designed integrated criterion provides evaluating of multilinked multisectional gate-electromechanical systems in a single space of energy and technological parameters with displaying of performance indicators with help of component portrait. Using it allows to increase the efficiency of modeling multiple motor drives during study and creation.

**Keywords:** modeling, integrated evaluation criterion, the paper machine, the results of the experiment

При моделировании электропривода бумагоделательных машин как многосвязных многосекционных вентильно-электромеханических систем (ММВЭМС) с помощью созданных авторами методов, численных алгоритмов и комплексов программ [1–5] необходимо получение комплексной оценки эффективности его работы. При этом требуется анализ динамических и статических режимов, принципов функционирования, потребляемой мощности и потерь.

Комплексный критерий сформулирован с учётом требований к функционированию многодвигательного электропривода бумагоделательной машины (рис. 1) [6, 7].

Оценку эффективности работы ММВЭМС по результатам математического моделирования предлагается комплексного критерия:

$$\zeta = (1 - \varepsilon_{v\%}) \cdot (1 - \varepsilon_v) \cdot (1 - \varepsilon_M) \cdot \eta, \quad (1)$$

где  $\eta$  – совокупный коэффициент полезного действия ММВЭМС;  $\varepsilon_v$  – среднее значение отклонения уровня скорости от заданного;  $\varepsilon_{v\%}$  – среднее значение отклонения относительных скоростей от заданных;  $\varepsilon_M$  – среднее значение отклонения распределения нагрузки для секций с жёсткой и упругой механической связью.

Составляющие комплексного критерия вычислим по формулам:

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n \eta_i P_i}{\sum_{i=1}^n P_i}; \quad \varepsilon_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m \varepsilon_{vi}^2}{m}};$$

$$\varepsilon_{v\%} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m-1} \varepsilon_{\%vi}^2}{m-1}}; \quad \varepsilon_M = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k \varepsilon_{Mi}^2}{k}}, \quad (2)$$

где  $\eta_i$  – коэффициент полезного действия  $i$  секции;  $P_i$  – мощность  $i$  секции;  $\varepsilon_{vi}$ ,  $\varepsilon_{\%vi}$ ,  $\varepsilon_{Mi}$  – отклонения по уровню скорости, относительной скорости и распределению момента нагрузки  $i$ -й приводной секции;  $n$  – общее число секций электропривода;  $m$  – число секций, управляемых по скорости;  $k$  – число секций, управляемых по моменту.

В идеальном случае значения индикаторов эффективности стремятся к 1. В случае получения хотя бы одного отрицательного значения индикатора эффективности систему считаем не отвечающей требованиям к ММВЭМС. Для повышения эффективности анализа выполняется построение компонентных портретов для комбинации средних

Управляемая переменная	Назначение	Критерии
Уровень скорости	Задание массы 1 метра квадратного вырабатываемого полотна бумаги. Диапазон значений зависит от ассортимента продукции	Погрешность поддержания не должна превышать $\pm(0,1-0,25)\%$
Относительные скорости	Создание требуемого технологией натяжения полотна бумаги в межсекционных промежутках $v_i^{\%} = \frac{v_i - v_{i-1}}{v_{i-1}} \cdot 100$	Неизменность соотношений при изменении: – момента сопротивления на валу ( $\pm 30\%$ в мокрой части; $\pm 40\%$ в сушильной части; $\pm 50\%$ для каландров и наката); – напряжения питания $\pm 10\%$ ; – частоты сети переменного тока $\pm 1,5\%$ ; – температуры окружающей среды $\pm 10^{\circ}\text{C}$
Распределение нагрузки	Для избежания износа и равномерного движения механизмов в случаях жёсткой и упругой межсекционной связи	Погрешность поддержания соотношения не должна превышать $\pm(0,1-0,25)\%$

Рис. 1. Требования к функционированию электропривода бумагоделательной машины

Индикаторы эффективности  $\delta_{vi}$ ,  $\delta_{\%vi}$ ,  $\delta_{Mi}$  и отклонения параметров, используемые в формулах составляющих комплексного критерия (2), вычислим следующим образом:

$$\varepsilon_{vi} = 1 - \delta_{vi}; \quad \varepsilon_{\%vi} = 1 - \delta_{\%vi}; \quad \varepsilon_{Mi} = 1 - \delta_{Mi}; \quad (3)$$

$$\delta_{vi} = \frac{\Delta_{v0i} - \left| \frac{v_{\text{зад}i} - v_i}{v_{\text{зад}i}} 100 \right|}{\Delta_{v0i}};$$

$$\delta_{\%vi} = \frac{\Delta_{v\%0i} - \left| \frac{v_{\%задi} - v_{\%i}}{v_{\%задi}} 100 \right|}{\Delta_{v\%0i}}; \quad (4)$$

$$\delta_{Mi} = \frac{\Delta_{M0i} - \left| \frac{k_{\text{PM}задi} - k_{\text{PM}i}}{k_{\text{PM}задi}} 100 \right|}{\Delta_{M0i}}, \quad (5)$$

где  $v_i$ ,  $v_{\text{зад}i}$  – фактическая и заданная скорости  $i$ -й приводной секции;  $v_i^{\%}$ ,  $v_{\text{зад}i}^{\%}$  – фактическая и заданная относительные скорости  $i$ -й секции;  $k_{\text{PM}i}$ ,  $k_{\text{PM}задi}$  – фактический и заданный коэффициенты распределения момента нагрузки  $i$ -й секции;  $\Delta_{v0i}$ ,  $\Delta_{v\%0i}$ ,  $\Delta_{M0i}$  – предельно допустимые значения отклонений уровня скорости относительно скорости и коэффициента распределения нагрузки  $i$ -й секции.

отклонений либо для наборов исходных значений для каждого из них при необходимости более детального анализа [8–11].

На базе экспериментальной установки электропривода БДМ (рис. 2) выполнено математическое моделирование, получены данные эксперимента и проведена оценка результатов моделирования в соответствии с предложенным критерием (1–5).

В структуре обозначены: ПЛК – программируемый логический контроллер, ЧП1-ЧП9 – частотные преобразователи, М1-М9 – электродвигатели, ДС1-ДС9 – датчики скорости, ЛВС – локальная вычислительная сеть. В данной системе секции 1, 3, 5, 6, 7 и 9 управляются по скорости. Секции 2, 4, 8 управляются по моменту нагрузки. На рис. 3 показаны результаты моделирования и экспериментальные данные.

Значения показателей работы многодвигательного привода, полученные в результате моделирования, представлены в табл. 1 и 2, а индикаторы эффективности показаны на компонентных портретах (рис. 4–5).

Анализ результатов комплексной оценки показал, что исследуемая система соответствует требованиям, предъявляемым к многодвигательным ВЭМС, но значение индикаторов эффективности для распределения момента нагрузки восьмой секции ниже порогового значения 0,25, что обуславливает необходимость проработки вопроса улучшения работы данной секции.

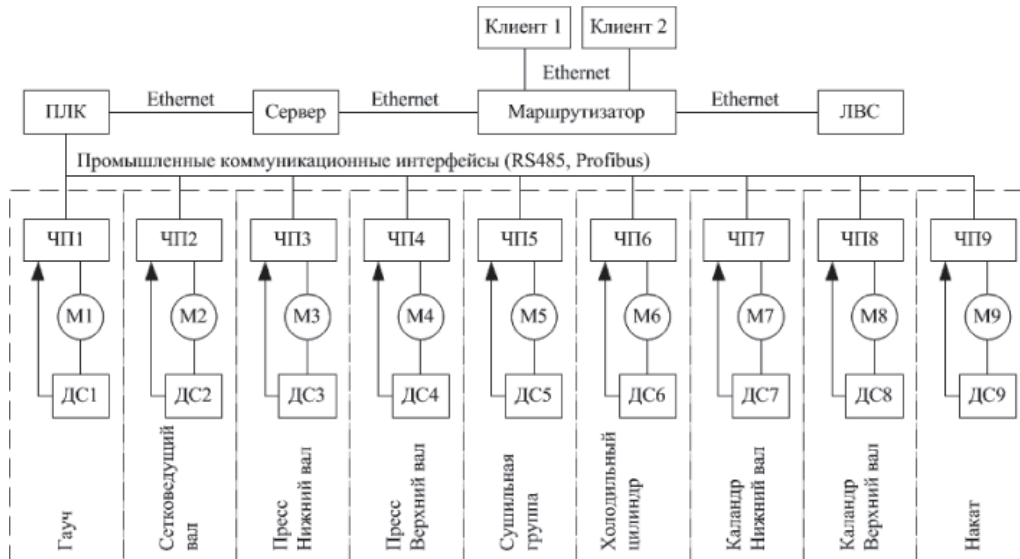


Рис. 2. Структура многодвигательного электропривода экспериментальной установки

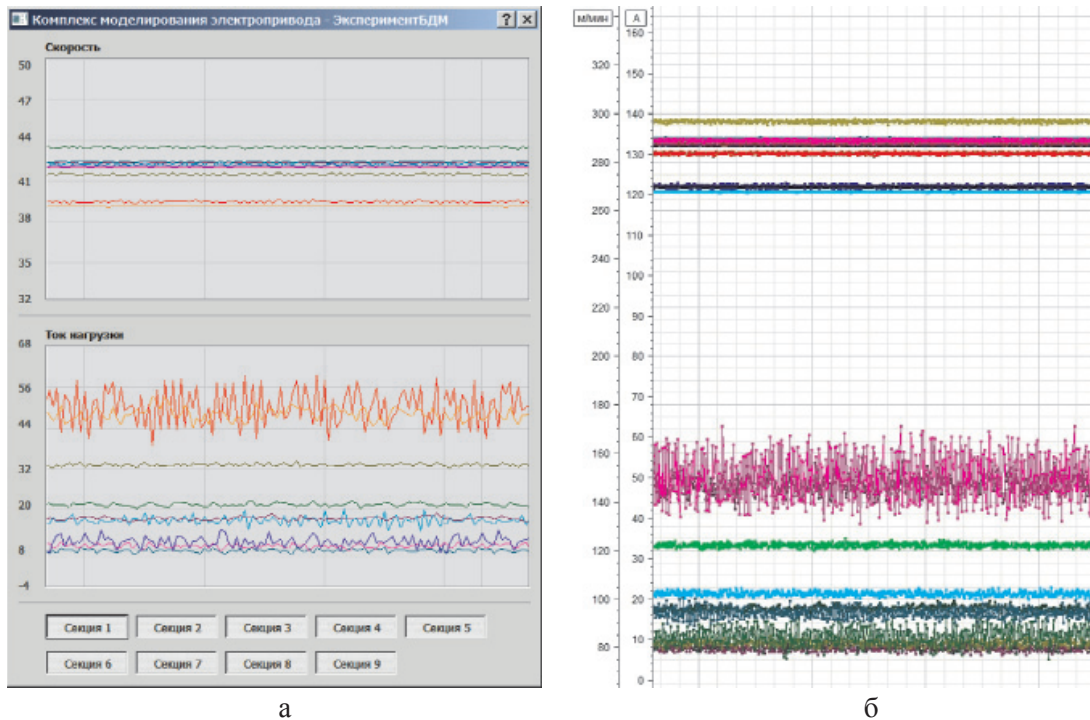


Рис. 3. Исследование многодвигательного электропривода бумагоделательной машины: а – результаты моделирования; б – данные работы экспериментальной установки

Таблица 1

Отклонения уровня скорости и относительной скорости

№ п/п	Секция	Моделирование		Эксперимент	
		$V$	$V\%$	$V$	$V\%$
1	Гауч	0,12	–	0,11	–
3	Пресс Нижний вал	0,13	0,03	0,14	0,04
5	Сушильная группа	0,09	0,04	0,12	0,05
6	Холодильный цилиндр	0,15	0,01	0,10	0,02
7	Каландр Нижний вал	0,11	0,02	0,12	0,01
9	Накат	0,04	0,04	0,06	0,03



## Отклонения по моменту нагрузки

№ п/п	Секция	Отклонение М	
		моделирование	эксперимент
2	Сетководущий вал	0,10	0,11
4	Пресс Верхний вал	0,11	0,09
8	Каландр Верхний вал	0,20	0,21

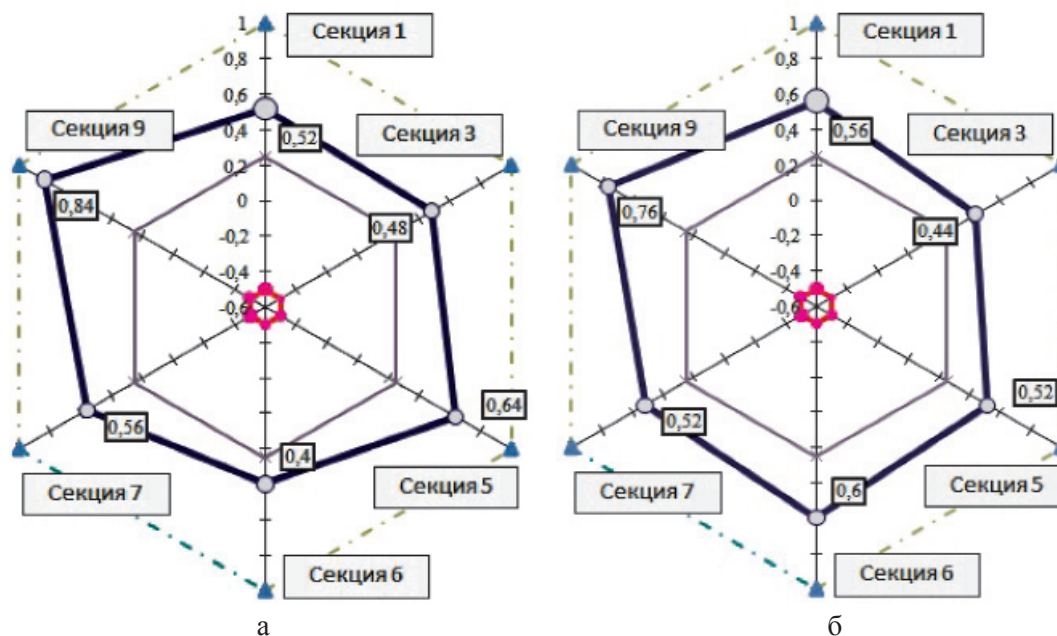


Рис. 4. Компонентный портрет отклонений по скорости для:  
а – результатов моделирования; б – данных эксперимента

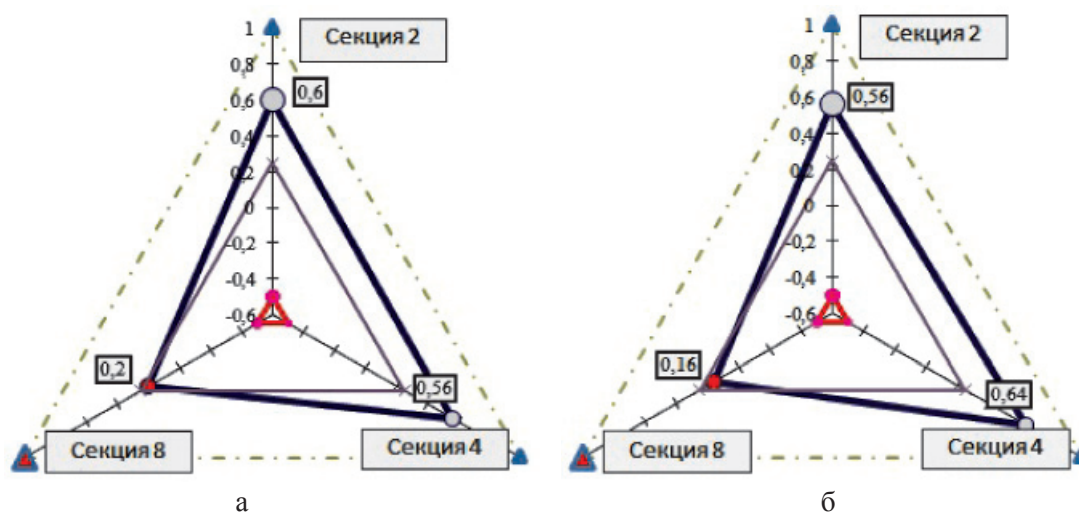


Рис. 5. Компонентный портрет отклонений по распределению момента для:  
а – результатов моделирования; б – данных эксперимента

Предложенный комплексный критерий позволяет оценить эффективность работы многодвигательной ВЭМС в едином пространстве энергетических и техно-

логических параметров. Проведение сравнительного анализа многодвигательных электроприводов с различными характеристиками вентильных преобразователей,

электромеханических преобразователей и механических взаимодействий с использованием предложенного критерия оценки позволяет повысить эффективность исследования и математического моделирования многодвигательного привода БДМ и упрощает формулировку рекомендаций при создании и модернизации подобных систем.

### Список литературы

1. Прошин И.А., Вольников М.И., Салмов Е.Н. Алгоритм комбинированного управления и метод математического моделирования асинхронного электропривода // Нива поволжья. – 2014. – № 4(33) – С. 102–109.
2. Прошин И.А., Прошин Д.И., Сюлин П.В. Принципы генерализации в формировании системы информационных индикаторов экодинамики // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 01 (17). – С. 215–219.
3. Прошина Р.Д., Прошина Е.С., Салмов Е.Н. Интегрированный комплекс компьютерно-имитационного моделирования электромеханических систем // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – № 12(16). – С. 95–101.
4. Прошин И.А., Прошина Р.Д., Долгов Г.Г. Математическое моделирование и компонентный портрет в оценке оборудования в едином пространстве состояний // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2015. – № 05 (27). – С. 260–266.
5. Прошин И.А., Прошина Р.Д., Сюлин П.В. Индикаторы и компонентный портрет в оценке качества изготовленных из отходов гальванического производства красок // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 05 (21). – С. 211–219.
6. Прошин И.А., Салмов Е.Н. Метод и алгоритм моделирования непосредственного преобразователя электрической энергии // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1; URL: [www.science-education.ru/121-18543](http://www.science-education.ru/121-18543) (дата обращения: 17.04.2015).
7. Прошин И.А., Салмов Е.Н. Численный метод моделирования выходного напряжения вентильного преобразователя с широтно-импульсной модуляцией // Фундаментальные исследования. 2015. – № 9 (1). – С. 56–62.
8. Прошин И.А., Салмов Е.Н., Кузнецов Д.А. Математическое моделирование системы электропривода роликоопор // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2015. – № 05(27). – С. 285–293.
9. Прошин И.А., Салмов Е.Н., Тимонин Д.В. Методика моделирования многосвязного многосекционного электропривода для производства бумаги // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2015. – № 05 (27). – С. 272–281.

10. Прошин И.А., Сюлин П.В. Компонентный портрет экологической безопасности // Проблемы региональной экологии. – 2013. – № 6. – С. 151–154.

11. Шестаков В.М. Автоматизированные электроприводы бумаго- и картоноделательных машин // Лесная промышленность. – 1978. – С. 176.

### References

1. Proshin I.A., Volnikov M.I., Salmov E.N. Algoritm kombinirovannogo upravlenija i metod matematicheskogo modelirovanija asinhronnogo jelektroprivoda // Niva povol-zhja. 2014 no. 4(33) pp. 102–109.
2. Proshin I.A., Proshin D.I., Sjuln P.V. Principy generalizacii v formirovanii sistemy informacionnyh indikatorov jekodinamiki // XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastojashhego pljus. 2014. no. 01 (17). pp. 215–219.
3. Proshina R.D., Proshina E.S., Salmov E.N. Integrirovannyj kompleks kompjuterno-imitacionnogo modelirovanija jelektromehaničeskich sistem // XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastojashhego pljus. 2013. no. 12(16). pp. 95–101.
4. Proshin I.A., Proshina R.D., Dolgov G.G. Matematicheskoe modelirovanie i komponentnyj portret v ocenke oborudovanija v edinom prostranstve sostojanij // XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastojashhego pljus. 2015. no. 05 (27). pp. 260–266.
5. Proshin I.A., Proshina R.D., Sjuln P.V. Indikatory i komponentnyj portret v ocenke kachestva izgotovlennyh iz othodov galvanicheskogo proizvodstva krasok // XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastojashhego pljus. 2014. no. 05 (21). pp. 211–219.
6. Proshin I.A., Salmov E.N. Metod i algoritm modelirovanija neposredstvennogo pre-obrazovatelja jelektricheskoy jenergii // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2015. no. 1; URL: [www.science-education.ru/121-18543](http://www.science-education.ru/121-18543) (data obrashhenija: 17.04.2015).
7. Proshin I.A., Salmov E.N. Chislennyj metod modelirovanija vyhodnogo naprjazhenija ventilnogo preobrazovatelja s shirotno-impulsnoj moduljaciej // Fundamentalnye issledovanija. 2015. no. 9 (1). pp. 56–62.
8. Proshin I.A., Salmov E.N., Kuznecov D.A. Matematicheskoe modelirovanie sistemy jelektroprivoda roliko-opor // XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastojashhego pljus. 2015. no. 05(27). pp. 285–293.
9. Proshin I.A., Salmov E.N., Timonin D.V. Metodika modelirovanija mnogosvjaznogo mnogosekcionnogo jelektroprivoda dlja proizvodstva bumagi // XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastojashhego pljus. 2015. no. 05 (27). pp. 272–281.
10. Proshin I.A., Sjuln P.V. Komponentnyj portret jekologičeskoy bezopasnosti // Problemy regionalnoj jekologii. 2013. no. 6. pp. 151–154.
11. Shestakov V.M. Avtomatizirovannye jelektroprivody bumago- i kartonodelatelnyh mashin. «Lesnaja promyshlennost». 1978. pp. 176.

УДК 532.5.031

## ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ФИЛЬТРАЦИИ ДВУХФАЗНОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ НА ОСНОВЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО ПОПЕРЕМЕННО-ТРЕУГОЛЬНОГО МЕТОДА

<sup>1</sup>Сухинов А.И., <sup>2</sup>Тимофеева Е.Ф., <sup>2</sup>Григорян Л.А., <sup>2</sup>Тебуева Ф.Б.,  
<sup>3</sup>Никитина А.В., <sup>3</sup>Хачунц Д.С.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Донской государственный технический университет»,  
Ростов-на-Дону, e-mail: sukhinov@gmail.com;

<sup>2</sup>ФГАУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», Ставрополь,  
e-mail: teflena@mail.ru, honey.lusine@mail.ru, fariza.teb@gmail.com;

<sup>3</sup>ГОУ ВО «Научно-исследовательский институт многопроцессорных вычислительных систем  
имени академика А.В. Каляева», Таганрог, e-mail: nikitina.vm@gmail.com, diana-hachunts@mail.ru

Добыча нефти в большинстве случаев происходит при вытеснении ее в поровом пространстве продуктивного пласта водой или газом. Этот процесс применяется при естественных режимах эксплуатации и при искусственных методах поддержания пластового давления нагнетанием воды или газа. Задачи увеличения нефтеотдачи месторождений, имеющие важное практическое значение, приводят к необходимости массового решения задач фильтрации двухфазных несжимаемых жидкостей. Это, в свою очередь, требует при проектировании разработок нефтяных месторождений разрабатывать и применять параллельные алгоритмы, обеспечивающие высокую масштабируемость и возможность эффективного решения на многопроцессорных вычислительных системах. В статье рассматриваются вариант усовершенствованного попеременно-треугольного метода, учитывающий специфику постановок задач двухфазной фильтрации в естественных переменных «давление – водонасыщенность», а также его параллельная реализация на системе с массовым параллелизмом – супервычислительной системе ЮФУ, установленной в Таганроге.

**Ключевые слова:** моделирование задач двухфазной фильтрации, улучшенный итерационный попеременно-треугольный метод, параллельные алгоритмы

## PARALLEL NUMERICAL SOLUTION TWO-PHASE INCOMPRESSIBLE FLUID PENETRATION TASK BASED ON AN IMPROVED ALTERNATING TRIANGULAR METHOD

<sup>1</sup>Sukhinov A.I., <sup>2</sup>Timofeeva E.F., <sup>2</sup>Grigoryan L.A., <sup>2</sup>Tebueva F.B.,  
<sup>3</sup>Nikitina A.V., <sup>3</sup>Khachunts D.S.

<sup>1</sup>Federal State Educational Institution of Higher Professional Education «Don State Technical  
University», Rostov-on -Don, e-mail: sukhinov@gmail.com;

<sup>2</sup>Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education  
«North- Caucasian Federal University», Stavropol, e-mail: teflena@mail.ru,  
honey.lusine@mail.ru, fariza.teb@gmail.com;

<sup>3</sup>GOU VO Public Educational Institution «Scientific Research Institute  
of Multiprocessor Computer Systems named after Acad. A.V. Kalyaev», Taganrog,  
e-mail: nikitina.vm@gmail.com, diana-hachunts@mail.ru

Oil production occurs in most cases by displacing it into the porous space of the productive layers by water or gas. This process is used for oil mining in natural way as well as for artificial maintained value pressure in oil production layers by means of gas or water injection. Problem of increasing oil outcome is of great practical value and leads to numerous solving of such kind of problems. This, in turn, requires for design development of oil fields, to develop and implement parallel algorithms, providing high scalability and efficient solution for parallel computing. In this paper improved variant of the iteration alternating triangular method has been presented; it takes into account the specific features of two-phase flow problem statements in natural variables «pressure-water saturation», as well as its parallel implementation on a high performance computer system, installed in Taganrog in Southern Federal University has been presented.

**Keywords:** two-phase penetration problem modelling, improved iterative alternating triangular method (improved SSOR method), parallel algorithms

### Постановка начально-краевой задачи и разностная схема

Развитию вычислительных методов решения задач фильтрации многофазных жидкостей посвящены работы [3, 15], в том

числе параллельному численному решению данного класса задач – публикации [7]. В случае плоско-параллельного характера фильтрации в пластах сравнительно небольшой мощности, уравнения, описывающие

фильтрацию двухфазной несжимаемой жидкости в отсутствие капиллярных и гравитационных сил и при наличии источников и стоков, имеют вид [7]

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[ \left( \frac{f_1(s)kH}{\mu_1} + \frac{f_2(s)kH}{\mu_2} \right) \frac{\partial p}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[ \left( \frac{f_1(s)kH}{\mu_1} + \frac{f_2(s)kH}{\mu_2} \right) \frac{\partial p}{\partial y} \right] + q_1 + q_2 = 0; \quad (1)$$

$$mH \frac{\partial s}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial x} \left[ \left( \frac{kH}{\mu_1} f_1(s) + \frac{kH}{\mu_2} f_2(s) \right) \varphi(s) \frac{\partial p}{\partial x} \right] - \frac{\partial}{\partial y} \left[ \left( \frac{kH}{\mu_1} f_1(s) + \frac{kH}{\mu_2} f_2(s) \right) \varphi(s) \frac{\partial p}{\partial y} \right] - q_2 = 0, \quad (2)$$

где  $s = s(x, y)$  – водонасыщенность;  $p = p(x, y, t)$  – давление;  $f_1(s), f_2(s)$  – относительные фазовые проницаемости для нефти и воды соответственно;  $H$  – мощность пласта;  $m$  – пористость пласта;  $\mu_1, \mu_2$  – вязкость нефти и воды соответственно;  $k(x, y)$  – проницаемость пласта;  $\varphi(s)$  – так называемая функция Баклея – Леверетта

$$\varphi(s) = \frac{\mu_0 f_2(s)}{f_1(s) + \mu_0 f_2(s)}; \quad \mu_0 = \frac{\mu_1}{\mu_2}, \quad (3)$$

с помощью которой может быть определена доля фазы воды в суммарном потоке. Функции  $q_1$  и  $q_2$ , моделирующие работу скважин будут приведены при описании разностной схемы. Здесь мы отметим следующее: на эксплуатационных скважинах отбор фаз происходит пропорционально их подвижностям, а на нагнетательных – поток нефти равен нулю. Будем считать, что на скважинах задаются либо дебиты, либо забойные давления. В качестве функциональных зависимостей для задания  $f_i(s), i = 1, 2$  будем использовать полиномы третьего порядка

$$f_1(s) = \left( \frac{\bar{s} - s}{\bar{s} - \underline{s}} \right)^3; \quad f_2(s) = \left( \frac{s - \underline{s}}{\bar{s} - \underline{s}} \right)^3, \quad (4)$$

а также

$$\begin{aligned} f_1(s) &= a_3 s^3 + a_2 s^2 + a_1 s + a_0, \\ f_2(s) &= b_3 s^3 + b_2 s^2 + b_1 s + b_0, \end{aligned} \quad (5)$$

где  $\bar{s}, \underline{s}$  – постоянные – так называемые предельные значения водонасыщенности, например  $\underline{s} = 0,1; \bar{s} = 0,9; a_i, b_i, i = 0, 1, 2, 3$  – постоянные коэффициенты. Разностная схема для данной задачи получена интегроинтерполяционным методом [13].

#### Усовершенствованный алгоритм модифицированного попеременно-треугольного метода

В настоящей статье рассматривается параллельное численное решение системы разностных уравнений усовершенствованным модифицированным попеременно-треугольным методом, имеющим высокую скорость сходимости в случае сильно не-

однородных пластов и применения подробных пространственных сеток [1, 2, 5, 11, 12].

Решение системы (1), (2) сводится к решению задачи, которую можно представить в операторном виде:

$$A \overset{\circ}{y} = f; \quad A \overset{\circ}{y} = - \sum_{\alpha=1}^2 \left( a_{\alpha}^{+1} \overset{\circ}{y}_{x_{\alpha}} \right)_{\bar{x}_{\alpha}} + q \overset{\circ}{y}, \quad x \in \omega;$$

$$\overset{\circ}{y}(x) = 0, \quad x \in \gamma;$$

$$f(x) = \varphi(x) + \frac{1}{h_1^2} \varphi_1(x) + \frac{1}{h_2^2} \varphi_2(x);$$

$$\varphi_1(x) = \begin{cases} a_1(h_1, x_2) \cdot \mu(0, x_2), & x_1 = h_1; \\ 0, & 2h_1 \leq x_1 \leq l_1 - 2h_1; \\ a_1(l_1, x_2) \cdot \mu(l_1, x_2), & x_1 = l_1 - h_1; \end{cases}$$

$$\varphi_2(x) = \begin{cases} a_2(x_1, h_2) \cdot \mu(x_1, 0), & x_2 = h_1; \\ 0, & 2h_2 \leq x_2 \leq l_2 - 2h_2; \\ a_2(x_1, l_2) \cdot \mu(x_1, l_2), & x_2 = l_2 - h_2. \end{cases}$$

Схема итерационного двухслойного модифицированного попеременно-треугольного метода имеет вид [4, 6, 10, 14]:

$$(D + \omega R_1) D^{-1} (D + \omega R_2) \frac{y^{n+1} - y^n}{\tau_{n+1}} + A y^n = f,$$

где

$$R_1 y = \sum_{\alpha=1}^2 \left( \frac{a_{\alpha}}{h_{\alpha}} y_{\bar{x}_{\alpha}} + \frac{a_{\alpha x_{\alpha}}}{2h_{\alpha}} y + \frac{1}{4} q y \right);$$

$$R_2 y = - \sum_{\alpha=1}^2 \left( \frac{a_{\alpha}^{+1}}{h_{\alpha}} y_{x_{\alpha}} + \frac{a_{\alpha x_{\alpha}}}{2h_{\alpha}} y - \frac{1}{4} q y \right).$$

#### Параллельная реализация попеременно-треугольного метода и результаты численных экспериментов

Для решения задачи фильтрации двухфазной несжимаемой жидкости использован адаптивный МПТМ минимальных поправок. При параллельной реализации использованы методы декомпозиции сеточных областей для вычислительно



трудоемких задач диффузии-конвекции, учитывающие архитектуру и параметры многопроцессорной вычислительной системы ЮФУ, в г. Таганроге. Пиковая производительность МВС составляет 18.8 TFlops. В качестве вычислительных узлов используется 128 однотипных 16-ядерных Blade-серверов HP ProLiant BL685c, каждый из которых оснащен четырьмя 4-ядерными процессорами AMD Opteron 8356 2.3 GHz и оперативной памятью в объеме 32ГБ.

Для параллельной реализации усовершенствованного МПТМ использованы методы декомпозиции области по одному направлению [8, 9]. Результаты использования многопроцессорных технологий для расчета полей течений приведены в таблице.

Количество ядер	Время, с	Ускорение	Эффективность
1	1447,415	1	1
2	734,728	1,97	0,985
4	387,009	3,74	0,935
8	199,643	7,25	0,906
16	109,653	13,2	0,825
32	62,659	23,1	0,722
64	36,643	39,5	0,617

Получены теоретические оценки ускорения и эффективности параллельного алгоритма, зависящие от времени выполнения арифметической операции, времени передачи данных и латентности, согласующиеся с приведенными выше экспериментальными данными (таблица).

На рис. 1–4 представлены результаты численного моделирования фильтрации двухфазной несжимаемой жидкости. На рис. 1–2 приведена функция, описывающая распределение давления в начальный момент времени и через 750 суток после начала работы нагнетательных скважин.

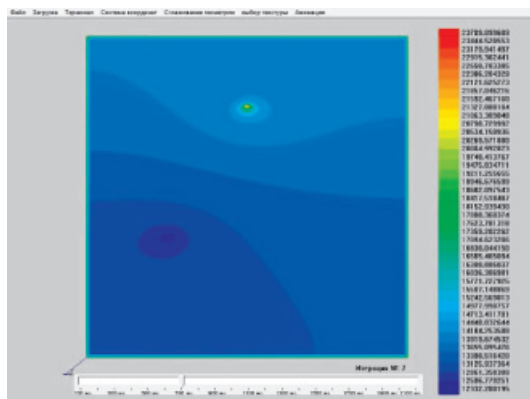


Рис. 1. Функция распределения давления в начальный момент времени

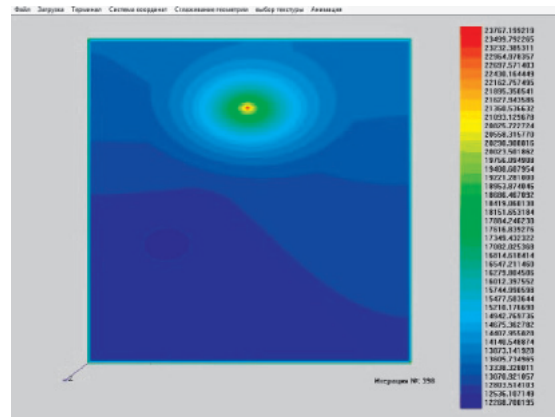


Рис. 2. Функция распределения давления через 750 суток

На рис. 3–4 приведена функция, описывающая распределение функции водонасыщенности в начальный момент времени и через 750 суток после начала работы нагнетательных скважин.

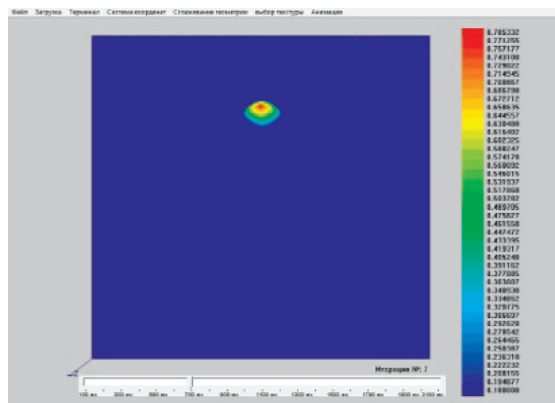


Рис. 3. Функция распределения водонасыщенности в начальный момент времени

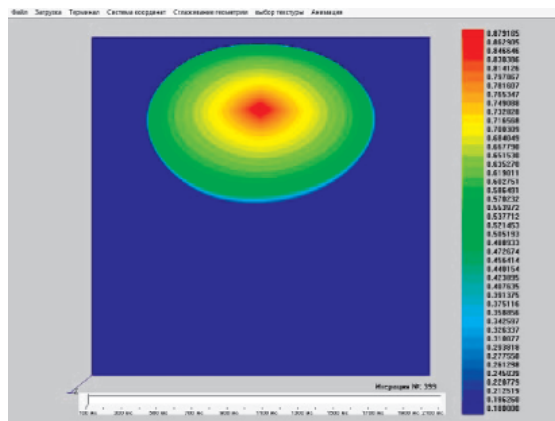


Рис. 4. Функция распределения водонасыщенности через 750 суток

### Заключение

В статье для численного решения модельной задачи фильтрации двухфазной жидкости, описывающей процесс вытеснения нефти водой, для вычисления функции давления в пласте построено усовершенствованный модифицированный попеременно-треугольный метод, учитывающий специфику сеточных аппроксимаций задач такого типа – наличие функции источников, имеющей значительные величины в относительно небольшом числе узлов сетки, совпадающих с местоположением скважин. Построена и протестирована параллельная версия данного алгоритма на многопроцессорной системе ЮФУ в г. Таганроге, имеющая приемлемые показатели ускорения и эффективности для числа ядер при их изменении в диапазоне 4–256. Данный метод может найти применение при решении реальных задач проектирования разработок нефтяных месторождений в научно-исследовательских, проектных и технологических организациях нефтегазового профиля, эксплуатирующих относительно недорогие параллельные многоядерные системы с числом ядер до нескольких сотен.

*Работа выполнена при частичной поддержке проектов Программы № 43 фундаментальных исследований Президиума РАН по стратегическим направлениям развития науки «Фундаментальные проблемы математического моделирования».*

### Список литературы

1. Бузало Н.С., Ермаченко П.А., Проценко Е.А., Хачунц Д.С., Чистяков А.Е. Трехмерная математическая модель динамики жидкости и концентрации воздушных пузырьков в карусельном азотенке // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – С. 1789.
2. Гушин В.А., Матюшин П.В. Математическое моделирование и визуализация трансформации вихревой структуры течения около сферы при увеличении степени стратификации жидкости // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 2011. – Т. 51, № 2. – С. 268–281.
3. Коновалов А.Н. Задачи фильтрации многофазной несжимаемой жидкости. – Новосибирск: Наука, 1988. – 166 с.
4. Коновалов А.Н. Метод скорейшего спуска с адаптивным попеременно-треугольным переобусловливателем // Дифференциальные уравнения. – 2004. – Т. 40, № 7. – С. 953.
5. Петров И.Б., Фаворская А.В., Санников А.В., Квасов И.Е. Сеточно-характеристический метод с использованием интерполяции высоких порядков на те-

траэдральных иерархических сетках с кратным шагом по времени // Математическое моделирование. – 2013. – Т. 25, № 2. – С. 42–52.

6. Самарский А.А., Николаев Е.С. Методы решения сеточных уравнений. – М.: Наука, 1978. – С. 592.

7. Сухинов А.И. Модифицированный попеременно-треугольный метод для задач теплопроводности и фильтрации // Вычислительные системы и алгоритмы. – 1984. – С. 52–59.

8. Сухинов А.И., Никитина А.В., Чистяков А.Е., Семенов И.С. Математическое моделирование условий формирования замороз в мелководных водоемах на многопроцессорной вычислительной системе // Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии. – 2013. – Т. 1, № 1. – С. 103–112.

9. Сухинов А.И., Хачунц Д.С., Чистяков А.Е. Математическая модель распространения примеси в приземном слое атмосферы и ее программная реализация на многопроцессорной вычислительной системе // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2015. – Т. 19, № 1. – С. 213–223.

10. Сухинов А.И., Чистяков А.Е. Адаптивный попеременно-треугольный метод для решения сеточных уравнений с несамосопряженным оператором // Математическое моделирование. – 2012. – Т. 24, № 1. – С. 3–20.

11. Сухинов А.И., Чистяков А.Е., Проценко Е.А. Математическое моделирование транспорта наночастиц в прибрежной зоне мелководных водоемов // Математическое моделирование. – 2013. – Т. 25, № 12. – С. 65–82.

12. Сухинов А.И., Чистяков А.Е., Тимофеева Е.Ф., Шишня А.В. Математическая модель расчета прибрежных волновых процессов // Мат. моделирование. – 2012. – Т. 24, № 8. – С. 32–44.

13. Сухинов А.И., Чистяков А.Е., Фоменко Н.А. Методика построения разностных схем для задачи диффузии-конвекции-реакции, учитывающих степень заполненности контрольных ячеек // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2013. – № 4 (141). – С. 87–98.

14. Сухинов А.И., Шишня А.В. Повышение эффективности попеременно-треугольного метода на основе уточненных спектральных оценок // Математическое моделирование. – 2012. – Т. 24, № 11. – С. 10–22.

15. Четверушкин Б.Н., Морозов Д.Н., Трапезникова М.А., Чурбанова Н.Г., Шильников Е.В. Ободной схеме для решения задач фильтрации // Математическое моделирование. – 2010. – Т. 22, № 4. – С. 99–109.

### References

1. Buzalo N.S., Ermachenko P.A., Procenko E.A., Hachunc D.S., Chistjakov A.E. Trehmernejaja matematicheskaja model dinamiki zhidkosti i koncentracii vozdušnyh puzyrkov v karuselnom ajepotenke // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2015. no. 1. pp. 1789.
2. Gushhin V.A., Matjushin P.V. Matematicheskoe modelirovanie i vizualizacija transformacii vihrevoj struktury techenija okolo sfery pri uvelichenii stepeni stratifikacii zhidkosti // Zhurnal vychislitelnoj matematiki i matematicheskoi fiziki. 2011. T. 51, no. 2. pp. 268–281.
3. Konovalov A.N. Zadachi filtracii mnogofaznoj neszhimaemoj zhidkosti. Novosibirsk: Nauka, 1988. 166 p.

4. Konovalov A.N. Metod skorejshego spuska s adaptivnym poperemno-treugolnym pereobuslovlivatel'em // *Differencialnye uravnenija*. 2004. T. 40, no. 7. pp. 953.
5. Petrov I.B., Favorskaja A.V., Sannikov A.V., Kvasov I.E. Setochno-harakteristicheskij metod s ispolzovaniem interpolacii vysokih porjadkov na tetrajedralnyh ierarhicheskikh setkah s kratnym shagom po vremeni // *Matematicheskoe modelirovanie*. 2013. T. 25, no. 2. pp. 42–52.
6. Samarskij A.A., Nikolaev E.S. *Metody reshenija setochnykh uravnenij*. M.: Nauka, 1978. pp. 592.
7. Suhinov A.I. Modificirovannyj poperemno-treugolnyj metod dlja zadach teploprovodnosti i filtracii // *Vychislitelnye sistemy i algoritmy*. 1984. pp. 52–59.
8. Suhinov A.I., Nikitina A.V., Chistjakov A.E., Semenov I.S. Matematicheskoe modelirovanie uslovij formirovanija zamorov v melkovodnyh vodoemah na mnogoprocessornoj vychislitelnoj sisteme // *Vychislitelnye metody i programirovanie: novye vychislitelnye tehnologii*. 2013. T. 1, no. 1. pp. 103–112.
9. Suhinov A.I., Hachunc D.S., Chistjakov A.E. Matematicheskaja model rasprostranenija primesi v prizemnom sloe atmosfery i ee programmaja realizacija na mnogoprocessornoj vychislitelnoj sisteme // *Vestnik Ufimskogo gosudarstvennogo aviacionnogo tehničeskogo universiteta*. 2015. T. 19, no. 1. pp. 213–223.
10. Suhinov A.I., Chistjakov A.E. Adaptivnyj poperemno-treugolnyj metod dlja reshenija setochnykh uravnenij s nesamosopryazhennym operatorom // *Matematicheskoe modelirovanie*. 2012. T. 24, no. 1. pp. 3–20.
11. Suhinov A.I., Chistjakov A.E., Procenko E.A. Matematicheskoe modelirovanie transporta nanosov v pribrezhnoj zone melkovodnyh vodoemov // *Matematicheskoe modelirovanie*. 2013. T. 25, no. 12. pp. 65–82.
12. Suhinov A.I., Chistjakov A.E., Timofeeva E.F., Shishenja A.V. Matematicheskaja model rasčeta pribrezhnykh volnovykh processov // *Mat. modelirovanie*. 2012. T. 24, no. 8. pp. 32–44.
13. Suhinov A.I., Chistjakov A.E., Fomenko N.A. Metodika postroenija raznostnykh shem dlja zadachi diffuzii-konvekcii-reakcii, uchityvajushchih stepen zapolnennosti kontrolnykh jacheek // *Izvestija Juzhnogo federalnogo universiteta. Tehničeskije nauki*. 2013. no. 4 (141). pp. 87–98.
14. Suhinov A.I., Shishenja A.V. Povyšenie jeffektivnosti poperemno-treugolnogo metoda na osnove utochnennykh spektralnykh ocenok // *Matematicheskoe modelirovanie*. 2012. T. 24, no. 11. pp. 10–22.
15. Četverushkin B.N., Morozov D.N., Trapeznikova M.A., Churbanova N.G., Shilnikov E.V. Obodnoj sheme dlja reshenija zadach filtracii // *Matematicheskoe modelirovanie*. 2010. T. 22, no. 4. pp. 99–109.

УДК 51.77

## МОДЕЛЬ «ВИРТУАЛЬНЫЙ ВУЗ» КАК ПОДСИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ВУЗА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ

Тухватуллин Р.И., Богданова Д.Р., Прудников В.Б., Бикбулатова Г.Р.

ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет», Уфа, e-mail: dianochka7bog@mail.ru

В данной работе рассматривается проблема повышения качества предоставления образовательных услуг вузом за счет разработки и внедрения информационно-образовательной среды и ее подсистемы «Виртуальный вуз». Проведен анализ проблемы управления качеством образовательного процесса и предложена концептуальная модель «Виртуального вуза», описаны ее основные возможные структурные элементы, порядок их взаимодействия. В рамках предложенной модели качественно описан поэтапный процесс информационного потока с целью получения знаний бакалаврами. Подробно рассмотрены основные дидактические принципы обучения, заложенные в модель. В процессе исследования были использованы методы общей теории систем и системного анализа, методы теории управления и методы управления качеством. Экспериментально подтверждено, что проектирование информационно-образовательной среды вуза позволяет повысить информационную компетентность бакалавров. Полученные теоретические и прикладные результаты могут быть использованы для повышения уровня управления качеством образовательных услуг.

**Ключевые слова:** вуз, модель информационно-образовательной среды, информационная компетентность, образовательные услуги, управление качеством

## «VIRTUAL UNIVERSITY» CONCEPTUAL MODEL AS A SUBSYSTEM OF INFORMATION ECOSYSTEM OF EDUCATIONAL PROCESS TO UNIVERSITY QUALITY MANAGEMENT CONTROL

Tukhvatullin R.I., Bogdanova D.R., Prudnikov V.B., Bikbulatova G.R.

Federal State Educational Institution of Higher Education «Bashkir State University»,  
Ufa, e-mail: dianochka7bog@mail.ru

The paper deals with the problem of the quality of University education by the development and implementation of information ecosystem of educational process (IEEP) and its subsystem called «Virtual University». We have studied the problem of quality management control of the educational process and proposed one conceptual model of the «Virtual University», and also described thoroughly its possible basic structural elements and the mechanism of their interaction. We described the process of information flows so that graduated bachelor's get knowledge of the high quality. Basic didactic educational principles laid down in the model are also presented. In this research we have used methods of general systems theory and systems analysis, as well as methods of control theory and those of quality control management. We have experimentally proven that an IEEP system can actually improve the competence of graduated bachelors. The theoretical and practical results obtained in this work can be used to improve the quality control management of educational institutions of any kind.

**Keywords:** university, computer model of education process, information competence, educational services, quality management

Модель информационно-образовательной среды нами представлена как целостная система, где образовательный процесс по формированию информационно-профессиональной компетентности бакалавров в вузе является **подсистемой**, входящей в состав **системы** – образовательной среды вуза, в которой осуществляется управление в целом. Эффективность процесса проектирования определяется критериями информационно-образовательной среды – управляемостью, организованностью и технологичностью [5].

В связи с этим предлагается спроектированная модель «Виртуального вуза» как основанного информационно-виртуально-образовательного центра по управлению основной информационной, методической и технологической поддержкой вуза и вхо-

дящих в него структур – учебно-методического управления, профкома для студентов и сотрудников, отдела по научной работе и центра технического обслуживания и других. В нашем видении виртуальный вуз представляет собой мощный телекоммуникационный центр, который управляет и объединяет работу не только высококвалифицированного персонала вуза, но и координирует деятельность профессорско-преподавательского состава. В свою очередь, профессорско-преподавательский состав координирует учебную деятельность студентов всего вуза. Работа «Виртуального вуза» построена на открытом доступе для других учебных заведений, базируется на типовом программном обеспечении с целью обеспечения и ведения образовательного процесса посредством сети Интернет.



Кроме этого «Виртуальный вуз» предназначен для осуществления образовательного процесса преподавателями по основным реализуемым дисциплинам. Бакалавры также имеют доступ в «Виртуальный вуз» и могут в режиме «on-line» обучаться по тем или иным дисциплинам, посещать электронную библиотеку, где сосредоточено основное учебно-методическое обеспечение, и получать необходимую учебную информацию, а также получать зачет или сдавать экзамен после освоения материала курса. При этом предусмотрены следующие возможности общения преподавателя с бакалаврами: электронная почта, телеконференции, консультации в режиме «on-line», посредством электронных сообщений или в чате, а также посредством участия в виртуальных конференциях, форумах, дискуссионных круглых столах.

Рассмотрим структурные элементы «Виртуального вуза» (рисунок).

а также обеспеченность дисциплин необходимыми нормативными актами, государственными образовательными стандартами, рабочими программами, учебными планами и другими документами для реализации образовательного процесса.

Управление и разработку технического обеспечения, его текущую эксплуатацию, технологический мониторинг «Виртуального вуза» и консультационную поддержку по работе в информационно-образовательной среде осуществляет *Центр технического обслуживания*.

Структурным элементом «Виртуального вуза» также является *Электронная библиотека*, которая играет важную роль в эффективном функционировании образовательного процесса по реализуемым дисциплинам. Электронная библиотека создается с целью сокращения персональных контактов между преподавателем и студентами, а также повышения роли самостоятельной

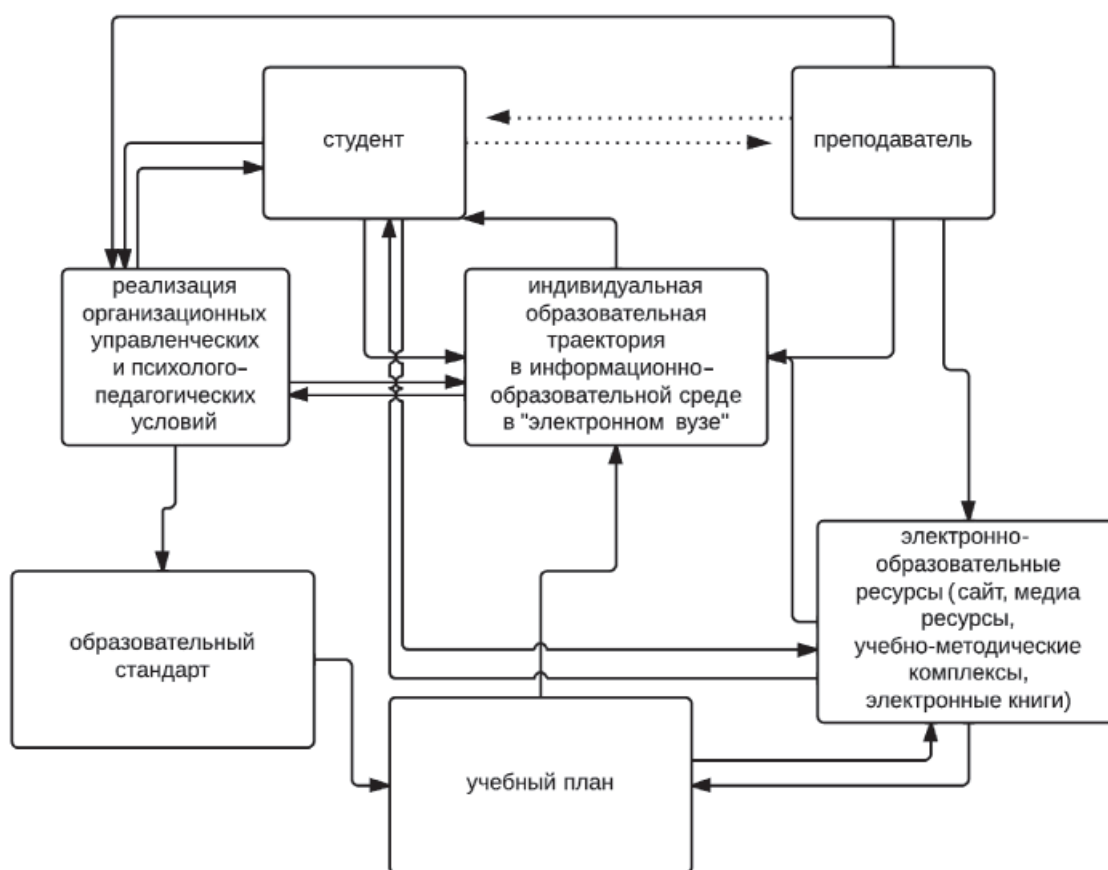


Схема концептуальной модели информационно-образовательной среды «Виртуальный вуз»

Важным структурным элементом является *Учебно-методическое управление*, которое осуществляет контроль деятельности профессорско-преподавательского состава,

работы студентов. В ней представлены электронные учебники, учебные пособия, методические рекомендации и другие учебно-методические издания по реализуемым

дисциплинам, разработанные на основе: полноты и непрерывности изложения материала, реализации новых дидактических схем работы с использованием современных информационных средств, комплексного применения мультимедийных технологий и навигационных возможностей. В ней также представлен список печатных учебно-методических изданий профессорско-преподавательского состава, которые участники образовательного процесса могут приобрести для личного пользования.

*Профком для студентов и сотрудников* также является структурным элементом «Виртуального вуза», в котором освещаются все новости и события по трудоустройству, организуемым спортивно-массовым и культурным мероприятиям, вопросам проживания в общежитии, организации курортно-туристических поездок и по многим другим вопросам жизни студентов и внеучебной деятельности профессорско-преподавательского состава.

Наконец, *Научный отдел* осуществляет управление и организацию магистратуры и аспирантуры.

Для реализации **организационного критерия** информационно-образовательная среда вуза должна отвечать современным требованиям процесса обучения бакалавров и обладать всем необходимым техническим обеспечением, развитой компьютерной базой, подключением к сети Интернет, интерактивными досками.

Взаимодействие преподавателя и бакалавров в рамках «Виртуального вуза» осуществляется на основе:

- выявления «слабых» сторон выполнения практических заданий;
- выявления сложных разделов и вопросов по выполнению практических и проектных заданий;
- выставления рейтинговой оценки по выполнению практических и проектных заданий;
- прохождения образовательного курса в заданные сроки;
- прохождения зачетов (тестирования) в заданные сроки;
- свободной навигации по «Виртуальному вузу»;
- доступа к консультациям с преподавателем посредством электронной почты, общения в чате и др.;
- свободного доступа к сети Интернет.

Организационный критерий также реализовался в основе конструирования образовательного процесса по дисциплине «Современные информационные технологии в образовании», направленного не на предоставление бакалаврам готовых знаний, а на

деятельностном его построении в целях формирования у бакалавров ориентировочной основы.

Данный процесс построен на **позтапном познании** информационного потока с целью получения знаний, необходимых для адаптации за пределами вуза, направлен на развитие у бакалавров интеграции общих фундаментальных знаний и общих способностей деятельности, а также способности решать задачи в неопределенных проблемных ситуациях и адаптивности в нестандартных условиях изменяющихся условиях среды:

### **Этапы познания информационного потока в рамках «Виртуального вуза»?**

**1 этап** направлен на освоение инструментальных возможностей ИКТ, на рефлексивное осмысление роли информационно-коммуникационных технологий в жизнедеятельности человека и формирование умений педагогов применять ИКТ как инструмент деятельности. Содержание обучения включает в себя освоение навыков поиска информации в сети Интернет, различных умений обработки информации с помощью ИКТ [3, с. 14].

**2 этап** направлен на освоение педагогических возможностей ИКТ, на формирование представлений у бакалавров о ресурсных возможностях ИКТ для решения педагогических задач. Содержание компонента включает в себя осмысление образовательного потенциала ИКТ, знакомство с их обучающими функциями и ресурсными возможностями для организации проектной деятельности.

**3 этап** направлен на осознание бакалаврами готовности к широкому внедрению ИКТ. В рамках этого компонента предполагается выполнение заданий, направленных на рефлексии процессов и результатов применения ИКТ на занятиях, на проектирование сайтов.

**4 этап** направлен на широкое использование бакалаврами проективной деятельности с применением ресурсных возможностей ИКТ для решения конкретных педагогических задач, непосредственное применение ИКТ в деятельности [1, с. 130].

**5 этап** – это новая организация деятельности на основе использования ресурсных возможностей ИКТ, направлен на переосмысление профессиональной позиции бакалавров и пересмотр содержания, методов и форм педагогической деятельности с учетом ресурсных возможностей ИКТ. В содержание обучения включены вопросы моделирования и выстраивания информационно-образовательной среды (ИОС) образовательного учреждения, обеспечивающей удовлетворение индивидуальных

информационно-образовательных потребностей обучающихся и выстраивание ими индивидуальных образовательных маршрутов.

6 этап системы – готовность педагога к совершенствованию или изменению устаревающих конструкторов педагогической деятельности, умение выстраивать информационно-образовательную среду, обеспечивающую развитие каждого обучающегося, и умение управлять самостоятельной познавательной деятельностью обучающихся в условиях открытой информационно-образовательной среды учреждения.

Образовательный процесс по формированию информационной компетентности выстроен с учетом таких дидактических принципов обучения, как:

– принцип *адаптируемости*, который характеризуется как функциональность, приспособляемость и жизнеспособность в любых социальных условиях и средах посредством основ поисковой и проектной деятельности;

– принцип *вариативности*, который заключается в выборе бакалаврами содержания и форм деятельности студентов на аудиторных занятиях, выборе практического учебного модуля по предложенному компьютерному учебнику, выборе варианта проектных заданий с учетом интересов и возможностей студента, выборе профессиональных функций, выполняемых студентом в период семестровых занятий, выборе формы отчетности по результатам освоения изученного материала;

– *самостоятельности* – основой содержания является самостоятельная работа бакалавра;

– *проблемности* – наличие в содержании проблем, связанных с поиском, отбором, переработкой, презентацией, трансляцией, использованием информации в учебной, исследовательской и педагогической деятельности;

– *научности* – преимущество в содержании отдается научной информации и научному анализу других видов информации [4, с. 72];

– *связи с учебной, исследовательской и профессионально-педагогической деятельностью* – направленность содержания на решение задач учебной, исследовательской и педагогической деятельности;

– принцип *управляемости*: в любой момент возможна коррекция педагогом процесса обучения [2, с. 78];

– принцип *рейтинговой системы оценивания*, который обеспечивает регулярный контроль процесса обучения в целом, тем самым ориентируя студента на систематическую работу в течение всего срока обучения, мотивацию успешной работы студента

за счет введения элементов состязательности на основе данных рейтинга, оперативную обработку результатов и своевременную корректировку хода учебного процесса и оперативного учета;

– принцип *поэтапности*, который позволял нам выстроить алгоритм моделирования учебного содержания [6, с. 160].

Результатом процесса обучения является формирование информационной компетентности и ее критериев – методологического, теоретического, методико-практического и конструктивно-технологического, которые оценивались с помощью:

– системы тестирования – программные средства контроля уровня знаний, умений и навыков автоматизируют процесс оценки качества знаний бакалавров;

– информационно-поисковых справочных систем, предназначенных для поддержки самостоятельной работы учащихся. Они дополняют регулярное и последовательное изложение материалов в учебниках возможностями непосредственного доступа к нужным блокам информации через использование поиска по ключевым словам, запросам и т.д.;

– средств математического и имитационного моделирования, направленных на автоматизацию процесса практических занятий. Это может быть и моделирование физического эксперимента, и имитатор недоступного учащемуся прибора, и рейтинговая система по решению обыкновенных дифференциальных уравнений, и моделирование дискуссии;

– рейтингов – бакалавр в течение изучения модулей набирает определенное количество баллов, а затем в сумме они составляют его индивидуальный рейтинг. Рейтинговая система повышает мотивацию к учёбе и облегчает итоговое оценивание студента. Рейтинговая оценка бакалавров осуществляется в соответствии с уровнями сформированности информационной компетентности бакалавров, где первый уровень – минимальный, репродуктивный; второй уровень – средний, среднепродуктивный; третий уровень – высокий, продуктивный, продвинутый.

Все действия бакалавров отслеживаются преподавателем в «Виртуальном вузе» при их регистрации в системе:

– начало, общее время и дата окончания изучения курса;

– результаты прохождения практических и проектных заданий по модулям;

– результат тестирования по курсу;

– время изучения и просмотра отдельных страниц, отдельных модулей, списка литературы, количество обращений к ключевым разделам;

– «непреходимые» практические и проектные задания.

Это позволяет оценить, с какими заданиями бакалавр не справился (с самыми «легкими», средней сложности и высокой степени трудности), определить разделы, потребовавшие повторного изучения.

Опытно-экспериментальная работа подтвердила то, что именно проектирование информационно-образовательной среды и образовательного процесса в вузе (например, на основе «Виртуального вуза») позволяет достичь положительного результата при формировании информационной компетентности бакалавров.

### Список литературы

1. Колесникова И.А. Педагогическое проектирование: учеб. пособие для высш. учеб. заведений / И.А. Колесникова, М.П. Горчакова-Сибирская; под ред. И.А. Колесниковой. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 288 с.
2. Краевский В.В. Методология педагогика: пособие для педагогов-исследователей. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2001. – 244 с.
3. Монахов В.М. Проектирование и внедрение новых технологий обучения // Сов. педагогика. – 1990. – № 7. – С. 17–23.
4. Подласый И.П. Педагогика. – М.: Юрайт, 2011. – 575 с.
5. Сластенин В.А. Педагогика: Инновационная деятельность / В.А. Сластенин, Л.С. Подымова. – М.: ИЧП Изд-во «Магистр», 1997. – 224 с.
6. Сластенин В.А., Каширин В.П. Психология и педагогика. – М.: Изд. центр «Академия», 2010. – 477 с.
7. Штейнберг, В.Э. Дидактическая многомерная технология: история разработки // Педагогический журнал Башкортостана. – 2011. – № 5. – С. 87.

### References

1. Kolesnikova I.A. (Pedagogicheskoe proektirovanie: uchebnoe posobie dlya vysshyih uchebnyih zavedeniy) Pedagogical design: Textbook for higher educational institutions / I.A. Kolesnikova, M.P. Gorchakova-Sibirskaya; Ed. I.A. Kolesnikova. M: Publishing center «Academy», 2005. 288 p.
2. Krajewski V.V. (Metodologiya pedagogika: posobie dlya pedagogov issledovateley) Methodology of Pedagogy: Handbook for teachers and researchers. Cheboksary: Ed. University of Chuvashia., 2001. 244 p.
3. Monahov V.M. (proektirovanie i vnedrenie novyih tehnologiy obucheniya) Design and implementation of new learning technologies. Sowietskaya pedagogyka. 1990. no. 7. pp. 17–23.
4. Podlasyiy I.P. (Pedagogika) Pedagogic. M.: Ed. Yurayt, 2011. 575 p.
5. Slastenin V.A. (Pedagogika: Innovacionnaya deyatel'nost) Pedagogy: Innovation activity. M.: IPE «Publishing Magister», 1997. 224 p.
6. Slastenin V.A., Kashirin V.P. (Psihologiya i pedagogika) Psychology and pedagogic. M: Ed. «Academy», 2010. 477 p.
7. Steinberg V.E. (Didakticheskaya mnogomernaya tehnologiya: istoriya razrabotki) Didactic multidimensional technology: development history // Pedagogical journal of Bashkortostan. 2011. no. 5. pp. 87.



УДК 681.5

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ «УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ»  
ДЛЯ ОЦЕНКИ РЕСУРСА ТРУБЧАТОЙ ПЕЧИ  
И ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ  
АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ**

**Хафизов А.М., Баширов М.Г., Чурагулов Д.Г., Аслаев Р.Р.**

*Филиал ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,  
Салават, e-mail: alik\_hafizov@mail.ru*

Для повышения безопасности эксплуатации трубчатых печей нефтегазового производства с учетом технического состояния конструктивных элементов предлагается создание системы «усовершенствованное управление» на основе эмулятора технологических процессов корпорации Honeywell UniSim Design и технических средств сбора технологической и диагностической информации (датчики фирм «Honeywell», «Endress + Hauser», «Krohne», «Yokogawa»). Программный комплекс UniSim Design позволяет моделировать технологический процесс, режимы работы (нормальный, предаварийный, аварийный) и техническое состояние оборудования, в частности напряженно-деформированное состояние и процесс образования отложений внутри змеевика трубчатой печи. Моделирование и мониторинг зон змеевиков трубчатой печи с повышенным напряженно-деформированным состоянием и уровня отложений в них позволяют предотвратить возникновение и развитие аварийных (нештатных) ситуаций на технологических установках нефтегазового производства.

**Ключевые слова:** трубчатая печь, «усовершенствованное управление», совершенствование систем управления, поврежденность, отказ

**DEVELOPMENT OF «IMPROVED MANAGEMENT»  
TO ASSESS RESOURCE TUBE FURNACE AND INCREASE THE EFFICIENCY  
OF EMERGENCY AUTOMATIC PROTECTION**

**Khafizov A.M., Bashirov M.G., Churagulov D.G., Aslaev R.R.**

*Branch of SEI HPE «Ufa State Petroleum Technological University»,  
Salavat, e-mail: alik\_hafizov@mail.ru*

To increase safety exploitation tube furnaces oil and gas industry taking into account the technical state of structural elements is proposed the creation of a system of «advanced control» on the basis of the emulator processes the Honeywell UniSim Design and technical means of collection of technological and diagnostic information (sensors firms «Honeywell, Endress + Hauser, Krohne», «Yokogawa»). The program complex UniSim Design allows to model technological process, modes of operation (normal, pre-emergency, emergency) and the technical condition of the equipment, in particular the stress-strain state and the formation of deposits inside the coil tube furnace. Modeling and monitoring the areas of the coils of the tubular furnace with high stress-strain state and the level of sediments in them can prevent the occurrence and development of emergency (abnormal) situations on process plants oil and gas industry.

**Keywords:** tube furnace, «improved management», improvement of management systems, damage, failure

Установки предприятий нефтегазовой отрасли являются опасными производственными объектами [4]. Анализ аварийных ситуаций на предприятиях нефтегазовой отрасли показывает, что одним из наиболее опасных объектов этой отрасли является трубчатая печь. По данным Академии государственной противопожарной службы МЧС России за 2007–2015 гг. 11,4% аварий на объектах нефтегазовой отрасли приходится именно на трубчатые печи (рис. 1 и 3). Причинами аварий являются:

- разгерметизация змеевика – пожар в печи;
- погасание горелок – взрыв в печи;
- разгерметизация оборудования снаружи печи – взрыв снаружи печи.

Печи являются источниками образования взрывоопасных смесей. Пожары и взрывы в печах часто являются причиной разрушения оборудования, расположенного в непосредственной близости. Большинство аварий происходит из-за разгерметизации змеевика и выброса целевого продукта в объем печи. Разгерметизация змеевика происходит чаще всего из-за разрушения в зонах повышенной концентрации механических напряжений или прогара в зонах внутренних отложений. Своевременная очистка внутренней полости змеевика и предотвращение наступления предельного напряженно-деформированного состояния позволяют предупредить возникновение пожаров или взрывов.



Рис. 1. Статистика аварийных ситуаций на трубчатых печах

Самым распространенным способом обеспечения промышленной и пожарной безопасности трубчатых печей является использование системы противоаварийной автоматической защиты (ПАЗ), предназначенной для предупреждения и предотвращения аварийных ситуаций, возникающих в результате действия человеческого фактора или сбоев в работе оборудования. В системах ПАЗ используются специально сертифицированные датчики, измерительные приборы, исполнительные устройства и программируемые контроллеры. Контроллеры имеют дублированную архитектуру, повышающую их надежность и, соответственно, безопасность технологических процессов. Система ПАЗ формирует управляющие воздействия на исполнительные устройства для предотвращения и развития аварийных (нештатных) ситуаций.

В соответствии с требованиями РД 09-102-95 «Методических указаний по определению остаточного ресурса потенциально опасных объектов, поднадзорных Госгортехнадзору России» процесс оценки технического состояния трубчатых печей состоит из следующих этапов:

- изучение технической документации печи (проектной, исполнительной, эксплуатационной);

- оперативная диагностика печи, которая проводится в период работы установки в соответствии с разработанной программой с использованием штатных контрольно-измерительных приборов установки;

- экспертное обследование печи, которое проводится в период ее останова с целью получения информации о реальном техническом состоянии печи, ее основных элементов и узлов;

- наружный и внутренний осмотр печи и ее основных элементов. При визуальном (наружном и внутреннем) осмотре печи устанавливается состояние наружной поверхности и наличие деформаций, коррозионного и эрозионного износа и других дефектов основных элементов печи: трубного змеевика, металлоконструкций, гарнитуры, кладки и футеровки печи, боровов и газоходов, дымовых труб, горелок.

Недостатки данных методов обследования технического состояния:

- реальное техническое состояние элементов печи можно определить только в период ее останова;

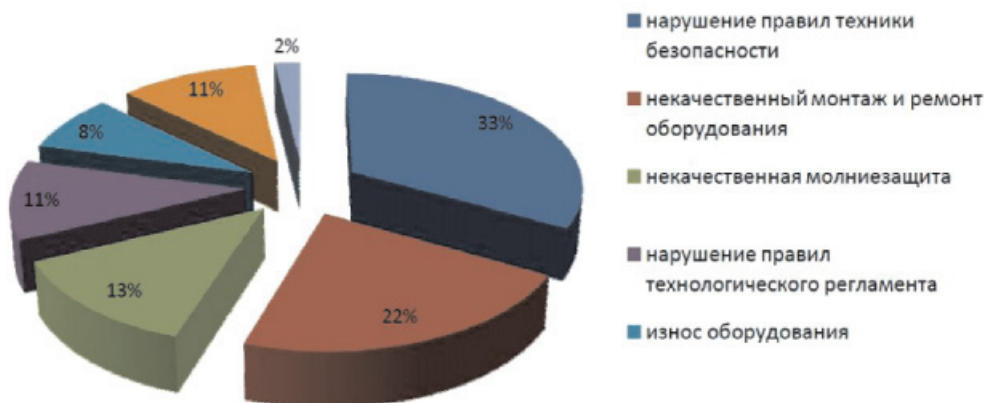


Рис. 2. Статистические данные о причинах аварий на предприятиях нефтегазового производства

Следует отметить, что значительная часть аварий на трубчатых печах возникает из-за неисправностей конструктивных элементов, в том числе и технических средств автоматизации, поэтому актуальным является задача оценки их технического состояния и прогнозирования ресурса безопасной эксплуатации [1, 3].

- нет возможности контролировать ухудшение технического состояния элементов трубчатой печи в режиме реального времени;

- визуальный осмотр в период работы печи не дает точно оценить все повреждения (количественно и качественно).

Проблемам обеспечения пожарной и промышленной безопасности технологических установок нефтегазового производства, содержащих трубчатые печи, посвящены работы А.А. Абросимова, П.Г. Белова, И.Р. Кузеева, Н.В. Лазарева, М.Х. Хусниярова и др. Вопросы моделирования технологических процессов нефтегазового производства для решения задач диагностики этих процессов и технологического оборудования рассматриваются в работах А.В. Мозгалевского, А.П. Веревкина, Н.Б. Кобелева, Д.С. Матвеева, Ю.Н. Федорова и др.

В данной работе рассматривается метод повышения пожарной и промышленной безопасности трубчатых печей, основанный на оптимизации системы обслуживания и ремонта оборудования. При реализации этого метода необходимо решить следующие задачи:

– моделирование технологического процесса и технического состояния элементов трубчатой печи в программном комплексе UniSim Design корпорации Honeywell;

– совершенствование системы автоматического управления трубчатой печи с использованием виртуальных анализаторов – создание системы «усовершенствованное управление» APC (APC – Системы усовершенствованного управления технологическими процессами [2]).

В качестве объекта исследования выбран технологический процесс гидрирова-

ния бензол-толуол-ксилольной фракции 1 и 2 ступеней, основанный на использовании трубчатой печи. Для создания компьютерной модели технологического процесса применяется программный продукт UniSim Design корпорации Honeywell. UniSim Design обеспечивает 2 режима работы: статический и динамический. В статическом режиме можно моделировать стационарный режим распределения потоков энергии и вещества. Переходные и скоротечные процессы лучше всего изучать, используя динамические модели процессов. UniSim Design содержит широкий набор инструментов, позволяющих моделировать работу различных видов технологического оборудования [5].

В данной работе разработана модель змеевика печи длиной 60 м из жаропрочной низколегированной стали 15X5М. Поток жидкости моделируется радиальным изотропным, т.е. однородным, без массовых и энергетических градиентов. Гидрогенизат с водородсодержащим газом, протекая по всей длине змеевика, равномерно нагревается за счет теплоты сгорания топливного газа, подводимого к змеевику из радиантной зоны печи.

С помощью встроенных утилит программного продукта был произведен расчет процесса образования отложений внутри змеевика трубчатой печи в зависимости от режимов работы, значений технологических параметров и длительности эксплуатации.

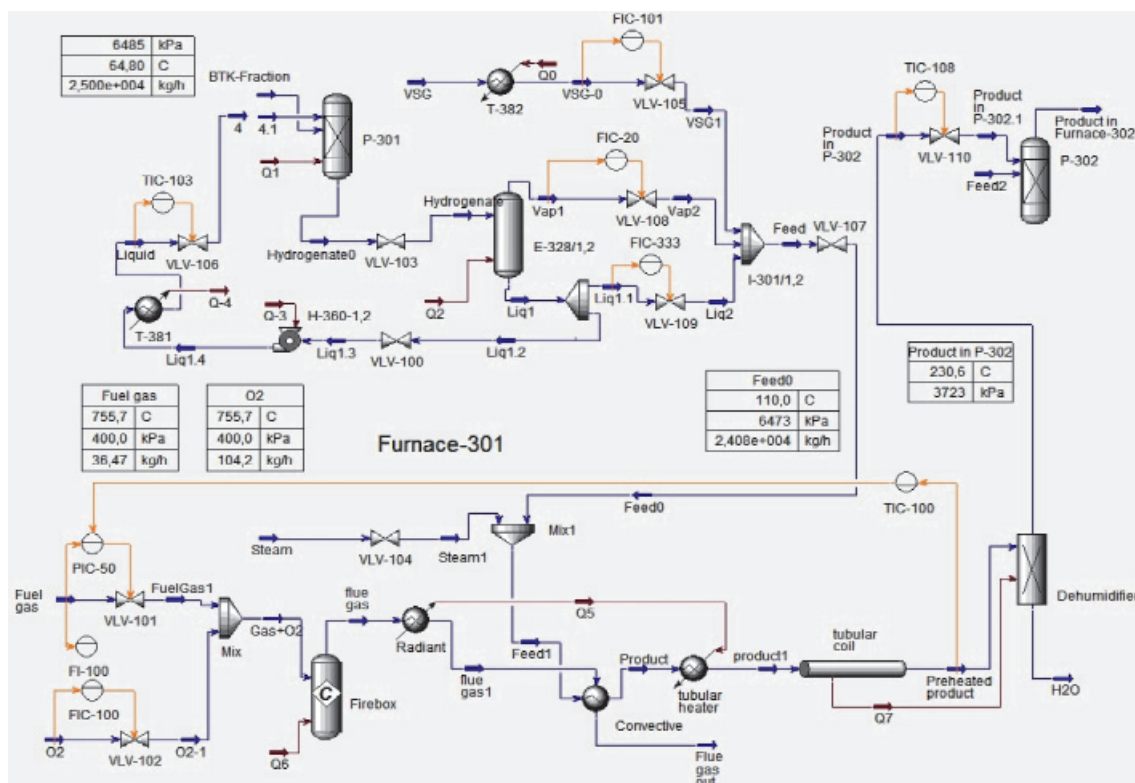


Рис. 3. Модель узла гидрирования в программном продукте UniSim Design корпорации Honeywell

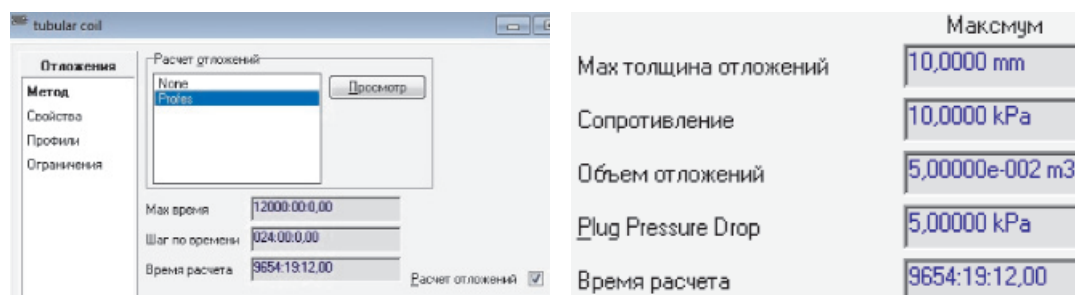


Рис. 4. Результат моделирования процесса накопления отложений в змеевике трубчатой печи

Система «усовершенствованное управление» позволяет контролировать техническое состояние технологического оборудования и управлять технологическим процессом в реальном времени. Высокая производительность системы позволяет реагировать на любые изменения технического состояния оборудования и технологического процесса, принимать необходимые решения для предотвращения возникновения и развития аварийных ситуаций. На основе компьютерной модели исследованы как режимы нормальной работы печи, так и предаварийные и аварийные режимы [6, 7].

Результаты моделирования показывают, что при параметрах технологического процесса, заданных технологическим регламентом, толщина отложений в змеевике (10 участков по 6 метров) достигает значения 1 см за 9600 часов. Аналогично можно смоделировать процесс отложения кокса на внутренней поверхности змеевика при различных значениях технологических параметров, а также и процесс формирования зон напряженно-деформированного состояния труб змеевика печи. Разработанные модели позволяют повысить эффективность технологического процесса и оборудования, оценить техническое состояние и ресурс оборудования, рассчитать оптимальное время работы печи для обеспечения надежной и безопасной эксплуатации, осуществить переход на систему обслуживания и ремонта по техническому состоянию (рис. 4). Предотвращение возникновения зон с повышенным напряженно-деформированным состоянием змеевиков печи и мониторинг толщины отложений в них позволяют существенно снизить вероятность возникновения пожаров и взрывов.

#### Список литературы

1. Баширов М.Г. Система автоматизации управления техническим состоянием технологического оборудования нефтегазовых производств / М.Г. Баширов, Р.Н. Бахтизин, Э.М. Баширова, И.С. Миронова // Нефтегазовое дело: электронный научный журнал. – 2011. – № 3. – С. 26–40. – URL: [http://www.ogbus.ru/authors/Bashirov/Bashirov\\_4.pdf](http://www.ogbus.ru/authors/Bashirov/Bashirov_4.pdf).
2. Внедрение систем улучшенного управления производством [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.infra.ru/uslugi/detail.php?ID=65> (дата обращения: 27.10.2015).

3. Миронова И.С. Исследование интегральных критериев оценки энергобезопасности и энергоэффективности электрооборудования / И.С. Миронова, М.Г. Баширов // Федоровские чтения-2010: матер. XL Всерос. науч.-практ. конф. – М: Изд. дом МЭИ, 2010. – С. 21–23.

4. Миронова И.С. Система мониторинга технического состояния электрооборудования нефтепереработки и нефтехимии / И.С. Миронова, М.Г. Баширов // Экологические проблемы нефтедобычи: сборник трудов Всероссийской научной конференции (22–25 ноября 2010 г.). – Уфа: Нефтегазовое дело, 2010. – 506 с.

5. Хафизов А.М. Разработка автоматизированной системы мониторинга технологических процессов и электрооборудования предприятий нефтегазовой отрасли / А.М. Хафизов, М.Г. Баширов, С.С. Фомичев, Р.Р. Аслаев // Тинчуринские чтения: материалы докладов X Международной молодежной научной конференции. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2015. – С. 24–25.

6. Хафизов А.М. Разработка системы «улучшенное управление» для оценки технического состояния электрооборудования с применением виртуальных анализаторов для предприятий нефтегазовой отрасли / А.М. Хафизов, Т.Н. Кильсинбаев, Т.И. Хакимов // Тинчуринские чтения: материалы докладов X Международной молодежной научной конференции. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2015. – С. 11–12.

7. Хафизов А.М. Разработка системы «улучшенного управления» техническим состоянием электрооборудования и промышленной безопасностью предприятий нефтегазовой отрасли / А.М. Хафизов, М.Г. Баширов // Федоровские чтения-2014: матер. XLIV Междунар. науч.-практ. конф. – М: Изд. дом МЭИ, 2014. – С. 37–39.

#### References

1. Bashirov M.G., Bakhtizin R.N., Bashirova E.M., Mironova I.S. // Neftegazovoye delo: elektronnyy nauchnyy zhurnal. 2011. no. 3. pp. 26–40. URL: [http://www.ogbus.ru/authors/Bashirov/Bashirov\\_4.pdf](http://www.ogbus.ru/authors/Bashirov/Bashirov_4.pdf).
2. Vnedrenie sistem uluchshennogo upravleniya proizvodstvom Available at: <http://www.infra.ru/uslugi/detail.php?ID=65> (accessed 27 October 2015).
3. Mironova I.S., Bashirov M.G. // Fedorovskiye chteniya-2010: mater. XL Vseros. nauch.-prakt. conf. M: Izd. dom MEI. 2010. pp. 21–23.
4. Mironova I.S., Bashirov M.G. // Sbornik trudov Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii «Ekologicheskiye problemy nefte dobychi» (22–25 noyabrya 2010 g.). Ufa : Neftegazovoye delo. 2010. 506 s.
5. Khafizov A.M., Bashirov M.G., Fomichev S.S., Aslayev R.R. // Materialy dokladov X Mezhdunarodnoy molodezhnoy nauchnoy konferentsii «Tinchurinskiye chteniya» Kazan: Kazan. gos. energ. un-t. 2015. pp. 24–25.
6. Khafizov A.M., Kilsinbayev T.N., Khakimov T.I. // Materialy dokladov X Mezhdunarodnoy molodezhnoy nauchnoy konferentsii «Tinchurinskiye chteniya» Kazan: Kazan. gos. energ. un-t. 2015. pp. 11–12.
7. Khafizov A.M., Bashirov M.G. // Fedorovskiye chteniya-2014: mater. XLIV Mezhdunar. nauch.-prakt. conf. M: Izd. dom MEI. 2014. pp. 37–39.



УДК 532.5.031

**ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСКРЕТНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ  
МОДЕЛИ РАСЧЕТА ПРИБРЕЖНЫХ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ  
НА ОСНОВЕ РЕГУЛЯРИЗОВАННЫХ ПО Б.Н. ЧЕТВЕРУШКИНУ  
ЯВНЫХ СХЕМ НА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ  
С МАССОВЫМ ПАРАЛЛЕЛИЗМОМ**

<sup>1</sup>Чистяков А.Е., <sup>1</sup>Хачунц Д.С., <sup>2</sup>Тимофеева Е.Ф., <sup>3</sup>Фоменко Н.А., <sup>4</sup>Кузнецова И.Ю.

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт многопроцессорных вычислительных систем имени академика А.В. Каляева, ГОУ ВО «Южный федеральный университет», Таганрог, e-mail: cheese\_05@mail.ru, diana-hachunts@mail.ru;

<sup>2</sup>ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», Ставрополь, e-mail: teflena@mail.ru;

<sup>3</sup>Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, Москва, e-mail: natysik\_ice@mail.ru;

<sup>4</sup>Инженерно-технологическая академия, ГОУ ВО «Южный федеральный университет», Таганрог, e-mail: kuznet.i.u@gmail.com

Рассматривается непрерывная математическая модель выхода волны на берег и ее разрушения, учитывающая такие физические параметры, как турбулентный обмен, сложная геометрия дна и береговой линии, трение о дно. Для этой модели построен эффективный алгоритм ее реализации, учитывающий динамическое изменение уровня возвышения жидкости. Разработан метод построения сеток с динамически изменяющейся геометрией расчетной области. Построен алгоритм решения задачи диффузии-конвекции на основе явных регуляризованных схем и выполнена его параллельная реализация. Разработан программный комплекс, предназначенный для визуализации двумерных полей скоростей движения водной среды в случае математического моделирования наката и обрушения волны на берег, а также для прогнозирования волновых процессов в прибрежных акваториях, на основе которого получены поля течений водной среды, согласующиеся с реальным физическим процессом.

**Ключевые слова:** гидродинамика, математическая модель, волновые гидродинамические процессы, система уравнений Навье – Стокса, рельеф дна, численный эксперимент

**PROGRAM REALIZATION OF DISCRETE MATHEMATICAL MODEL  
OF COASTAL WAVE PROCESSES CALCULATION BASED ON EXPLICIT  
SCHEMES REGULARIZED BY B.N. CHETVERTUSHKIN IS PERFORMED  
ON COMPUTING SYSTEM WITH MASSIVE PARALLELISM**

<sup>1</sup>Chistyakov A.E., <sup>1</sup>Khachunts D.S., <sup>2</sup>Timofeeva E.F., <sup>3</sup>Fomenko N.A., <sup>4</sup>Kuznetsova I.Y.

<sup>1</sup>GOU VO Public Educational Institution «Scientific Research Institute of Multiprocessor Computer Systems named after Acad. A.V. Kalyaev of Southern Federal University, Taganrog, e-mail: cheese\_05@mail.ru, diana-hachunts@mail.ru;

<sup>2</sup>Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education «North-Caucasian Federal University», Stavropol, e-mail: teflena@mail.ru;

<sup>3</sup>Moscow State Technical University named after N.E. Bauman, Moscow, e-mail: natysik\_ice@mail.ru;

<sup>4</sup>GOU VO «Engineering and Technological Academy of the Southern Federal University», Taganrog, e-mail: kuznet.i.u@gmail.com

Continuous mathematical model of calculation of wave exit to the shore and its destruction taking into account such physical parameters as turbulent exchange, complex geometry of the bottom and the coastline, bottom friction is under consideration. An effective algorithm of its realization taking into account a dynamic level change of liquid elevation is constructed. The method of construction of grids with dynamically changing geometry of rated operating conditions is developed. The algorithm of problem solving of diffusion convection on the basis of the explicit regularized schemes is constructed and its parallel realization is performed. Program complex intended for the visualization of two-dimensional velocity field of aquatic environment movement in case of mathematical modeling of wave setup and its breaking-down to the shore, as well as for wave processes forecasting in offshore strip is developed, on the basis of which the fields of aquatic environment course consistent with real physical process is derived.

**Keywords:** hydrodynamics, mathematical model, hydrodynamic wave processes, the set of equations by Navier – Stokes, bottom contour, numerical experiment

Для прогнозирования возможных ситуаций, связанных с волновыми процессами в прибрежных акваториях, с целью предотвращения строительства сооружений и ис-

пользования конкретного участка береговой линии рассматривается математическая модель процесса наката и обрушения волны на берег. В данной работе для предложенной

математической модели прибрежных волновых процессов приведено описание реализации разработанных алгоритмов.

Постановка задачи. При описании задачи волновой динамики жидкости исходными уравнениями являются:

– уравнения Навье – Стокса:

$$u'_t + uu'_x + vv'_y = -\rho^{-1}P'_x + (\mu u'_x)'_x + (\eta u'_y)'_y; \quad (1)$$

$$v'_t + uv'_x + vv'_y = -\rho^{-1}P'_y + (\mu v'_x)'_x + (\eta v'_y)'_y + g; \quad (2)$$

– уравнение неразрывности:

$$p'_t + (\rho u)'_x + (\rho v)'_y = 0. \quad (3)$$

Уравнение (3) в случае несжимаемой жидкости примет вид

$$u'_x + v'_y = 0. \quad (4)$$

Уравнения (1)–(4) рассматриваются при следующих граничных условиях:

– на дне области:

$$P'_n(x, y, t) = 0; \quad \rho \eta u'_y(x, y, t) = -\tau_x(t);$$

$$\rho \mu v'_x(x, y, t) = -\tau_y(t); \quad (5)$$

– на поверхности жидкости:

$$u'_n(x, y, t) = 0; \quad v'_n(x, y, t) = 0;$$

$$v(x, y, t) = P'_t / g \rho; \quad P'_n(x, y, t) = 0; \quad (6)$$

– на боковой границе:

$$u'_n(x, y, t) = 0; \quad v'_n(x, y, t) = 0;$$

$$P'_n(x, y, t) = \rho \Pi / \tau L, \quad (7)$$

где  $V = \{u, v\}$  – вектор скорости движения водной среды;  $P$  – давление;  $\mu, \eta$  – коэффициенты турбулентного обмена по горизонтальному и вертикальному направлениям соответственно;  $g$  – ускорение свободного падения;  $\rho$  – плотность жидкости;  $\tau_x, \tau_y$  – составляющие тангенциального напряжения на дне жидкости;  $\Pi$  – поток вектора скорости через боковую поверхность;  $L$  – расстояние от поверхности жидкости до дна (глубина жидкости с учетом возвышения уровня) на боковой границе.

### Дискретная модель

Расчетная область представляет собой прямоугольник. Для численной реализации дискретной математической модели поставленной задачи волновой гидродинамики вводится равномерная сетка [2, 3]:

$$w_h = \{t^n = n\tau, x_i = ih_x, y_j = jh_y; n = \overline{0 \dots N_t}, i = \overline{0 \dots N_x}, j = \overline{0 \dots N_y}; N_t \tau = T, N_x h_x = l_x, N_y h_y = l_y\},$$

где  $\tau$  – шаг по времени;  $h_x, h_y$  – шаги по пространству;  $N_t$  – верхняя граница по времени;  $N_x, N_y$  – границы по пространству.

Применяется непосредственная аппроксимация. В результате аппроксимации уравнений (1), (2) по временной переменной, вводя промежуточный слой  $n + \sigma$  согласно МАС-методу и расщепляя уравнения по физическим процессам, уравнения приводятся к следующему виду [1, 5, 9]:

$$\frac{u^{n+\sigma} - u^n}{\tau} + uu'_x + vv'_y = (\mu u'_x)'_x + (\eta u'_y)'_y;$$

$$\frac{v^{n+\sigma} - v^n}{\tau} + uv'_x + vv'_y = (\mu v'_x)'_x + (\eta v'_y)'_y + g; \quad (8)$$

$$\frac{u^{n+1} - u^{n+\sigma}}{\tau} = -\frac{P'_x}{\rho}; \quad \frac{v^{n+1} - v^{n+\sigma}}{\tau} = -\frac{P'_y}{\rho}. \quad (9)$$

Продифференцировав уравнения (9) и преобразовав с учетом уравнения неразрывности (4), получим

$$P''_{xx} + P''_{yy} = \frac{\rho}{\tau} \left( (u^{n+\sigma})'_x + (v^{n+\sigma})'_y \right). \quad (10)$$

Расчет задач гидродинамики по данному методу «поправок к давлению» осуществляется в три этапа. На первом этапе на основе уравнений (8) считается поле скоростей. На втором этапе рассчитывается давление по уравнению (10). На третьем этапе из соотношений (9) уточняется поле скоростей по давлению.

### Программная реализация

Для демонстрации визуализации процесса выхода и обрушения волны на берег с учетом особенностей рельефа дна прибрежной акватории и суши было разработано экспериментальное программное обеспечение «Waves» на базе ЭВМ. Программа «Waves» предназначена для построения двумерных полей скоростей движения водной среды в случае математического моделирования наката и обрушения волны на берег, а также для прогнозирования возможных ситуаций, связанных с волновыми процессами в прибрежных акваториях, с целью определения строительства сооружений и использования конкретного участка береговой линии. Разработанное экспериментальное программное обеспечение на базе ЭВМ предназначено для математического моделирования и демонстрации визуализации процесса выхода и обрушения волны на берег с учетом особенностей рельефа дна прибрежной акватории и суши.

Программный компонент «Waves» включает в себя следующие блоки: управляющий блок (в данном блоке содержится цикл по временной координате и вызываются функции: расчет поля скорости без учета давления, расчет давления, расчет двумерного поля скорости, расчет заполненности ячеек водной средой и функции ввода-вывода данных); блок ввода начальных данных для расчета течений и давления (задаются начальные распределения поля скорости и давления, а также маски граничных условий и начальные значения заполненности ячеек); блок построения сеточных уравнений для поля скорости без учета давления в соответствии с конечно-объемной схемой (считаются и записываются в массив коэффициенты и правая часть соответствующего сеточного уравнения, представленного в канонической форме); блок построения сеточных уравнений для поля давления; блок расчета заполненности ячеек [4, 10]; блок расчета поля скорости с учетом давления (результатом работы данного блока является расчет значений поля двумерного вектора скоростей на следующем временном слое); блок расчета пятидиагональных сеточных уравнений адаптивным попеременно-треугольным методом скорейшего спуска; блок вывода значений поля скоростей, давления и заполненности ячеек.

#### Результаты численных экспериментов

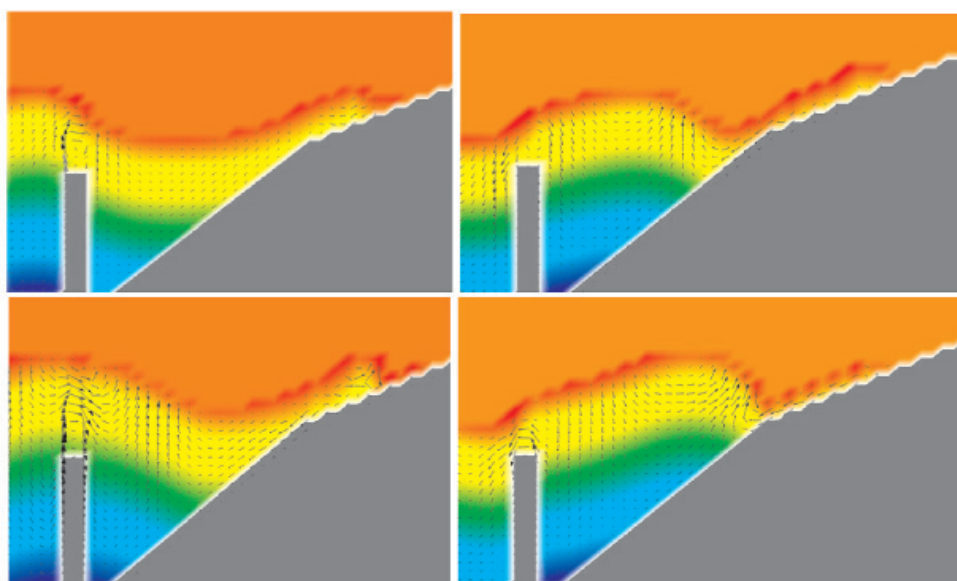
Математическая постановка решаемой задачи может быть сформулирована следующим образом: слой идеальной несжимаемой жидкости подходит к откосу с изломом на урезе, сопряженному с ровным дном. В этом случае откос приурезовой области нельзя считать плоским, откос и берег рас-

положены под разными углами. Предполагается, что в начальный момент времени жидкость находится в состоянии покоя. На некотором расстоянии от берега в точке  $x = 0$  задается возмущение. Источником возмущения служит приложенный к боковой границе рассматриваемой области жидкости импульс давления. Требуется определить последующее движение воды.

После разработки программы «Waves» были проведены тестирования ее на соответствие уже имеющимся результатам, которые были получены другими научными работами и опытным путем. Анализ показывает, что приближенная математическая модель выхода волны на берег и ее разрушение в прибрежной зоне водоема с определенной точностью согласуется с существующими данными.

Результаты численных экспериментов расчета движения водной среды в прибрежной акватории представлены на рисунке, где изображено изменение профиля волны набегающей на берег в различный период времени. При этом программа отражает векторы поля скорости.

Из рисунка видно, что в прибрежной акватории при накате волны на берег происходит ее обрушение, образуется зона заплеска. Первая волна при откате назад «встречается» со следующей волной и «сбивает» ее. Полученные численные результаты процесса наката волн на берег дают возможность провести оценки силового воздействия волн на береговые объекты. Данная математическая модель построена для прогнозирования возможных сценариев развития ситуаций при использовании береговых зон.



*Динамика изменения профиля уровня возвышения жидкости в случае наличия искусственного препятствия (волнореза)*

Данные о времени счета, ускорении и эффективности

Количество ядер	Время, с	Ускорение	Эффективность
1	1215	1	100
2	623,1	1,95	97,5
4	319,7	3,8	95
8	164,2	7,4	92,5
16	85,6	14,2	88,8
32	46,2	26,3	82,2
64	25	48,6	75,9

Параллельная реализация задачи. Для параллельной реализации поставленной задачи будем использовать регуляризованные по Б.Н. Четверушкину явные схемы [11], при этом уравнение диффузии-конвекции [6–8]

$$\frac{\partial \varphi_i}{\partial t} + \text{div}(\varphi_i \vec{v}) = \text{div}(\mu \text{grad}(\varphi_i)) + I_\varphi$$

с учетом слагаемых регуляризаторов запишется в виде [11]:

$$\frac{\partial \varphi_i}{\partial t} + \tau \frac{\partial^2 \varphi_i}{\partial t^2} + \text{div}(\varphi_i \vec{v}) = \text{div}(\mu \text{grad}(\varphi_i)) + I_\varphi.$$

Следует отметить, что условием устойчивости для задачи диффузии-конвекции является  $\Delta t \leq O(h^2)$ , а в случае использования слагаемых регуляризаторов данное ограничение запишется в виде

$$\Delta t \leq O(h^{3/2}).$$

Обратим внимание на то, что полученные с учетом ограничения минимальных масштабов дополнительные члены, по сути, не меняют решений, использующих классические постановки. Они выступают лишь в качестве физически обоснованных регуляризаторов, сглаживающих физически необоснованные эффекты, получающиеся при численном решении. В этой связи конкретное значение величин, входящих в виде коэффициентов в регуляризирующие члены, уже не играет особой роли. Важно, чтобы они находились в правильном диапазоне лишь по порядку величины. Этот факт существенно облегчает практическое использование указанного подхода. При параллельной реализации использованы методы декомпозиции сеточных областей для вычислительно трудоемких задач диффузии-конвекции, учитывающие архитектуру и параметры многопроцессорной вычислительной системы РОЦ НИТ ЮФУ. Пико-

вая производительность MBC составляет 18,8 TFlops. В качестве вычислительных узлов используются 128 однотипных 16-ядерных Blade-серверов HP ProLiant BL685c, каждый из которых оснащен четырьмя 4-ядерными процессорами AMD Opteron 8356 2,3 GHz и оперативной памятью в объеме 32 ГБ.

Результаты использования многопроцессорных технологий для решения уравнения диффузии-конвекции на основе явных регуляризованных схем приведены в таблице.

### Заключение

В работе дан эффективный алгоритм для решения задач волновой гидродинамики, учитывающий динамическое изменение уровня возвышения жидкости, и методика построения сеток с динамически изменяющейся геометрией расчетной области. Решение задач волной гидродинамики осуществляется с применением адаптивного попеременно-треугольного итерационного метода вариационного типа, который позволяет минимизировать время расчета сеточных уравнений с несамосопряженной матрицей коэффициентов по сравнению с другими итерационными методами.

Разработан алгоритм решения задачи диффузии-конвекции на основе явных регуляризованных схем и выполнена его параллельная реализация. Построен программный комплекс, предназначенный для визуализации двумерных полей скоростей движения водной среды в случае математического моделирования наката и обрушения волны на берег, а также для прогнозирования волновых процессов в прибрежных акваториях, на основе которых получены поля течений водной среды, согласующиеся с реальным физическим процессом.

*Работа выполнена при частичной поддержке Задания №2014/174 в рамках базовой части государственного задания Минобрнауки России.*



## Список литературы

1. Васильев В.С., Сухинов А.И. Прецизионные двумерные модели мелких водоемов // Математическое моделирование. – 2003. – Т. 15, № 10. – С. 17.
2. Самарский А.А. Теория разностных схем. – М.: Наука, 1989. – 616 с.
3. Самарский А.А., Николаев Е.С. Методы решения сеточных уравнений. – М.: Наука, 1978. – 532 с.
4. Сухинов А.И., Никитина А.В., Чистяков А.Е. Моделирование сценария биологической реабилитации Азовского моря // Математическое моделирование. – 2012. – Т. 24, № 9. – С. 3–21.
5. Сухинов А.И., Никитина А.В., Чистяков А.Е., Семенов И.С. Математическое моделирование условий формирования заморозов в мелководных водоемах на многопроцессорной вычислительной системе // Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии. – 2013. – Т. 14, № 1. – С. 103–112.
6. Сухинов А.И., Хачунц Д.С., Чистяков А.Е. Математическая модель распространения примеси в приземном слое атмосферы прибрежной зоны и ее программная реализация // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 2015. – Т. 55, № 7. – С. 1238.
7. Сухинов А.И., Хачунц Д.С., Чистяков А.Е. Параллельные алгоритмы для прогноза состояния воздушной среды рекреационных зон прибрежных систем Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2015. – № 5 (131). – С. 55–60.
8. Сухинов А.И., Чистяков А.Е., Проценко Е.А. Математическое моделирование транспорта наносов в прибрежной зоне мелководных водоемов // Математическое моделирование. – 2013. – Т. 25, № 12. – С. 65–82.
9. Сухинов А.И., Чистяков А.Е., Тимофеева Е.Ф., Шишенина А.В. Математическая модель расчета прибрежных волновых процессов // Математическое моделирование. – 2012. – Т. 24, № 8. – С. 32–44.
10. Сухинов А.И., Чистяков А.Е., Фоменко Н.А. Методика построения разностных схем для задачи диффузии-конвекции-реакции, учитывающих степень заполненности контрольных ячеек // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2013. – № 4 (141). – С. 87–98.
11. Четверушкин Б.Н. Пределы детализации и формулировка моделей уравнений сплошных сред // Математическое моделирование. – 2012. – Т. 24, № 11. – С. 33–52.

## References

1. Vasilev V.S., Suhinov A.I. Precizionnyye dvumernye modeli melkih vodoemov // Matematicheskoe modelirovanie. 2003. T. 15, no. 10. pp. 17.
2. Samarskij A.A. Teorija raznostnyh shem. M.: Nauka, 1989. 616 p.
3. Samarskij A.A., Nikolaev E.S. Metody reshenija setochnykh uravnenij. M.: Nauka, 1978. 532 p.
4. Suhinov A.I., Nikitina A.V., Chistjakov A.E. Modelirovanie scenarija biologicheskoy rehabilitacii Azovskogo morja // Matematicheskoe modelirovanie. 2012. T. 24, no. 9. pp. 3–21.
5. Suhinov A.I., Nikitina A.V., Chistjakov A.E., Semenov I.S. Matematicheskoe modelirovanie uslovij formirovanija zamorov v melkovodnyh vodoemah na mnogo-processornoj vychislitelnoj sisteme // Vychislitelnye metody i programmirovaniye: novye vychislitelnye tehnologii. 2013. T. 14, no. 1. pp. 103–112.
6. Suhinov A.I., Hachunc D.S., Chistjakov A.E. Matematicheskaja model rasprostraneniya primesi v prizemnom sloe atmosfery pribrezhnoj zony i ee programmaja realizacija // Zhurnal vychislitelnoj matematiki i matematicheskoy fiziki. 2015. T. 55, no. 7. pp. 1238.
7. Suhinov A.I., Hachunc D.S., Chistjakov A.E. Parallelnye algoritmy dlja prognoza sostojanija vozdušnoy sredy rekreacionnyh zon pribrezhnyh sistem Vestnik kompjuternykh i informacionnyh tehnologij. 2015. no. 5 (131). pp. 55–60.
8. Suhinov A.I., Chistjakov A.E., Procenko E.A. Matematicheskoe modelirovanie transporta nanosov v pribrezhnoj zone melkovodnyh vodoemov // Matematicheskoe modelirovanie. 2013. T. 25, no. 12. pp. 65–82.
9. Suhinov A.I., Chistjakov A.E., Timofeeva E.F., Shishenja A.V. Matematicheskaja model rascheta pribrezhnyh volnovykh processov // Matematicheskoe modelirovanie. 2012. T. 24, no. 8. pp. 32–44.
10. Suhinov A.I., Chistjakov A.E., Fomenko N.A. Metodika postroenija raznostnyh shem dlja zadachi diffuzii-konvekcii-reakcii, uchityvajushih stepen zapolnennosti kontrolnyh jacheek // Izvestija Juzhnogo federalnogo universiteta. Tehnicheskie nauki. 2013. no. 4 (141). pp. 87–98.
11. Chetverushkin B.N. Predely detalizacii i formulirovka modelej uravnenij sploshnyh sred // Matematicheskoe modelirovanie. 2012. T. 24, no. 11. pp. 33–52.

УДК 334.7

## МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ КОРПОРАТИВНЫХ СТРУКТУР В АГРАРНОЙ СФЕРЕ

**Акимова Ю.А., Коваленко Е.Г.**

*ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва»,  
Саранск, e-mail: yuliaakimova81@gmail.com*

В представленной статье авторами определена роль интеграционных процессов для развития аграрного сектора экономики. Обосновано то, что именно интеграция позволяет занимать предприятиям лидирующие позиции на рынке и способствует эффективному и рациональному использованию ресурсов. Приводится характеристика основных причин возникновения агропромышленной интеграции (экономия на масштабе, экономия на масштабе сферы деятельности, экономия на транзакционных издержках). В статье определяются основные виды межрегиональных интегрированных формирований, к которым отнесены агрохолдинги, агрокорпорации, ФАПГ, кластеры. Анализируется современная практика создания крупных межрегиональных структур корпоративного типа. На основе проведенного исследования авторами сделан вывод о необходимости более глубокого изучения вопросов интеграции с целью полного использования имеющихся возможностей, обеспечения продовольственной безопасности и адаптации сельскохозяйственного производства к различным условиям.

**Ключевые слова:** межрегиональная интеграция, АПК, корпорация, горизонтальная интеграция, вертикальная интеграция, корпоративная структура, совершенствование

## INTERREGIONAL INTEGRATION OF CORPORATE STRUCTURES IS IN AGRARIAN SPHERE

**Akimova Y.A., Kovalenko E.G.**

*Ogarev Mordovian State University, Saransk, e-mail: yuliaakimova81@gmail.com*

In the presented article the role of integration processes is certain authors for development of agrarian sector of economy. It is reasonable, that exactly integration allows to occupy to the enterprises leading positions at the market and assists the effective and rational use of resources. Description over of principal reasons of origin of agroindustrial integration (economy on a scale, economy on the scale of sphere of activity, economy on transaction expenses) is brought. The basic types of the interregional integrated forming, to that the agricultural holding, agrocorporations is attributed, are determined in the article, financial and agribusiness group, clusters. Modern practice of creation of large interregional structures of corporate type is analysed. On the basis of undertaken a study drawn conclusion authors about the necessity of deeper study of questions of integration with the purpose of the complete use of present possibilities, providing of food safety and adaptation of agricultural production to the different terms.

**Keywords:** interregional integration, agro industrial complex, corporation, horizontal integration, vertical integration, corporate structure, perfection

Аграрная сфера является стратегически важной отраслью российской экономики. Именно она формирует рынок агропродовольственной продукции, обеспечивая при этом экономическую и продовольственную безопасность страны. Период преобразований конца XX – начала XXI вв. характеризовался разрушением основ функционирования аграрного производства, либерализацией рынков агропродовольственной продукции, стихийной приватизацией, кризисом аграрной сферы и разрушением основ сельского развития. В настоящее время основные приоритетные направления развития аграрной сферы во многом определяются Стратегией социально-экономического развития АПК РФ до 2020 года и включают: восстановление аграрного производства, совершенствование экономики сельского хозяйства как базовой отрасли сельских поселений, обеспечивающей переход к воспроизводственной модели хозяйствования, полное удов-

летворение потребностей населения страны в высококачественных продуктах питания из отечественного сырья и наращивание экспорта сельскохозяйственной и пищевой продукции [5].

Целью исследования является обоснование необходимости совершенствования механизмов межрегиональной интеграции корпоративных структур в агропромышленном комплексе и разработка основных мероприятий по совершенствованию.

Основу для проведения исследования составили аналитические публикации и статистические данные.

### Материалы и методы исследования

Аграрная политика в современной России направлена прежде всего на обеспечение продовольственной безопасности через создание эффективных механизмов функционирования аграрной сферы экономики. Считаем целесообразным применение в исследовании абстрактно-логического метода, метода сравнительного анализа и экспертных оценок.

### Результаты исследования и их обсуждение

В современных условиях реализация указанных направлений и переход на инновационный путь развития невозможны без развития процессов интеграции и кооперации, поскольку именно интеграция способствует оптимальному использованию всех имеющихся ресурсов и обусловлена необходимостью повышения уровня эффективности производства, которая во многом определяется совершенствованием экономических и технологических связей между специализированными предприятиями и отраслями.

Следует отметить, что интеграция лежит и в основе формирования таких структур, как инновационные агропромышленные кластеры, которые могут образовываться как по территориальному, так и отраслевому признакам.

Под интеграцией следует понимать объединение экономических субъектов хозяйствования, углубление их взаимодействия, развитие связей между ними [1]. Экономическая интеграция имеет место как на уровне национальных хозяйств, так и между предприятиями, фирмами, компаниями, корпорациями. Она проявляется как в расширении и углублении производственно-технологических связей, совместном использовании ресурсов, объединении капиталов, так и в создании благоприятных условий осуществления экономической деятельности, снятии взаимных барьеров.

Экономическая целесообразность агропромышленной интеграции во всех странах связана с такими факторами, как существенная техническая отсталость сельскохозяйственного производства по сравнению с промышленностью, сезонность аграрного производства, большая зависимость его от погодно-климатических условий, необходимость повышения уровня конкурентоспособности производства.

Основными мотивами возникновения агропромышленной интеграции являются: экономия на масштабе (технико-технологическая экономия, получаемая в результате концентрации производства), экономия на масштабе сферы деятельности (или эффект широты ассортимента – т.е. экономия на разнообразии производимой продукции и рынков сбыта), экономия на транзакционных издержках (экономия на затратах, связанных с обменом).

В большинстве случаев инициаторами интеграционных связей являются крупные промышленные предприятия. Сельхозпредприятия вступают в интеграционные связи с целью снижения уровня риска, связанного

с сельским хозяйством, а предприятия переработки стремятся обеспечить себе стабильные доходы за счет надежной сырьевой базы и гарантированного сбыта своей продукции.

Формы агропромышленной интеграции на протяжении последних десятилетий претерпевали изменения, но эффективность интегрированного производства проявлялась в улучшении использования мощностей заводов, трудовых и материальных ресурсов, повышением качества готовой продукции, возможности использования результатов основного производства, рациональной организации сырьевой базы.

В настоящее время получили распространение следующие формы экономической интеграции производства:

– горизонтальная интеграция производства, которая представлена сельскохозяйственными предприятиями различной форм собственности и хозяйствования и объединяет производственную деятельность коллективных, крестьянских (фермерских) и личных подсобных хозяйств, причем чаще всего в границах отдельного коллективного хозяйства;

– вертикальная интеграция производства в виде объединений сельскохозяйственных предприятий, их подразделений или части их ресурсов с соответствующими формированиями перерабатывающей промышленности, заготовительных, сбытовых и других организаций агропромышленного комплекса;

– конгломератная интеграция, предполагающая объединение в единую структуру различных производственных линий и позволяющая за счет циклического характера спроса на ряд видов продукции значительно выровнять поток денежных поступлений.

Для российского АПК наиболее характерна форма вертикальной интеграции. Создание вертикально интегрированных структур в агропромышленном комплексе позволяет интегрировать в единое целое производство, переработку и торговлю сельхозпродукцией, восстанавливать управляемость агропромышленного производства; оздоравливать финансы предприятий и организаций агропромышленного комплекса; аккумулировать финансовые ресурсы для реализации приоритетных направлений развития сельского хозяйства и обслуживающих его отраслей; усиливать конкурентный потенциал агросферы, расширять возможности продвижения продукции сельскохозяйственных товаропроизводителей на внутренний и внешний рынки; задействовать прогрессивные технологии, высокопроизводительную технику, новейшие достижения науки.

Стремление к вертикальной интеграции в агропромышленном секторе России, как справедливо отмечено в исследованиях российских и зарубежных ученых, в большей степени вызвано отсутствием многих элементов нормальной рыночной инфраструктуры. Сельскохозяйственные товаропроизводители, не имея практически никаких гарантий реализации своей продукции по обоснованной цене, идут на объединение с заготовительными и перерабатывающими предприятиями.

Широкое распространение получила и межрегиональная интеграция, подразумевающая объединение перерабатывающих и сельскохозяйственных организаций в наиболее благоприятных для осуществления производства природно-экономических условиях, и областная, представляющая собой слияние перерабатывающих предприятий с сельхозорганизациями, образующими их сырьевую базу [8].

На сегодняшний день функционирование интегрированных структур может осуществляться в различных, как мягких, так и жестких формах. Так, применительно к АПК интегрированные формирования развиваются в таких формах, как:

- агрохолдинг (объединение экономически и технологически взаимосвязанных предприятий и организаций разных форм собственности на основе слияния их капитала, обеспечивающего право одного из них определять стратегию и тактику развития коллективного производства [3]);

- агрокорпорация (интегрированное формирование, созданное через объединения финансовых, материальных и трудовых ресурсов юридических и физических лиц);

- финансово-агропромышленная группа (корпоративное формирование, представляющее высшую форму горизонтально-вертикальной интеграции, объединение нескольких юридических лиц, частично или полностью осуществивших консолидацию своих ресурсов в соответствии с договором о создании ФАПГ для реализации инновационных проектов и программ, с целью повышения конкурентоспособности производства продукции аграрного происхождения и его эффективности за счет экономии издержек, обеспечения продовольственной безопасности и создания новых рабочих мест [4]);

- кластер (это сконцентрированная на определенной территории группа взаимосвязанных и взаимодополняющих друг друга хозяйствующих субъектов (предприятий, поставщиков оборудования, комплектующих, специализированных производственных и сервисных услуг), научно-исследовательских и образовательных

организаций, которые находятся в отношениях функциональной зависимости в процессе производства и реализации товаров и услуг в определенной сфере).

Следует отметить, что в АПК Поволжья в последние годы наметилась тенденция трансформации корпоративного сектора в направлении кластеризации. Такая популярность объясняется рядом отличий и преимуществ кластеров по сравнению с традиционными способами взаимодействия – снижение издержек товарообращения, исключение дублирования функций и общий синергетический эффект для каждого из участников за счет более тесного взаимодействия и всесторонней интеграции [7].

Различные формы интеграции в АПК приводят к созданию крупных межрегиональных компаний с широкой географией инвестиций. Так, одной из крупных корпоративных структур в стране, основанной на межрегиональной интеграции, можно считать группу компаний «Дамате». Это крупный российский сельскохозяйственный холдинг, реализующий проекты по выращиванию и переработке индейки, производству и переработке молока. География его деятельности охватывает три региона: Пензенскую область, Тюменскую область и Республику Башкортостан (рис. 1).

В Пензенской области основной актив холдинга – это комплекс по производству мяса индейки, являющийся крупнейшим в регионе и одним из самых масштабных в стране. Данное предприятие представляет собой вертикально интегрированную структуру с полным производственным циклом. Осенью 2013 г. было подписано соглашение между ГК «Дамате» и Правительством Республики Башкортостан о взаимовыгодном сотрудничестве в ходе строительства в регионе молочного комплекса на 6000 стойломест. В ноябре 2013 г. состоялось подписание соглашения между Группой компаний «Дамате» и Группой компаний Danone в России.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что группа компаний «Дамате» во многом благодаря географической диверсификации демонстрирует устойчивую положительную динамику развития.

Крупным интегрированным формированием, также основанным на принципах межрегиональной интеграции, является Национальная продовольственная группа «Сады Придонья» [6]. В рамках данной продовольственной группы реализуется полный цикл производства продукции, который, в частности, включает три направления.





Рис. 1. Структура ГК «Дамате» [2]

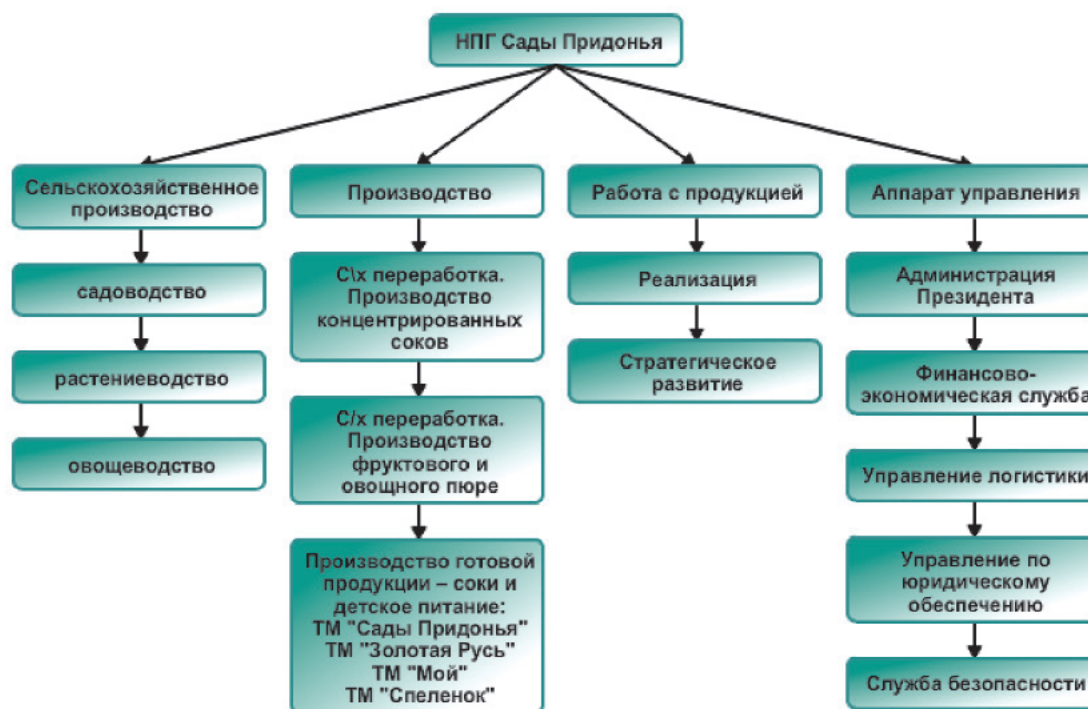


Рис. 2. Структура НПГ «Сады Придонья»

Первое направление деятельности – сельское хозяйство. НПГ «Сады Придонья» является единственной отечественной компанией на соковом рынке, которая выращивает собственное сырьё для промышленной переработки и дальнейшего его использования в производстве продуктов. Данное направление деятельности реализует 9 филиалов, расположенных в разных регионах (Волгоградская, Саратовская, Пензенская области).

Наличие и концентрация сырьевой базы в близлежащих регионах страны позволяет контролировать весь процесс производства, начиная от посадки дерева или закладки овощных семян, что в дальнейшем гарантирует высокое качество готового продукта, а также предотвращает риски, возникающие на рынке из-за колебаний цен на сырьё.

Второе направление деятельности – технология переработки фруктов и овощей.

Для реализации данного направления компания обладает самым современным оборудованием, которое позволяет перерабатывать разные виды плодов (сливы, вишни и другие косточковые, ягоды, яблоки, тыкву и др.) и применяет новейшие технологии переработки овощей и фруктов, позволяющие использовать для производства продукции качественное сырье, выращенное на российской земле.

Третье направление – производство. Цеха оснащены передовым оборудованием известных европейских производителей и отвечают современным требованиям. Так например, установленная в 2013 году сверхскоростная и мультиформатная автоматическая линия по розливу продукции не имеет аналогов в России.

Проведенное исследование показало, что для решения аграрных проблем в АПК необходимо дальнейшее изучение вопросов интеграции с целью полного использования имеющихся возможностей для выхода из экономического кризиса, обеспечения продовольственной безопасности и адаптации сельскохозяйственного производства к различным условиям. Межрегиональное сотрудничество должно быть нацелено на создание единого общероссийского продовольственного рынка, в основе которого лежит общественное разделение труда, специализация производства, свободное движение товаров между регионами России. Достичь этого можно через расширение действующих и создание новых региональных и межрегиональных оптовых продовольственных рынков, оптовых баз, ярмарок, аукционов, товарно-сырьевых бирж; создание и развитие маркетинговых служб; совершенствование информационного обеспечения рынка; создание межрегиональных отраслевых союзов (ассоциаций) товаропроизводителей.

#### Список литературы

1. Белова Ю.А. системы межрегиональных взаимодействий в процессе становления продовольственного рынка: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Саранск, 2008. – 22 с.
2. ГК «Дамате» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.acdamate.com/o-kompanii>.
3. Глушенко А.В. Методология внутренней стандартизации учета в агрохолдингах: монография; гос. образо-

вательное учреждение высш. проф. образования «Волгогр. гос. ун-т» / науч. ред. Л.В. Перекрестова. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2008. – 372 с.

4. Киселевич Ю.В. Формирование и функционирование интегрированных предпринимательских структур в агропромышленном комплексе // Экономические проблемы модернизации и инновационного развития агропромышленного комплекса России: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию ДГСХА им. М.М. Джамбулатова, г. Махачкала, 26–27 июня 2012 г. – Махачкала, 2012. – С. 26–29.

5. Лалаян Г.Г. Об интегрированных формированиях и методологических подходах к оценке эффективности их функционирования в АПК / Г.Г. Лалаян, Е.В. Кремянская // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 110 (06). [Электронный ресурс]. URL: <http://ej.kubagro.ru/2015/06/pdf/46.pdf>.

6. НПГ «Сады Придонья» [Электронный ресурс]. URL: [http://www.pridonie.ru/ru/napravleniya\\_deyatelnosti](http://www.pridonie.ru/ru/napravleniya_deyatelnosti).

7. Сердобинцев Д.В. Трансформация корпоративного сектора АПК регионов Поволжья в направлении кластеризации // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12–8. – С. 1717–1722.

8. Сироткина Н.В. Механизм формирования эффективных интегрированных структур в АПК / Н.В. Сироткина, А.А. Рублевская // Вестник ТОГУ. – 2012. – № 1. – С. 221–230.

#### References

1. Belova Yu.A. Sistemy mezhregionalnyh vzaimodejstvij v processe stanovlenija prodovol'stvennogo rynka : avtoreferat dis. ... kandidata jekonomicheskikh nauk / Ju.A. Belova. Saransk, 2008. 22 p.
2. GK «Damate» [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.acdamate.com/o-kompanii>.
3. Glushhenko A.V. Metodologija vnutrennej standartizacii ucheta v agroholdingah: monografija; gos. obrazovatelnoe uchrezhdenie vyssh. prof. obrazovanija «Volgogr. gos. un-t» / nauch. red. L.V. Perekrestova. Volgograd: Izd-vo VolGu, 2008. 372 p.
4. Kiselevich Ju.V. Formirovanie i funkcionirovanie integrirovannyh predprinimatelskih struktur v agropromyshlennom komplekse / Ju.V. Kiselevich // Sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Jekonomicheskie problemy modernizacii i innovacionnogo razvitija agropromyshlennogo kompleksa Rossii», posvjashhennoj 80-letiju DGSXA im. M.M. Dzhambulatova, g. Mahachkala, 26-27 ijunja 2012 g. Mahachkala, 2012. pp. 26–29.
5. Lalajan G.G. Ob integrirovannyh formirovanijah i metodologicheskikh podhodah k ocenke jeffektivnosti ih funkcionirovanija v APK / G.G. Lalajan, E.V. Kremjanskaja // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2015. no. 110 (06). [Elektronnyj resurs]. URL: <http://ej.kubagro.ru/2015/06/pdf/46.pdf>.
6. NPG «Sady Pridonja» [Elektronnyj resurs]. URL: [http://www.pridonie.ru/ru/napravleniya\\_deyatelnostip](http://www.pridonie.ru/ru/napravleniya_deyatelnostip).
7. Serdobincev D.V. Transformacija korporativnogo sektora APK regionov Povolzhja v napravlenii klasterizacii // Fundamentalnye issledovanija. 2014. no. 12–8. pp. 1717–1722.
8. Sirotkina N.V. Mehanizm formirovanija jeffektivnyh integrirovannyh struktur v APK / N.V. Sirotkina, A.A. Rublevskaja // Vestnik TOGU. 2012. no. 1. pp. 221–230.

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МАЛЫХ И СРЕДНИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

<sup>1</sup>Арсланов Ш.Д., <sup>2</sup>Абакаров М.И.

<sup>1</sup>*Институт социально-экономических исследований ДНЦ Российской академии наук,  
Махачкала, e-mail: ars\_dgu@mail.ru;*

<sup>2</sup>*УВО «Махачкалинский инновационный университет»,  
Махачкала, e-mail: ahil2000@mail.ru*

Настоящая статья посвящена решению конкретных задач, связанных с повышением эффективности деятельности малых предприятий, что практически невозможно без диагностики состояния этих предприятий. Потребность в развитии экономической диагностики вызывается также обилием информации, в связи с чем необходимо сосредоточиться на главном: стремлении сократить сроки и затраты на подготовку оптимальных хозяйственных решений, упростить и расширить доступ к информации о положении дел, служить целям экспресс-анализа, т.е. анализа быстрого и относительно дешевого. Проведение диагностики состояния изучаемых предприятий требует, прежде всего, выполнения маркетинговых исследований текущих и перспективных запросов потребителей выпускаемой продукции, их требований к ее качеству, объему, ассортименту и цене. Требуется создание системы сбыта продукции, поставок материальных ресурсов, оборудования, подготовки и переподготовки кадров, финансирования производства. С учетом сказанного в статье предложен алгоритм диагностического обследования деятельности малых предприятий.

**Ключевые слова:** экономический анализ, экономическая диагностика, оценка эффективности, факторный анализ, алгоритм построения оценок, управление малым предприятием

## ECONOMIC DIAGNOSTICS AS AN INSTRUMENT OF INCREASE OF EFFICIENCY OF ACTIVITY OF SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES

<sup>1</sup>Arslanov S.D., <sup>2</sup>Abakarov M.I.

<sup>1</sup>*Institute of social and economic researches of DSC of Russian Academies of Sciences,  
Makhachkala, e-mail: ars\_dgu@mail.ru;*

<sup>2</sup>*Institution of higher education «Makhachkala innovation University»,  
Makhachkala, e-mail: ahil2000@mail.ru*

The present article is devoted to the solution of specific problems related to increase of efficiency of activity of small enterprises, which is practically impossible without diagnosing the condition of these enterprises. The need for the development of economic diagnostics is caused by the abundance of information, therefore the need for focus; the desire to reduce the time and cost of preparation of the optimal governmental economic decisions, to simplify and improve access to information about the state of Affairs, to serve the purposes of rapid analysis, i.e. analysis of fast and relatively cheap. The diagnostics status of the studied enterprises requires, first and foremost, perform marketing research of current and promising consumers of manufactured products, their requirements for quality, volume, assortment and price. Requires sales, deliveries of material resources, equipment, training and retraining, financing of production. With that said, the article proposes an algorithm of diagnostic examination of small businesses.

**Keywords:** economic analysis, economic diagnostics, performance evaluation, factor analysis, algorithm evaluations, running a small business

В условиях рыночной экономики достичь повышения эффективности производственно-хозяйственной деятельности малых и средних предприятий практически невозможно без проведения диагностики их состояния. Рассмотрим содержание этого направления анализа эффективности на примере малых предприятий сферы платных услуг региона [2].

Экономическая диагностика превосходит все известные аналитические и прогностические системы, применяемые в практике плановой и управленческой работы. Решение задач экономической диагностики определяет наиболее прогрессивное на-

правление в практике анализа за счет органического сочетания в экономических исследованиях методов экономико-статистического моделирования, теории исследования систем и оптимизации экономических показателей работы предприятий различного профиля. В составе экономической диагностики целесообразно рассматривать следующие три структурных раздела [1]:

- *экономический анализ*, включающий в себя методы статистического и прогностического исследования системы в определенном фиксированном состоянии;

- *экономическую семиотику*, определяющую различные признаки, выражающие

состояние экономической системы, их смысловую взаимосвязь и единицы измерения;

● *экономическую логику*, задачей которой является создание аппарата критической оценки полученных при экономических исследованиях данных, определение характера и направленности воздействия на экономическую систему и предполагаемый результат.

Проведение диагностики состояния изучаемых предприятий требует, прежде всего, выполнения маркетинговых исследований текущих и перспективных запросов потребителей выпускаемой продукции, их требований к ее качеству, объему, ассортименту и цене. Требуется создание системы сбыта продукции, поставок материальных ресурсов, оборудования, подготовки и переподготовки кадров, финансирования производства. С учетом сказанного можно предложить следующие этапы диагностического обследования деятельности малых предприятий:

1. Подготовка к диагностическому обследованию, изучение спроса на продукцию, выпускаемую предприятием, и перспективы изменения ее ассортимента.

2. Обследование деятельности предприятия, описание образа и характеристик его деятельности.

3. Анализ и необходимые технико-экономические расчеты для подготовки выводов и предложений по повышению эффективности деятельности предприятия.

4. Подготовка отчета о результатах обследования и анализа.

5. Обсуждение результатов с привлечением специалистов, заинтересованных служб и подразделений, руководства, владельцев предприятия [4, 6].

Проведенные исследования свидетельствуют, что эффективность производственно-хозяйственной деятельности малого бизнеса, как правило, характеризуется множеством экономических показателей:

- обобщающие показатели;
- показатели эффективности использования трудовых ресурсов, материальных ресурсов, основных производственных фондов и оборотных средств, капитальных вложений и новой техники;
- показатели эффективности внешнеэкономических связей.

В силу многообразия и несовпадения частных динамических аспектов возникает необходимость оценки эффективности деятельности предприятия [3, 5]. Так, оценка поведения одного показателя может не совпадать с характеристикой его динамики. Например, фондоотдача снижается из-за структурного сдвига в сторону фондоемких производств при увеличении отдельных

частных показателей по видам деятельности. При этом характеристика динамики – отрицательная, а оценка эффективности может быть положительной из-за увеличения удельного веса объектов с растущей, но более низкой эффективностью. Сложность оценки увеличивается при возрастании числа показателей, что, в свою очередь, может приводить к росту количества подлежащих учету факторов.

Именно поэтому методология построения оценок эффективности должна включать в себя:

во-первых, определение сущности этой процедуры;

во-вторых, формулировку основополагающих принципов;

в-третьих, разработку алгоритма построения оценок.

Такой подход позволяет перейти от субъективного и интуитивного к количественно определенным и логически выдержанным этапам оценки. В соответствии с вышеуказанным подходом нами предлагаются следующие этапы оценки эффективности деятельности малых предприятий (рис. 1).

Для проведения оценки эффективности малого и среднего бизнеса по указанным на рис. 1. этапам необходимо соответствующее методологическое обеспечение, элементами которого должны являться [8]:

- методика контроля достоверности изучаемых показателей;
- методика факторного анализа эффективности производства;
- классификация факторов эффективности с точки зрения управляемости;
- система показателей (признаков) сопоставимости и рекомендации по ее обеспечению.

Необходимо учитывать, что различие целей оценки эффективности деятельности малых и средних предприятий приводит к использованию различных баз сравнения. В их составе могут выступать действующая норма, план, аналог (отечественный или зарубежный), достигнутый в прошлом уровень тех или иных показателей.

При оценке эффективности рассматриваются величина показателя, направления и темпы его изменения. Оценить эффективность деятельности предприятия сферы услуг – это значит установить, удовлетворяет требованиям или нет достигнутое значение показателя эффективности, соответствуют или нет темпы его изменения заданиям плана (производственной программы).

В соответствии с оценкой делается заключение о прогрессивности техники, производства, хозяйственной деятельности, предприятия и др.



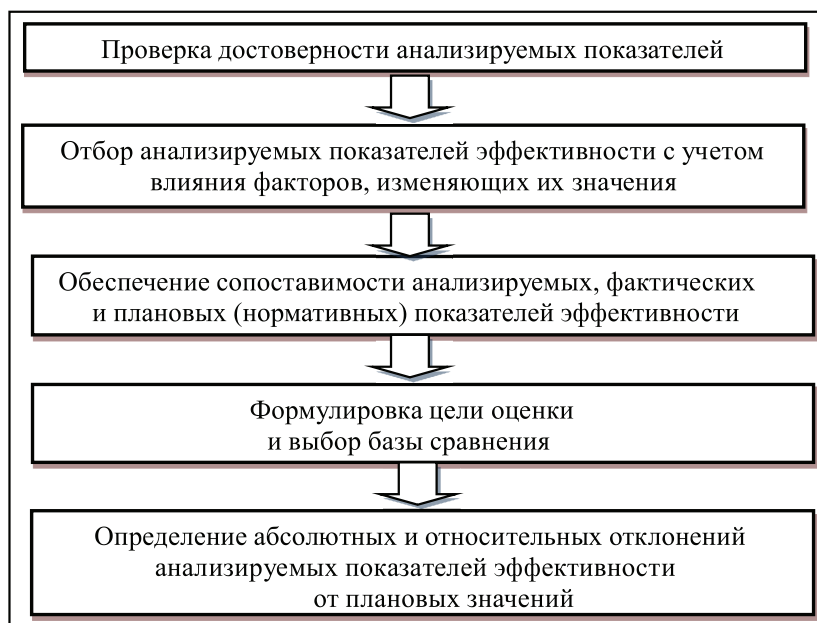


Рис. 1. Основные этапы процесса оценки эффективности деятельности малых и средних предприятий

Подчеркнем, что в тех случаях, когда речь идет об оценке эффективности деятельности хозяйственной системы любого масштаба, должны изучаться не только данные одного момента, но и динамические ряды. Это дает возможность обеспечить управление информацией о достигнутом состоянии (высокий или низкий уровень) эффективности производства и всей хозяйственной деятельности, о действенности предпринятых раньше мер по совершенствованию работы системы (снижается или растет эффективность, снижается или увеличивается ее прирост).

Обобщая вышесказанное, можно отметить, что основными принципами построения оценок эффективности могут быть: объективность, однозначность, своевременность, широкое использование вторых производных и др.

*Принцип объективности оценки* требует при ее построении убедиться в сопоставимости данных или предварительно обеспечить ее, соблюдая комплексный подход путем соединения динамических показателей (частных характеристик) в динамику сводного и обобщающего показателя эффективности.

*Принцип однозначности* оценки определяет недопустимость состояний типа «по показателю «А» эффективность возросла, а по показателю «Б» – снизилась».

*Принцип своевременности* выражается в необходимости оценки в момент, когда при отрицательных тенденциях еще можно принять меры к недопущению снижения

эффективности. Такова особенность оценок в технологии управления.

*Принцип вторых производных* используется для оценки динамики темпов роста показателей эффективности. В этом случае растущая эффективность снижающимися темпами оценивается отрицательно не потому, что она растет, а потому, что темпы роста снижаются, и наоборот, снижающаяся эффективность, если темпы падения затухают, оценивается положительно.

Заметим, что в практике экономического анализа может действовать еще один принцип построения оценок – это *приоритет экстремума параметров системы в целом над экстремумом ее части*. Это значит, что деятельность любого звена экономики должна получать оценку исходя из интересов производственного объединения. Например, оценка деятельности машиностроительного предприятия, осваивающего новую технику, не может строиться на данных лишь собственного производства и реализации машин и оборудования. Их надо дополнить также сведениями о затратах и результатах производственного использования этой техники потребителями. Таким образом, оценка приобретает комплексный характер.

По мнению автора, оценка, как аналитическая процедура, связана с использованием критерия для ее построения, выражающего основную функцию объекта или процесса. Например, максимум эффективности производства, минимум затрат на рубль

товарной продукции, максимум фондоотдачи, минимум приведенных затрат и др. Критерием может служить указание на характер соотношения роста одного из них в сравнении с другим. Так, критерием соотношения роста производительности труда и средней заработной платы являются опережающие темпы роста первой над темпами роста второй.

Известно, что без критерия невозможно дать оценку уровня динамики показателя или хозяйственной системы [7]. Следует различать монокритериальные и поликритериальные оценки: первые имеют место в случае, когда к объекту оценки применяется единственный критерий; вторые – в случае, когда объект оценивается одновременно с использованием нескольких критериев.

При монокритериальной оценке существует опасность недоучета каких-то качеств объекта. Например, если предположить, что критерием хозяйственной оценки работы предприятия является максимум фондоотдачи, то при ее снижении имеет место ухудшение его деятельности, даже если при этом значительно повышается производительность труда, в результате чего обеспечивается прирост объема производства продукции, перекрывающий его потери из-за снижения фондоотдачи.

При поликритериальной оценке возникает другая сложность, связанная с необходимостью связать воедино частные оценки отдельных показателей или сторон деятельности объекта. Например, если дается оценка хозяйственной деятельности предприятия на основе таких критериев, как максимум производительности труда, фондоотдачи, минимум затрат на рубль товарной продукции и максимум удельного веса продукции высшей категории качества. Выйти из этой сложности можно лишь двумя путями:

- во-первых, представив объект оценки в многомерном пространстве с числом измерений, равным числу критериев, при этом база для сравнения должна быть выражена таким же образом;
- во-вторых, найдя конструкцию функции всех переменных, экстремума которых требуется достичь.

Характер оценки находится в большой зависимости от базы сравнения, которая должна удовлетворять необходимому условию сопоставимости с анализируемым показателем и одновременно быть прогрессивной.

Таким образом, для оценки уровня показателя может применяться прямое сравнение достигнутого значения с базовым. В этом случае необходимо, прежде всего, знать, как должен изменяться этот показатель – расти или снижаться (например, выработка – расти, а себестоимость потреби-

тельной стоимости изделия – снижаться, если даже себестоимость изделия в целом возрастает). Оценка уровня показателя означает заключение о его высоком или низком значении, которая должна проводиться на массиве объектов, отвечающих требованиям сопоставимости, что позволяет установить максимальный и минимальный уровни показателей, а также рассчитать среднюю величину, которая может служить для проведения группировки анализируемых показателей. При этом расчет средней для каждого оцениваемого случая целесообразно производить по формуле

$$\overline{Y}_{m+1} = \frac{\sum_{i=1}^m y_i + \sum_{i=m+1}^n y_i}{n-1},$$

где  $n$  – совокупность объектов, среди которых дается оценка уровню показателя  $y_{m+1}$  ( $i = 1, \dots, m, m+1, m+2, \dots, n$ );  $\overline{Y}_{m+1}$  – среднее значение показателя  $y_p$  для оценки уровня  $y_{m+1}$ . Этот расчет проводится для исключения влияния на оценку показателя  $y_{m+1}$ .

Исходя из этого, для каждого оцениваемого уровня должна быть рассчитана база сравнения в виде индивидуальной средней. Для оценки динамики уровня показателя могут использоваться две базы: плановая динамика и стартовый уровень. При сравнении со стартовым уровнем оценить возможно только сам факт динамики – увеличился или уменьшился уровень, в каких размерах, с какими темпами, т.е. здесь нельзя дать полное заключение об удовлетворительности динамики. Оценка ее делается в сравнении с динамикой за прошлый сопоставимый период и с плановой динамикой.

Содержанием оценки в таком случае служит заключение о соблюдении намеченной динамики и степени напряженности плановой динамики.

Нами предлагается следующий алгоритм построения оценок (рис. 2). Оценка, полученная на этапе 4 алгоритма, служит основанием для принятия управленческих решений по дальнейшему повышению эффективности производства.

В процессе деятельности предприятие, как сложная хозяйственная система, имеет составные части, которые выполняют свои функции, взаимодействуют, подчиняются управляющим воздействиям. При этом возможны те или иные нарушения, отставания, несогласованности, дисбалансы, диспропорции, обладающие определенными признаками, зная которые, можно легко установить характер и место нарушения нормального протекания хозяйственной деятельности.

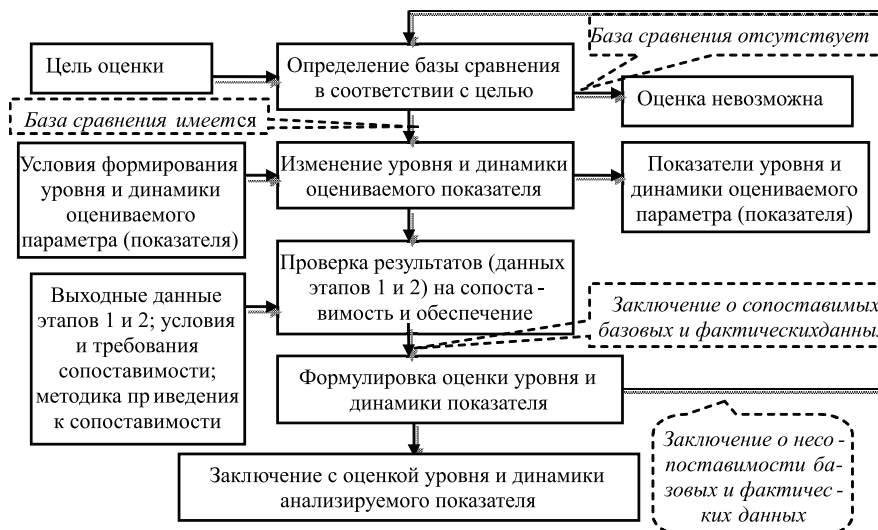


Рис. 2. Алгоритм построения оценок

Знание признака позволяет быстро и точно установить характер нарушения без дополнительных изысканий, обследований, без действий, которые требуют затрат времени и средств, т.е. диагностировать не только технологические, но и экономические процессы и явления.

Обобщая вышесказанное, представляется целесообразным определять экономическую диагностику как способ установления характера нарушений нормального хода хозяйственного процесса, на основе типичных признаков, присущих только данному нарушению.

Целесообразно использовать экономическую диагностику для достаточно сложных хозяйственных систем с большим объемом информации. Так, если имеется набор из  $n$  показателей производственно-хозяйственной деятельности ( $n = 1, \dots, N$ ), то нормальное ее течение должно характеризоваться определенной упорядоченностью индексов каждого из анализируемых показателей.

### Список литературы

1. Абакаров М.И. Экономическая диагностика деятельности малых предприятий в сфере платных услуг региона // Экономическое состояние и перспективы регионального развития в РФ: сборник статей и тезисов Региональной научно-теоретической конференции. – Издербаш, 12 ноября 2010. – С. 9–17.
2. Абакаров М.И. Развитие малого предпринимательства в сфере платных услуг трудоизбыточного региона // РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. – 2011. – № 1. – С. 429–435.
3. Арсланов Ш.Д. Экономико-организационные проблемы становления и развития взаимосвязи малых, крупных и средних форм хозяйствования в строительстве // Вопросы структуризации экономики. – 2003. – № 2. – С. 55–60.
4. Арсланов Ш.Д. Необходимость взаимодействия малых и крупных предприятий // Вопросы структуризации экономики. 2003. № 3. С. 81–83

5. Бусов В.И. Оценка стоимости предприятия (бизнеса): учебное пособие для бакалавров / В.И. Бусов, О.А. Землянский, А.П. Поляков; под ред. В.И. Бусова. – М.: Юрайт, 2012. – 430 с.

6. Диагностика состояния инновационно ориентированного предприятия: учебное пособие / Л.В. Валинурова, Э.И. Исхакова, А.М. Ахмадеев, И.В. Горбачев. – Уфа: БАГСУ, 2013. – 109 с.

7. Организация производства и управление предприятием: учебник / под ред. О.Г. Туровца. – 3-е изд. – М.: ИНФРА-М, 2011. – 505 с.

8. Экономика фирмы: учебное пособие для учреждений среднего профессионального образования / Т.В. Муравьева, Н.В. Зиньковская, Н.А. Волкова, Г.Н. Лиференко; под редакцией Т.В. Муравьевой. – М.: Академия, 2007. – 399 с.

### References

1. Abakarov M.I. Jekonomicheskaja diagnostika dejatel'nosti malyh predpriyatij v sfere platnyh uslug regiona // Jekonomicheskoe sostojanie i perspektivy regionalnogo razvitiya v RF: sbornik statej i tezisov Regionalnoj nauchno-teoreticheskoj konferencii. Izdербаш, 12 nojabrja 2010. pp. 9–17.
2. Abakarov M.I. Razvitie malogo predprinimatel'stva v sfere platnyh uslug trudoizbytochnogo regiona // RISK: Resursy, informacija, snabzhenie, konkurencija. 2011. no. 1. pp. 429–435.
3. Arslanov Sh.D. Jekonomiko-organizacionnye problemy stanovlenija i razvitiya vzaimosvjazi malyh, krupnyh i srednih form hozjajstvovaniya v stroitel'stve // Voprosy strukturizacii jekonomiki. 2003. no. 2. pp. 55–60.
4. Arslanov Sh.D. Neobhodimost vzaimodejstvija malyh i krupnyh predpriyatij // Voprosy strukturizacii jekonomiki. 2003. no. 3. pp. 81–83
5. Busov V.I. Ocenka stoimosti predpriyatija (biznesa): uchebnoe posobie dlja bakalavrov / V.I. Busov, O.A. Zemljanskij, A.P. Poljakov; pod red. V.I. Busova. M.: Jurajt, 2012. 430 p.
6. Diagnostika sostojanija innovacionno orientirovannogo predpriyatija: uchebnoe posobie / L.V. Valinurova, Je.I. Ishakova, A.M. Ahmadeev, I.V. Gorbachev. Ufa: BAGSU, 2013. 109 p.
7. Organizacija proizvodstva i upravlenie predpriyatijem: uchebnik / pod red. O.G. Turovca. 3-e izd. M.: INFRA-M, 2011. 505 p.
8. Jekonomika firmy: uchebnoe posobie dlja uchrezhdenij srednego professionalnogo obrazovanija / T.V. Muraveva, N.V. Zinkovskaja, N.A. Volkova, G.N. Liferenko; pod redakciej T.V. Muravevoj. M.: Akademija, 2007. 399 p.

УДК 681.5.015

## РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ИЗДЕРЖКАМИ ПРОИЗВОДСТВА КОРПОРАТИВНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

**Быстров В.А., Борисова Т.Н., Вуцан Е.С., Грекова Н.Ю., Дьяков П.К.**

*ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»,  
Новокузнецк, e-mail: bistrov39@yandex.ru*

Настоящая статья посвящена разработке методологических рекомендаций по управлению издержками производства в корпоративных организациях на основе внедрения моделей и алгоритмов как инструмента минимизации издержек производства. Корпоративные организации как класс социально-экономических объектов управления характеризуются большими масштабами производственной деятельности и финансовых потоков, значительной долей постоянных издержек в себестоимости, сложностью управляющего объекта. Вследствие этого обеспечение качества управления издержками корпоративных организаций предполагает совершенствование системы и методов управления, разработку новых алгоритмов, моделей управления. Следует также отметить, что существующие методы управления издержками производства не полностью раскрывают современные инструменты, что обуславливает выбор цели, задач, объекта и предмета исследования. Определены факторы, обуславливающие эффективность управления системой воздействия на издержки производства корпоративного образования. Разработана система критериев и показателей для оценки эффективности управления воздействием на издержки производства.

**Ключевые слова:** корпоративная организация, управление издержками производства, линейное программирование, степень управляемости факторов

## DEVELOPMENT OF METHODOLOGICAL RECOMMENDATIONS FOR THE MANAGEMENT OF PRODUCTION COSTS OF CORPORATE ORGANIZATION

**Bystrov V.A., Borisova T.N., Vutsan E.S., Grekova N.Y., Dyakov P.K.**

*Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, e-mail: bistrov39@yandex.ru*

This article is devoted to the development of methodological recommendations for the management of production costs in enterprise organizations through the introduction of models and algorithms as a tool to minimize production costs. Corporate organization as a class the socio-economic control objects are characterized by large scale production and financial flows, the high proportion of fixed costs in the cost, the complexity of the management object. As a consequence, quality assurance cost management involves corporate improvement system and management methods, developing new algorithms, models of governance. It should also be noted that existing methods for managing production costs incompletely reveal modern instruments, hence the choice of the goal, objectives, object and subject of study. The factors driving efficiency in the management of the system impact on the cost of production of the corporate entity.

**Keywords:** corporate organization, manage production costs, linear programming, the degree of controllability factors

ООО «СибГеоПроект» как корпоративная организация является одним из лидеров рынка геологоразведочных и проектных работ Сибирского федерального округа [2]. Работая по модели «EPMS» («Engineering – Procurement – Construction – Management»), ООО «СибГеоПроект» предлагает клиентам управление проектами от обоснования бизнес-идеи до осуществления авторского надзора. В качестве социально-экономической и производственной системы ООО «СибГеоПроект» характеризуется рядом свойств, в частности:

- целями, социально-экономическими интересами компании в целом, управляющего центра и отдельных агентов (подразделений, сотрудников);
- системой функций и бизнес-процессов, реализуемых компанией;

– организационной и производственной структурой, отражающей элементный состав системы и выполняемые работы;

– совокупностью внутренних правил, процедур, регламентов;

– связями между различными элементами системы, а также ее элементами и внешней средой.

Совершенствование порядка, процедур и функций управления издержками производства корпоративных образований основано на разработанном алгоритме (рис. 1) и рекомендованных в его рамках методов, приведенных в табл. 1.

Методы управления издержками характеризуют способы воздействия на них со стороны управляющей системы. Методы имеют определяющее значение в системе управления издержками, поскольку охваты-



вают подходы и инструментарий постановки целей, организации управления, а также методические основы контроля, учета, анализа. К основным методам управления издержками в настоящее время относят нормативный метод, учет прямых издержек, управление издержками по бизнес-процессам, управление по целевым издержкам, функционально-стоимостной анализ (ФСА), управление издержками на основе стадий жизненного цикла, стратегический управленческий учет и др. (рисунок) [1].

[1, 3, 4], сводящейся к отысканию минимума функции вида:

$$f(x) = \sum_{j=1}^n c_j x_j = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n; \quad (1)$$

при ограничениях вида:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_i; \quad (i = 1, 2, \dots, m),$$

$$x_j \geq 0; \quad (j = 1, 2, \dots, n), \quad (2)$$

где  $x$  – переменные задачи (например, объем производства);  $c$  – коэффициенты.

**Таблица 1**

Распределение обязанностей и ответственности при принятии и реализации решений, оказывающих влияние на издержки ООО «СибГеоПроект»

Виды работ	Управленческий аппарат	Планово-экономический отдел (ПЭО)	Дирекции по направлениям	Обслуживающие подразделения
Организация и исполнение сметной работы	Совершенствование и доработка локальной нормативной базы по сметной работе, использованию нормативов затрат	Планирование затрат на выполняемые работы, как собственными силами, так и сторонних организаций, включая затраты на персонал с учетом установленных показателей	Реалистичное составление смет с учетом фактического опыта работы	Выполняют работы, необходимые для собственных служб и сторонним организациям
Организация оплаты труда	Установление политики и показателей по оплате труда с учетом ограничений и нормативов издержек, в особенности – постоянных		Решение задачи «производить или покупать» с целью определения рационального штатного состава, техники и оборудования	Планирование затрат на персонал по нормативным показателям
Организация производства	Определение целей работы ЦФО не только по общему размеру, но и по структурным, относительным показателям издержек	Планирование качественных, относительных характеристик результативности		Организация работ для собственных служб и сторонних организаций

Обратная связь достигается за счет учета, анализа и контроля по фактическим сведениям о функционировании управляемой системы, что позволяет осуществлять корректирующие воздействия, а также при необходимости изменять сами планы. Внешняя среда при этом тоже генерирует определенные возмущающие воздействия на объект управления (в частности, изменение цен и тарифов на производственные ресурсы), что отражает открытость управляемой системы. Формальная постановка задачи управления издержками может быть осуществлена на основе классической задачи линейного программирования

Ограничения (2) могут отражать необходимый объем производства  $j$ -го вида продукции. Тем самым задача (1) представляет собой поиск оптимального решения, при котором будет выполнен бюджет производства (производственная программа) предприятия и достигнут минимум издержек. Однако сложность объекта управления и нередко невозможность получения необходимых для формулировки задачи (1) данных существенно ограничивает применимость классического линейного программирования в управлении издержками. В литературе его методы применяются только для отдельных технологических процессов или производственных участков [1, 3, 5], где степень определенности достаточно высока.



Алгоритм управления издержками производства в корпоративных образованиях

Анализ безубыточности ООО «СибГеоПроект» на 2015 год

Таблица 2

Наименование показателя	Пессимистичный вариант	Реалистичный вариант
Постоянные затраты, тыс. руб.	128 000	128 000
Удельный вес переменных издержек в продажах	0,68	0,68
Переменные издержки, тыс. руб.	272 000	400 000
Объем реализации работ, тыс. руб.	400 000	588 000
Операционная прибыль, тыс. руб.	0	50 000
Рентабельность продаж, процентов	0	8,5%

Результаты расчетов безубыточности производства представлены в табл. 2.

Рассмотрим пример анализа работ по оценке воздействия на окружающую сре-

ду объектов размещения отходов по проектной документации горнодобывающего предприятия (табл. 3).

Таблица 3

Пример ФСА проектных работ, проведенных ООО «СибГеоПроект»  
(по оценке воздействия на окружающую среду)

Разделы проекта	Функции проекта					Затраты на элементы проекта, тыс. руб.
	$F_i$					
	Определение предельно допустимых воздействий	Обоснование допустимости воздействий	Определение мер защиты окружающей среды	Формирование плана деятельности экологических служб корпорации	Формирование разрешительной документации	
$A_1$ оценка исходного состояния природной среды	$\frac{0,5}{150}$	$\frac{0,5}{350}$	–	–	–	500
$A_2$ оценка видов воздействия	–	$\frac{1,0}{2000}$	–	–	–	2 000
$A_3$ меры по снижению негативного воздействия	–	–	$\frac{1,0}{1000}$	–	–	1 000
$A_4$ программа экологического мониторинга	–	–	–	$\frac{0,8}{450}$	$\frac{0,2}{50}$	500
$A_5$ технологическая характеристика	–	–	–	$\frac{0,2}{1000}$	–	1 000
$A_6$ результаты изысканий	–	–	$\frac{0,5}{500}$	$\frac{0,5}{500}$	–	1 000
$\sum_{i=1}^n A_{ij}$	150	2 350	1 500	1 950	50	6 000

Из представленных в табл. 3 данных видно, что все выполняемые проектными работами функции необходимы для потребителей, однако разделы  $A_5$  и  $A_6$  вносят достаточно малый вклад в их реализацию при сравнительно высокой стоимости. Так, технологическая характеристика объекта при существенной затратности данного раздела имеет малую ценность для формирования плана деятельности экологических служб недропользователя. Следовательно, части проектных работ, не предполагающие значительного влияния на выполнение ими своих функций, могут быть исключены или минимизированы на основе ФСА.

Решение главной задачи «производить или покупать» имеет существенное значение для установления обоснованного уровня постоянных затрат, принятия решений о выполнении работ собственными силами или передачи на субподряд. Как было отмечено ранее, в ряде случаев возникает альтернатива набора штатного персонала, приобретения оборудования, выполнения собственными силами определенных операций или продолжения размещения заказов на стороне. Обоснованное решение данного вопроса позволяет существенно сократить совокупные производственные издержки.

В ООО «СибГеоПроект» к альтернативе «производить или покупать» можно отнести следующие виды деятельности:

- буровые работы – 9,4% издержек;
- агрохимические анализы – 0,5% издержек;
- разработка системы измерений метрологической службы (СИМС) – 2,5% издержек.

Как известно, основной принцип анализа «производить или покупать» состоит в том, что до определенного уровня выпуска продукции или производства работ их целесообразно заказывать на стороне, а при необходимости более высоких объемов – начинать собственное производство [2]. Таким образом, необходимо определить, при каких объемах работ будет целесообразным формирование собственных производств, наем штатного персонала, закупка оборудования и т.п.

Производственную задачу «производить или покупать» можно решить с помощью механизма распределения затрат между агентами. Механизм распределения затрат ставит в соответствие совокупности оценок агентов  $\{y_i\}_{i=1}^n$  распределение затрат  $\{x_i = \pi_i(y)\}_{i=1}^n$  такое, что соответствует:

$$\sum_i \pi_i(y) = C(Y). \quad (3)$$

Таблица 4

Принятие решения «производить или покупать», тыс. руб.

	Раздел СИМС (из расчета 15 проектов в год)		Буровые работы		Агрохимические анализы (150 анализов в год)	
	производство	покупка	производство	покупка	производство	покупка
Материальные затраты	0	–	14 000	–	180	–
Расходы на оплату труда вновь нанятого персонала (с начислениями)	5 400	–	9 000	–	880	–
Амортизация оборудования, техники	100	–	18 000	–	500	–
Организация и обслуживание рабочих мест	300	–	2 000	–	450	–
Всего издержек	5 800	10 600	43 000	56 000	2010	1 900
Рациональное решение	Работы выполнять собственными силами		Работы выполнять собственными силами		Продолжать заказывать на стороне	
Экономический эффект	4 800	13 000	–			

В первую очередь в силу их простоты выделяют приоритетные механизмы. В этих механизмах для каждого агента, выполняющего определенную работу, определяется его приоритет (вес)  $\eta_i(y_i)$ , и затраты распределяются прямо пропорционально приоритетам агентов:

$$x_i = \pi_i(y) = \frac{\eta_i(y_i)}{\sum_i \eta_i(y_i)} C(Y). \quad (4)$$

Условие (3) при использовании приоритетных механизмов выполняется автоматически. В зависимости от вида функций  $\eta_i(y_i)$  различают механизмы прямых, обратных и абсолютных приоритетов. В механизмах прямых (обратных) приоритетов  $\eta_i(y_i)$  возрастающая (убывающая) функция  $y_i$ ,  $i = 1, n$  а в механизмах абсолютных приоритетов  $\eta_i(\bullet)$  не зависит от  $y_i$ , то есть  $\eta_i(y_i) \alpha_i \geq 0$ . Результаты соответствующих расчетов представлены в табл. 4.

**Заключение**

Проведенный анализ показывает, что по двум альтернативам из трех корпоративному образованию целесообразно отказаться от заказа работ на стороне и осуществлять их собственными силами. При производстве буровых работ затруднение вызывает необходимость больших единовременных вложений в приобретение оборудования (хотя частично это делается). Однако при переходе к выполнению раздела по СИМС собственными силами существенных инвестиций не потребуется (текущие издержки по содержанию рабочих мест и по оплате труда). Следовательно, переход к выполнению раздела СИМС собственными силами является приоритетным

мероприятием с весьма существенным экономическим эффектом. По работам, связанным с агрохимическим анализом, целесообразно продолжать размещать заказы на стороне, т.к. организация собственной лаборатории явно нерациональна.

**Список литературы**

1. Бурков В.Н. Введение в теорию управления организационными системами / В.Н. Бурков, Н.А. Коргин, Д.А. Новиков / под ред. чл.-корр. РАН Д.А. Новикова. – М.: Либроком, 2009. – 264 с.
2. Дьяков П.К. Оценка эффективности управления системой воздействия на издержки производства корпоративного образования / П.К. Дьяков, В.А. Быстров // Экономика и менеджмент систем управления. – 2015. – № 1. – С. 40–50.
3. Емельянов С.В. Теория и практика прогнозирования в системах управления / С.В. Емельянов, С.К. Коровин, Л.П. Мышляев. – М.: Издат. объединение «Российские университеты»; Кемерово: «Кузбассвуиздат – АСТШ», 2008. – 487 с.
4. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами – М.: МПСИ, 2005. – 584 с.
5. Сараев А.Л. Организация системы управления издержками промышленных предприятий // Вестник Самарского государственного университета. – 2012. – № 2. – С. 77–90.

**References**

1. Burkov V.N., Korgin, N.A., Novikov D.A. Vvedenie v teoriyu upravleniya organizatsionnymi sistemami. Ed. corresponding member of RAS D.A. Novikova. M.: Librokomp, 2009. 264 p.
2. Dyakov, P.K., Bystrov V.A. Otsenka effektivnostiu pravleniya sistemoy vozdeystviya na izderzhki proizvodstva. Economics and management control systems, 2015. no.1. pp. 40–50.
3. Emelyanov S.V., Korovin S.K., Myshlyayev L.P. Forecasting theory and practice in management systems. M.: Publisher. Association «Russian universities»; Kemerovo: «Kuzbassvuzizdat-ASTŠ», 2008. 487 p.
4. Novikov, D.A. Theory of management organizational systems-m.: MPSI, 2005. 584 p.
5. Saraev, A.L. Organizatsiya sistemy upravleniya izderzhkami promyshlennykh predpriyatiy. Vestnik of Samara State University. 2012. no. 2. pp. 77–90.



УДК 338.24.01

## ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЫБОРА СМЕШАННЫХ ТИПОВ СТРАТЕГИЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОРГАНИЗАЦИИ С ГРУППАМИ СТЕЙКХОЛДЕРОВ

**Горбунова М.В., Греско А.А., Солодукхин К.С.**

*Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, Владивосток,  
e-mail: Mariya.Gorbunova@vvsu.ru, gresko\_al@mail.ru, k.solodukhin@mail.ru*

В статье описывается динамическая модель выбора смешанных типов стратегий взаимодействия организации с группами заинтересованных сторон. В модели рассматривается множество сценариев, в рамках которых определенным образом изменяются отношения организации с каждой группой. Для каждого сценария по периодам отслеживается динамика изменений характеристик отношений и определяются весовые коэффициенты целесообразности выбора «чистых» типов стратегий взаимодействия организации с каждым стейкхолдером. Предложен метод формирования смешанных стратегий. Показано, что применение стратегии смешанного типа может позволить снизить риск по сравнению со «чистыми» стратегиями. При этом окончательный выбор набора стратегий взаимодействия организации с группами заинтересованных сторон в любом случае остается за лицом, принимающим решение, и зависит от его склонности к риску, опыта и интуиции.

**Ключевые слова:** стратегии взаимодействия со стейкхолдерами, динамическая модель, смешанные стратегии

## THE DYNAMIC MODEL OF SELECTION FOR MIXED TYPES OF ORGANIZATION INTERACTION STRATEGIES WITH STAKEHOLDERS

**Gorbunova M.V., Gresko A.A., Solodukhin K.S.**

*Vladivostok State University of Economics and Service, Vladivostok,  
e-mail: Mariya.Gorbunova@vvsu.ru, gresko\_al@mail.ru, k.solodukhin@mail.ru*

The article describes the dynamic model of selection for mixed types of organization interaction strategies with stakeholders. The model considers a set of cases making the scenarios of specifically changing relationship of the organization with each stakeholder group. The dynamics of changes of the relationship characteristics is monitored for each scenario periodically, and weighting reasonability coefficients of choosing the «pure» types of interaction strategy with each stakeholder are determined. The method of formation of mixed strategies is initiated. It is demonstrated that the strategy of mixed type can reduce the risk compared to «pure» strategies. The final selection of the types of interaction strategies of the organization with stakeholders is for the decision-maker, and depends on his risk appetite, experience, and intuition.

**Keywords:** interaction strategy with stakeholders, a dynamic model, mixed strategies

Данная статья продолжает цикл работ авторов, посвященных проблеме выбора наиболее подходящих в той или иной ситуации стратегий взаимодействия организации с ее стейкхолдерами (группами заинтересованных сторон (ГЗС)). Ранее авторами были разработаны однопериодные и многопериодные модели выбора типа стратегии взаимодействия организации со стейкхолдерами в условиях определенности [7, 8, 11] и неопределенности (риска) [3–6]. В том числе были разработаны модели, позволяющие учесть сложившиеся отношения заинтересованных сторон между собой и их возможные изменения [1, 8, 9], а также методы использования смешанных стратегий как способа уменьшения риска [2]. В данной работе представлена динамическая модель выбора смешанных типов стратегий взаимодействия организации со стейкхолдерами на примере вуза.

В предыдущих работах были выделены следующие характеристики отноше-

ний между организацией и ГЗС: степень удовлетворенности ресурсным обменом (свойствами контрагента), степень желанности изменений (являющаяся функцией удовлетворенности и ожиданий в отношении контрагента), степень влияния (на контрагента), а также предложены методы их оценки. Для каждой ГЗС на основе анализа характеристик отношений может быть выбран определенный (наиболее подходящий при прочих равных) тип стратегии взаимодействия: удовлетворение запросов, защита, воздействие, сотрудничество.

Для того чтобы определить, какой тип стратегии следует применять к стейкхолдеру в сложившейся ситуации, каждому из типов ставится в соответствие весовой коэффициент, отражающий целесообразность применения стратегии данного типа (к этой ГЗС в данной ситуации). Целесообразность применения стратегии  $l$ -го типа ( $l = \overline{1,4}$ )

в отношении  $k$ -й ГЗС ( $w_i^k$ ) рассчитывается по следующим формулам:

$$w_1^k = \frac{5 + G_1^k - V^k}{20}; w_2^k = \frac{10 - |G_1^k - 5| - V^k}{15};$$

$$w_3^k = \frac{5 + G_2^k + V^k}{20};$$

$$w_4^k = \frac{25 - G_1^k - G_2^k - |V^k|}{25}, \quad (1)$$

где  $V^k$  – степень взаимного влияния организации и  $k$ -й ГЗС;  $G_1^k$  – степень желания изменений  $k$ -й ГЗС в отношении организации;  $G_2^k$  – степень желания изменений организации в отношении  $k$ -й ГЗС [10].

Желание изменений в отношениях зависит от удовлетворенности (неудовлетворенности) и сложившихся ожиданий. Степени желания изменений  $k$ -й ГЗС в отношении вуза ( $G_1^k$ ) и вуза в отношении  $k$ -й ГЗС ( $G_2^k$ ) находятся по формулам

$$G_j^k = 5 - (U_j^k \cdot c_1^j + O_j^k \cdot c_2^j); c_1^j + c_2^j = 1,$$

$$j \in \{1, 2\}, k = \overline{1, m}, \quad (2)$$

где  $c_1^j, c_2^j$  – нормированные весовые коэффициенты удовлетворенности и ожиданий относительно сбалансированности отношений [там же].

Напомним, что степени желания изменений могут принимать значения в интервале от 0 до 10, степень взаимного влияния может изменяться от  $-5$  до 5 [10].

Для измерения изменений характеристик отношений может быть использован подход, позволяющий представлять данные изменения в виде лингвистических пере-

менных и преобразовывать их вербальные оценки в нечеткие множества с последующей дефазификацией. В табл. 1 приведен соответствующий пример для удовлетворенности.

При увеличении горизонта планирования приходится учитывать многократное (причем далеко не всегда монотонное) изменение характеристик отношений. Пусть имеется  $n$  сценариев изменения внешней среды, в результате которых в каждом из  $t$  периодов некоторым образом изменяются отношения организации с  $k$ -й ГЗС. Для каждого  $j$ -го периода ( $j = \overline{1, t}$ ) можно экспертно оценить характеристики отношений и рассчитать коэффициенты целесообразности применения  $l$ -го типа стратегии в отношении  $k$ -й ГЗС ( $w_{ij}^k$ ) в рамках  $i$ -го сценария ( $i = \overline{1, n}$ ). Коэффициенты целесообразности применения  $l$ -го типа стратегии в отношении  $k$ -й ГЗС по каждому сценарию могут быть сведены к одному интегральному коэффициенту ( $w_{li}^k$ ) по формуле

$$w_{li}^k = \frac{\sum_{j=1}^t w_{ij}^k \cdot q_{ij}^k}{\sum_{j=1}^t q_{ij}^k}, \quad (3)$$

где  $q_{ij}^k$  – коэффициент, отражающий степень уверенности эксперта (ЛПР) в коэффициенте целесообразности применения  $l$ -го типа стратегии в рамках  $i$ -го сценария для  $j$ -го периода.

Некоторые важные свойства коэффициентов  $q_{ij}^k$  описаны в работе [5].

Рассмотрим процесс выбора типов стратегий взаимодействия организации с группой стейкхолдеров на примере вуза и его

**Таблица 1**

Преобразование вербальных оценок изменения удовлетворенности в нечеткие множества

Вербальная оценка изменения свойства	Значения $x$										
	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
	Значения $\mu(x)$										
Коренным образом ухудшится	1	0,8	0,4	0,2	0	0	0	0	0	0	0
Значительно ухудшится	0,8	1	0,8	0,4	0,2	0	0	0	0	0	0
Ухудшится	0,4	0,8	1	0,8	0,4	0,2	0	0	0	0	0
Немного ухудшится	0,2	0,4	0,8	1	0,8	0,4	0,2	0	0	0	0
Незначительно ухудшится	0,2	0,4	0,6	0,8	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0	0
Не изменится	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0
Незначительно улучшится	0	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	0,8	0,6	0,4	0,2
Немного улучшится	0	0	0	0	0,2	0,4	0,8	1	0,8	0,4	0,2
Улучшится	0	0	0	0	0	0,2	0,4	0,8	1	0,8	0,4
Значительно улучшится	0	0	0	0	0	0	0,2	0,4	0,8	1	0,8
Коренным образом улучшится	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,4	0,8	1

ГЗС «бизнес-сообщество». В настоящее время в России происходит процесс выделения среди вузов, не вошедших в число федеральных и исследовательских университетов, опорных вузов региональных экономических систем и вузов прикладного бакалавриата. Задача прикладного бакалавриата – сделать так, чтобы вместе с дипломом о высшем образовании студенты получали полный набор знаний и навыков, необходимых для того, чтобы сразу же, без дополнительных стажировок, начать работать по специальности. В основу этого уровня образования положены образовательные программы среднего профессионального образования, ориентированные на овладение практическими навыками работы на производстве, в сочетании с программами высшего образования, ориентированными на получение серьезной теоретической подготовки.

Рассмотрим два сценария изменения отношений между вузом прикладного бакалавриата и ГЗС «бизнес-сообщество» для двух периодов (по два года каждый). Количество сценариев и временных периодов в примере выбрано небольшим для простоты и наглядности.

В рамках первого сценария предполагается привлечение вузом квалифицированных кадров, имеющих опыт практической профессиональной деятельности, способных обеспечить изучение потребностей рынка труда региона, разработку программ,

включающих профессиональные модули, организацию и содержание теоретической и практической составляющей программ. При этом происходит улучшение материально-технической и научно-методической базы, расширяется база практик на предприятиях. Уровень государственного финансирования остается неизменным (или немного увеличивается). В рамках этого сценария степень желанности изменения отношений бизнес-сообщества с вузом будет снижаться.

В рамках второго сценария ожидается постепенное существенное снижение уровня государственного финансирования. В этих условиях вуз не сможет долго поддерживать необходимый уровень материально-технической базы и уровень заработной платы высококвалифицированных сотрудников. Соответственно будут снижаться возможности привлечения преподавателей, имеющих опыт профессиональной практической деятельности, и уровень качества практико-ориентированного образования в целом. Это приведет к неудовлетворенности бизнес-сообщества в получаемых от вуза ресурсах. Соответственно степень желанности изменения отношений бизнес-сообщества по отношению к вузу будет увеличиваться.

В табл. 2 и 3 представлены запросы вуза и бизнес-сообщества к получаемым ресурсам и характеристики отношений на текущий период.

Таблица 2

Запросы вуза к получаемым ресурсам от бизнеса и характеристики отношений (2015 г.)

Ресурс	Значимость (вес) ресурса	Удовлетворенность получаемым ресурсом	Ожидания к получаемому ресурсу	Степень желанности изменений отношений вуза	Степень взаимного влияния
Имидж вуза в бизнес-среде (в том числе за счет трудоустройства выпускников)	0,25	4	-2	4	-1
Информация (обратная связь, напр., о требованиях к качеству подготовки выпускников)	0,3	3	-1	4	
Содействие практико-ориентированности обучения	0,25	-1	0	5,5	
Оплата предоставляемых услуг (в том числе заказы на прикладные научные исследования и разработки, консалтинговые и тренинговые услуги), спонсорство	0,2	1	2	3,5	

**Таблица 3**

Запросы бизнеса к получаемым ресурсам от вуза и характеристики отношений (2015 г.)

Ресурс	Значимость (вес) ресурса	Удовлетворенность получаемым ресурсом	Ожидания к получаемому ресурсу	Степень желанности изменений отношений ГЗС	Степень взаимного влияния
Квалифицированные кадры, обладающие необходимым набором компетенций и практическими навыками	0,25	3	2	2,5	-1
Информация (напр., о новых технологиях и возможностях развития бизнеса)	0,3	1	0	4,5	
Обучение и переподготовка персонала (тренинговые услуги)	0,15	3	0	3,5	
Помощь в ведении бизнеса (консалтинговые услуги)	0,15	-3	-1	7	
Использование инфраструктуры вуза	0,05	3	1	3	
Привлечение на некоторые виды работ студентов (напр., при прохождении ими практики)	0,1	4	0	3	

Удовлетворенность и ожидания (а значит, и степень желанности изменений) оценивались по каждому отдельному ресурсу, после чего, с учетом весов ресурсов, были вычислены  $G_1^k = 4$  и  $G_2^k = 4,3$ .

В таблице 4 представлены оценки характеристик отношений и коэффициенты целесообразности применения типов стратегий взаимодействия для двух сценариев (через знак /).

На следующем шаге экспертно определяются коэффициенты  $q_{ij}^k$  (табл. 5).

По формуле (3) вычисляются интегральные коэффициенты, для которых по каждому типу стратегии рассчитываются показатели мат. ожидания (отражающие «чистый» выигрыш) и среднеквадратичного отклонения (отражающие «чистый» риск) (табл. 6).

**Таблица 4**

Характеристики отношений и весовые коэффициенты целесообразности применения типов стратегий для первого и второго сценариев

Сценарий 1/сценарий 2			
Характеристики отношений и весовые коэффициенты целесообразности применения типов стратегии	Периоды		
	2015 г.	2016–2017 гг.	2018–2019 гг.
Характеристики отношений:			
Степень взаимного влияния	-1/-1	-1/-1	0/-2
Степень желанности изменений отношений ГЗС в отношении вуза	4/4	3,5/4,5	2,5/5,5
Степень желанности изменений отношений вуза в отношении ГЗС	4,3/4,3	4,5/4	5/3
Весовые коэффициенты целесообразности применения типов стратегий:			
Удовлетворение запросов	0,5/0,5	0,475/0,52	0,375/0,62
Защита	0,67/0,67	0,63/0,7	0,5/0,77
Воздействие	0,415/0,415	0,425/0,4	0,5/0,3
Сотрудничество	0,628/0,628	0,64/0,62	0,7/0,58



Таблица 5

Вероятности сценариев и коэффициенты  $a_{ij}^k$ 

Сценарии (вероятности)	Периоды	
	2016–2017 гг.	2018–2019 гг.
Сценарий 1 (0,35)	0,8	0,7
Сценарий 2 (0,65)	0,7	0,6

Таблица 6

Интегральные коэффициенты целесообразности применения типов стратегий

Сценарии (вероятности)	Типы стратегий взаимодействия			
	Удовлетворение запросов	Защита	Воздействие	Сотрудничество
Сценарий 1 (0,35)	0,43	0,57	0,46	0,67
Сценарий 2 (0,65)	0,57	0,73	0,35	0,6
Математическое ожидание	0,52	0,67	0,39	0,62
Среднеквадратичное отклонение	0,068	0,076	0,05	0,032

Рассмотрим возможность применения смешанной стратегии (стратегии смешанного типа). В подобных задачах исходом для ЛПР при выборе им альтернативы  $i = \overline{1, n}$  является случайная величина вида

$$\xi_i = \begin{bmatrix} a_i^1 & \dots & a_i^m \\ p_1 & \dots & p_m \end{bmatrix},$$

где  $(a_i^1 \dots a_i^m)$  – вектор выигрышей;  $(p_1 \dots p_m)$  – вектор вероятностей выигрышей. Если принимающий решение использует смешанную стратегию  $x = (x_1, \dots, x_n)$ , то исходом, соответствующим этой смешанной стратегии, будет случайная величина  $\xi = \sum_{i=1}^n x_i \xi_i$ . Математическое ожидание и дисперсия данной случайной величины могут быть найдены по формулам из [9].

Возвращаясь к нашему примеру, попробуем смешать стратегии некоторых типов (например, «удовлетворение запросов» и «за-

щита»). Очевидно, что может возникнуть ситуация, при которой по какому-то набору ресурсов стоит придерживаться стратегии «удовлетворения запросов», а по другому набору ресурсов – стратегии «защиты». Тем самым возникает «физическая смесь стратегий».

Определим доли (веса) запросов, для которых наиболее целесообразно применение той или иной стратегии. Для каждого запроса бизнес-сообщества к вузу рассчитаем весовые коэффициенты типов стратегий «удовлетворение запросов» и «защита» и найдем их средние взвешенные значения по двум периодам (табл. 7).

Как видно из табл. 7, для большинства запросов более целесообразно применение стратегии защиты. Для запроса «помощь в ведении бизнеса (консалтинговые услуги)» с весом 0,15 более целесообразна стратегия удовлетворения запросов. Соответственно, доля (вес) запросов, для которых более целесообразно применение стратегии защиты, составила 0,85.

Таблица 7

Средние взвешенные весовые коэффициенты целесообразности выбора типов стратегий «удовлетворение запросов» и «защита»

Ресурс	«Вес» ресурса	Удовлетворение запросов	Защита
Квалифицированные кадры	0,28	0,48	0,64
Информация	0,31	0,5	0,66
Обучение и переподготовка персонала (тренинговые услуги)	0,13	0,51	0,68
Помощь в ведении бизнеса (консалтинговые услуги)	0,15	0,7	0,53
Использование инфраструктуры вуза	0,03	0,45	0,6
Привлечение на некоторые виды работ студентов	0,1	0,45	0,6

Таким образом, смешивая два данных типа стратегии, можно задать для них по первому сценарию вероятностный вектор  $x_1 = (0,15; 0,85)$ . Аналогичным образом задается вероятностный вектор для второго сценария  $x_2 = (0,1; 0,9)$ . Затем с учетом вероятностей сценариев рассчитывается общий вероятностный вектор смешанного типа стратегии  $x_{06} = (0,11; 0,89)$ . Рассчитывая для данного смешанного типа показатели математического ожидания и среднеквадратичного отклонения, получаем:  $M = 0,65$ ,  $\sigma = 0,075$ . Показатель математического ожидания оказался чуть меньше, чем при чистом типе стратегии «защита» (который мы бы, очевидно, выбрали, если ограничивались только чистыми стратегиями), но существенно больше, чем при чистом типе стратегии «удовлетворение запросов». При этом показатель риска (среднеквадратичное отклонение) оказался больше, чем риск стратегии «удовлетворение запросов», но меньше, чем риск стратегии «защита».

*Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки в рамках государственного задания по проекту № 993 (в части разработки многопериодных моделей) и РГНФ в рамках научного проекта № 15-32-01027 (в части разработки соответствующего четко-множественного инструментария).*

### Список литературы

1. Горбунова М.В., Греско А.А., Солодухин К.С. Многопериодная модель выбора типов стратегий взаимодействия организации со стейкхолдерами с учетом отношений заинтересованных сторон между собой // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 2 (часть 25). – URL: <http://www.rae.ru/fs/pdf/2015/2-25/38476.pdf>.
2. Греско А.А., Солодухин К.С. Использование смешанных стратегий как способ уменьшения риска при взаимодействии вуза с группами стейкхолдеров // *Современные проблемы науки и образования*. – 2014. – № 6. – URL: <http://www.science-education.ru/pdf/2014/6/1037.pdf>.
3. Греско А.А., Солодухин К.С. Метод выбора стратегий взаимодействия вуза со стейкхолдерами в условиях риска // *Современные проблемы науки и образования*. – 2013. – № 4. – URL: <http://www.science-education.ru/pdf/2013/4/9634.pdf>.
4. Греско А.А., Солодухин К.С. Метод выбора стратегий взаимодействия вуза со стейкхолдерами на основе детерминированного эквивалента // *Современные проблемы науки и образования*. – 2013. – № 6. – URL: <http://www.science-education.ru/pdf/2013/6/475.pdf>.
5. Греско А.А., Солодухин К.С. Многопериодные модели выбора стратегий взаимодействия вуза со стейкхолдерами в условиях риска // *Университетское управление: практика и анализ*. – 2014. – № 4–5. – С. 36–43.
6. Греско А.А., Солодухин К.С. Модели и методы выбора стратегий взаимодействия вуза с группами заинтересованных сторон в условиях неопределенности. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2014. – 176 с.
7. Греско А.А., Рахманова М.С., Солодухин К.С. Разработка стратегий взаимодействия вуза с группами заинте-

ресованных сторон с учетом отношений заинтересованных сторон между собой [Электронный ресурс] // *Современные проблемы науки и образования*. – 2011. – № 5. – URL: <http://www.science-education.ru/pdf/2011/5/28.pdf>.

8. Греско А.А., Солодухин К.С., Рахманова М.С. Выбор стратегий взаимодействия организации с группами заинтересованных сторон с учетом отношений между заинтересованными сторонами // *Научное обозрение. Серия 1. Экономика и право*. – 2011. – № 4. – С. 20–31.

9. Розен В.В. Математические модели принятия решений в экономике: учеб. пособие. М.: Книжный дом «Университет», Высшая школа, 2002. – 288 с.

10. Солодухин К.С. Стратегическое управление вузом как стейкхолдер – компанией. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – 290 с.

11. Солодухин К.С., Плешкова Т.Ю. Инновационный подход к выбору стратегии взаимодействия вуза с его заинтересованными сторонами // *Экономические науки*. – 2009. – № 1 (50). – С. 140–145.

### References

1. Gorbunova M.V., Gresko A.A., Soloduhin K.S. Многопериодная модель выбора типов стратегий взаимодействия организации со стейкхолдерами с учетом отношений заинтересованных сторон между собой // *Fundamentalnye issledovaniya*. 2015. no. 2 (chast 25). URL: <http://www.rae.ru/fs/pdf/2015/2-25/38476.pdf>.
2. Gresko A.A., Soloduhin K.S. Ispolzovanie smeshannyh strategiy kak sposob umensheniya riska pri vzaimodejstvii vuza s gruppami steykholderov // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2014, no. 6, URL: <http://www.science-education.ru/pdf/2014/6/1037.pdf>.
3. Gresko A.A., Soloduhin K.S. Metod vybora strategiy vzaimodejstvija vuza so steykholderami v uslovijah riska // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2013, no. 4, URL: <http://www.science-education.ru/pdf/2013/4/9634.pdf>.
4. Gresko A.A., Soloduhin K.S. Metod vybora strategiy vzaimodejstvija vuza so steykholderami na osnove determinirovannogo jekvivalenta // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2013, no. 6, URL: <http://www.science-education.ru/pdf/2013/6/475.pdf>.
5. Gresko A.A., Soloduhin K.S. Mnogoperiodnye modeli vybora strategiy vzaimodejstvija vuza so steykholderami v uslovijah riska // *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz*. 2014, no. 4–5, pp. 36–43.
6. Gresko A.A., Soloduhin K.S. Modeli i metody vybora strategiy vzaimodejstvija vuza s gruppami zainteresovannyh storon v uslovijah neopredelennosti. Vladivostok: Izd-vo VGUJeS, 2014, pp. 176.
7. Gresko A.A., Rahmanova M.S., Soloduhin K.S. Razrabotka strategiy vzaimodejstvija vuza s gruppami zainteresovannyh storon s uchedom otnoshenij zainteresovannyh storon mezhdub soboj [Elektronnyj resurs] // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2011, no. 5, URL: <http://www.science-education.ru/pdf/2011/5/28.pdf>.
8. Gresko A.A., Soloduhin K.S., Rahmanova M.S. Vybora strategiy vzaimodejstvija organizacii s gruppami zainteresovannyh storon s uchedom otnoshenij mezhdub zainteresovannyimi storonami // *Nauchnoe obozrenie. Serija 1. Jekonomika i pravo*. 2011, no. 4, pp. 20–31.
9. Rozen V.V. Matematicheskie modeli prinjatija reshenij v jekonomike: ucheb. posobie. M.: Knizhnyj dom «Universitet», Vysshaja shkola, 2002, pp. 288.
10. Soloduhin K.S. Strategicheskoe upravlenie vuzom kak steykholder-kompaniej. SPb.: Izd-vo Politehn. un-ta, 2009, pp. 290.
11. Soloduhin K.S., Pleshkova T.Ju. Innovacionnyj podhod k vyboru strategii vzaimodejstvija vuza s ego zainteresovannyimi storonami // *Jekonomicheskie nauki*. 2009, no. 1 (50), pp. 140–145.

УДК [004.78:33] (075.8)

## МЕТОДИКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПО ВНЕДРЕНИЮ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ИТ-ПРЕДПРИЯТИИ

**Зайцев Д.А., Корнилов Д.А., Борисов С.А.**

*Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,  
Институт экономики и управления, Нижний Новгород, e-mail: qwertyu89@mail.ru*

На современном этапе развития Интернет-технологий информационное обеспечение инновационной деятельности ИТ-предприятий получает все большее значение. Для более эффективного осуществления инновационной деятельности ИТ-предприятиям требуется информационное обеспечение, отвечающее всем необходимым параметрам. Стоит также отметить, что кроме желаемых значений различных параметров имеется и ряд объективных ограничений: стоимость, технические требования и другие. Имеется и ряд лиц с несогласованными позициями, способных повлиять на выбор конкретного варианта: собственники, менеджмент, департамент ИТ, сотрудники. Перечисленные выше факторы делают процесс выбора варианта внедрения информационного обеспечения инновационной деятельности крайне сложным. В данной статье приведена методика, позволяющая определять веса тех или иных факторов, участников и ограничений, а также учитывать как качественные, так и количественные параметры.

**Ключевые слова:** инновация, информационное обеспечение, информационное обеспечение инновационной деятельности, метод анализа иерархий

## DECISION-MAKING TECHNIQUES TO INTRODUCE INFORMATION SUPPORT OF INNOVATION IN THE IT-ENTERPRISES

**Zaytsev D.A., Kornilov D.A., Borisov S.A.**

*Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev,  
Institute of Economics and Management, Nizhny Novgorod, e-mail: qwertyu89@mail.ru*

At the present stage of development of Internet technology information support innovation IT-Enterprise it is becoming increasingly important. For a more effective implementation of the innovation IT-Enterprise is required to provide information that meets all the necessary parameters. It should also be noted that in addition to the desired values of various parameters, there are a number of objective constraints: the cost, technical requirements, and others. There are a number of people with inconsistent positions that could affect the choice of a particular option: the owners, management, department of IT, employees. The above factors make the process of selecting the option of introduction of information support of innovation is extremely difficult. This article describes a technique that allows to determine the weight of various factors, participants and restrictions, as well as to take into account both qualitative and quantitative parameters.

**Keywords:** innovations, information technologies, information technologies in innovation, analytic hierarchy process

Рассматривая вопросы оценки эффективности внедрения и совершенствования информационных систем в процессе реализации соответствующих инновационно-инвестиционных проектов, стоит отметить, что итоговая эффективность любой системы всегда в первую очередь зависит не столько от самой производительной ее подсистемы и/или элемента, сколько ограничена эффективностью ее самого слабого звена. В случае рассмотрения инновационной деятельности ИТ-компаний таким звеном часто становится информационное обеспечение. Причина этого проста – грамотная организация информационного обеспечения способна существенно снизить расходы в рамках осуществления инновационной деятельности [6].

Стоит заострить внимание на том факте, что само определение эффективности информационного обеспечения инновацион-

ной деятельности – это объективное исследование, которое должно быть максимально отстранено от субъективных оценок и суждений. Впрочем, некоторые ученые [2, 4] считают, что одной из ключевых особенностей оценки эффективности является то, с какой позиции и с чьей точки зрения рассматривается проект. Также важным фактором является то, по каким критериям происходит сравнение проектов [3].

В данной работе рассмотрен вопрос определения наиболее предпочтительного варианта внедрения и последующей эксплуатации информационного обеспечения инновационной деятельности ИТ-предприятия. Целью настоящего исследования является разработка комплексной методики выбора альтернативы по внедрению и дальнейшей эксплуатации информационного обеспечения инновационной деятельности на ИТ-предприятии. В качестве основных методов

исследования были использованы: метод анализа иерархий, методы синтеза, анализа и сравнения.

**Применение метода анализа иерархий для выбора наиболее предпочтительной альтернативы**

Метод анализа иерархий (МАИ) достаточно функционален и применим к вопросам выбора альтернатив в условиях, когда для появления окончательного решения требуется учет большого количества критериев [1]. Наиболее важные этапы МАИ [7]:

1. Определение фокуса проблемы, который становится верхним уровнем иерархии.
2. Анализ проблемы и выделение конкретных элементов.
3. Графическое представление проблемы в виде иерархической модели.
4. Реализация попарных сравнений. В рамках данного этапа происходит определение приоритетов элементов одного уровня по отношению к элементу вышестоящего уровня, который рассматривается как фактор сравнения. Для расстановки приоритетов используется Шкала относительной важности (табл. 1).

**Таблица 1**  
Шкала относительной важности

Коэффициент относительной важности	Определение
1	Равная важность
3	Умеренное превосходство
5	Существенное или сильное превосходство
7	Значительное превосходство
9	Очень сильное превосходство
2, 4, 6, 8	Промежуточные решения

5. Расчет относительного веса всех сравниваемых элементов текущего уровня по отношению к вышестоящему уровню.

6. Взвешивание весов элементов остальных уровней с использованием весов элементов вышестоящих уровней.

7. Расчет глобальных приоритетов и получение относительного веса альтернатив относительно фокуса проблемы.

В рамках данного исследования будет рассмотрена задача по повышению уровня инновационного развития IT-предприятия. В качестве альтернатив его повышения будут рассмотрены следующие варианты:

1. Разработка информационного обеспечения инновационной деятельности силами самой компании.

2. Приобретение готовой версии информационного обеспечения инновационной деятельности у стороннего разработчика.

3. Приобретение версии информационного обеспечения инновационной деятельности у стороннего разработчика и дальнейшая доработка собственными силами.

4. Передача информационного обеспечения инновационной деятельности IT-предприятия на аутсорсинг (сторонней компании).

В качестве критериев, оказывающих влияние на выбор альтернативы, использованы: показатели рентабельности, затраты на НИОКР, показатели деловой активности, потенциал научно-технических разработок IT-предприятия, показатели производственного обеспечения инновационной деятельности и другие.

Для удобства представления и расчетов все показатели объединены в четыре основные группы:

- 1) эффективности использования внутренних ресурсов;
- 2) эффективности инвестиций;
- 3) результативности финансово-хозяйственной деятельности;
- 4) потенциала инновационной деятельности в выбранных направлениях развития.

Иерархическая модель по повышению уровня инновационного развития IT-предприятия представлена на рисунке.

В табл. 2 приведен пример попарных сравнений групп альтернатив по отношению к группе критериев. Назначение и порядок расчета локальных приоритетов рассмотрены ниже.

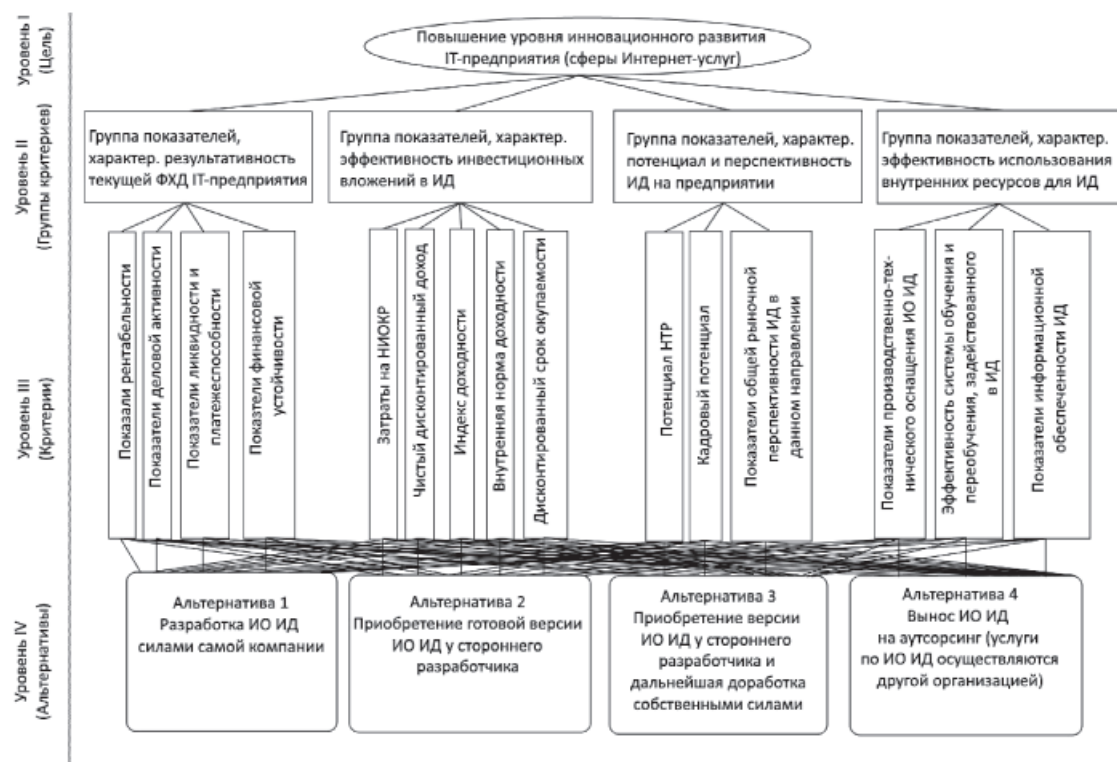
В соответствии с полученными в результате применения МАИ весами имеем следующее ранжирование альтернатив:

$$A1 > A4 > A3 > A2,$$

где A1 – разработка ИО ИД силами самой компании; A2 – покупка готового программного продукта для ИО ИД; A3 – покупка и последующая доработка силами компании программного продукта для ИО ИД; A4 – вынос ИО ИД на аутсорсинг.

Проведенный анализ позволяет провести качественное ранжирование альтернатив, что является недостаточным для выбора конечного решения [10]. Необходимо учесть и количественные критерии, например возможно использование ценовых значений, соответствующих альтернативам, для определения итогового уровня их конкурентоспособности.





Иерархическая модель по повышению уровня инновационного развития IT-предприятия

**Таблица 2**

Расчет веса альтернатив по отношению к инвестициям в ИД

Инвестиции в ИД							Вес	Обобщ. вес
N = 4	A1	A2	A3	A4			0,17	
A1	1,00	7,00	5,00	5,00	A1	3,64	0,62	0,11
A2	0,14	1,00	0,25	1,00	A2	0,43	0,07	0,01
A3	0,20	4,00	1,00	3,00	A3	1,24	0,21	0,04
A4	0,20	1,00	0,33	1,00	A4	0,51	0,09	0,01
	1,54	13,00	6,58	10,00	сумма:	5,82	1,00	
						Imax	4,21	
					индекс согласованности:	ис	0,07	
					отношение согласованности:	OC	0,08	

Примечание. Итоговый приоритет альтернатив: A1 – 0,53, A2 – 0,11, A3 – 0,16, A4 – 0,2.

### Уровень конкурентоспособности альтернативы

Данный показатель определяется как отношение цены альтернативы к набранному количеству баллов, то есть позволяет оценить стоимость одного балла (чем меньше количество баллов набирает альтернатива – тем лучше).

### Исходные данные для расчетов

Согласно данным официальных сайтов разработчиков и сайтов по поиску вакан-

сий [11, 12] были взяты конкретные стоимостные значения готовых программных продуктов, платформ для доработки и зарплатные ожидания программистов и тестеров.

Проведем расчеты стоимости альтернатив:

1. Альтернатива A1 «Делаем сами» предполагает ежемесячную зарплату программиста и тестера в размере 55000 и 30000 рублей соответственно в течение 5 месяцев, что в итоге составляет 425000 рублей;

2. Альтернатива A2 «Покупаем готовое информационное обеспечение» предполагает оплату цены, представленной

разработчиком: в нашем случае эта сумма составляет 199500 рублей.

3. Альтернатива А3 «Купить и доработать» предполагает покупку версии, более дешевой, чем в варианте 2, и обслуживание в течение полугода программистом и тестером, то есть в нашем случае составит

$$99500 + 85000 \cdot 2 = 269\ 500 \text{ рублей.}$$

4. Альтернатива А4 «Вынести обслуживание ИО ИД на аутсорсинг» предполагает оплату стоимости 9990 рублей ежемесячно, то есть за 6 месяцев стоимость такого варианта составит

$$9990 \cdot 12 = 59\ 940 \text{ рублей}$$

Зная цену, мы можем определить уровень конкурентоспособности (УК) каждого варианта:

Вариант 1:

$$\begin{aligned} \text{УК1} &= 425000 \text{ руб./}0,53 \text{ балла} = \\ &= 801\ 887 \text{ руб. на балл.} \end{aligned}$$

Вариант 2:

$$\begin{aligned} \text{УК2} &= 199500 \text{ руб./}0,11 \text{ балла} = \\ &= 1\ 813\ 636,4 \text{ руб. на балл.} \end{aligned}$$

Вариант 3:

$$\begin{aligned} \text{УК3} &= 142000 \text{ руб./}0,16 \text{ балла} = \\ &= 887\ 500 \text{ руб. на балл.} \end{aligned}$$

Вариант 4:

$$\begin{aligned} \text{УК4} &= 59880 \text{ руб./}0,2 \text{ балла} = \\ &= 299\ 400 \text{ руб. на балл.} \end{aligned}$$

Таким образом, итоговое ранжирование имеет следующий вид:

$$A4 > A1 > A3 > A2.$$

Очевидно, что в данном конкретном случае наиболее предпочтительной становится альтернатива 4, предполагающая передачу информационного обеспечения инновационной деятельности на аутсорсинг сторонней компании. Интересным моментом является тот факт, что результаты качественной и комплексной оценок (с учетом количественных показателей) не совпадают.

## Заключение

Применение комплексной методик, позволяющей учитывать как качественные, так и количественные факторы для целей определения наиболее предпочтительного варианта внедрения и последующей эксплуатации информационного обеспечения инновационной деятельности ИТ-предприятия, в настоящее время очень актуально. Очевидным преимуществом данной методик является то, что в рамках ее проведения учитываются не только некие главные факторы, но и значения остальных показателей также отражаются на конечном выборе альтернативы.

Стоит также отметить, что в результате использования методик лицо, принимающее решение, получает не только единственный верный ответ, но и полное ранжирование всех альтернатив. Подобный подход очень ценен в случае применения метода в условиях реальных задач, так как он позволяет быстро принять решение в том случае, если реализация наиболее приоритетного сценария по каким-либо причинам становится невозможной.

## Список литературы

1. Борисов С.А. Выбор эффективных инновационных решений в области информационных систем управления: диссертация на соискание ученой степени кандидата эконом. наук. – Нижний Новгород, 2013. – С. 106–107.
2. Борисов С.А. Выбор эффективной информационной системы для автоматизации деятельности предприятия / С.А. Борисов, Д.Ю. Ковылкин // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – М., 2013. – № 6. – С. 102–108.
3. Виленский П.Л. Оценка эффективности инвестиционных проектов: Теория и практика: учеб. пособие / П.Л. Виленский, В.Н. Лившиц, С.А. Смоляк. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Дело, 2002. – 888 с.
4. Зайцев Д.А. Разработка алгоритма совершенствования информационного обеспечения инновационной деятельности ИТ-предприятий / Д.А. Зайцев, Д.А. Корнилов // Управление экономическими системами. – 2015. – № 6/2015 (78). – URL: [http://uecs.ru/index.php?option=com\\_flexicontent&view=items&id=3619](http://uecs.ru/index.php?option=com_flexicontent&view=items&id=3619).
5. Зайцев Д.А. Повышение эффективности многовариантного и многоуровневого взаимодействия субъектов инновационной деятельности с использованием информационной системы / Д.А. Зайцев, Д.А. Корнилов, М.Н. Первышин // Экономика и предпринимательство. – М., 2014. – № 5 ч. 1 (46–1). – С. 93–97.
6. Зайцев Д.А. Области применения анализа иерархий / Д.А. Зайцев, Д.А. Корнилов // Общественные науки: тенденции развития в условиях глобального информационного общества (взгляд молодежного научного сообщества): сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 300-летию Нижегородской губернии. – Нижний Новгород, 21–24 октября 2014 г., изд-во: Княгинино, НГИЭИ. – С. 54–55.
7. Корнилов Д.А. Стратегическое планирование и экономическое прогнозирование: монография; под ред. Ф.Ф. Юрлова // Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования

Нижегородский гос. технический ун-т. – Нижний Новгород, 2006. – С. 88–89.

8. Смоляк С.А. О норме дисконта для оценки эффективности инвестиционных проектов в условиях риска // *Аудит и финансовый анализ*. – 2000. – № 2. – С. 67–83.

9. Яшин С.Н. Некоторые аспекты методологии портфельного анализа / С.Н. Яшин, Д.А. Корнилов // *Финансы и кредит*. – 2006. – № 2 (206). – С. 64–72.

10. Saaty Thomas L. *Decision Making for Leaders: The Analytic Hierarchy Process for Decisions in a Complex World*. – Pittsburgh, Pennsylvania: RWS Publications. – ISBN 0-9620317-8-X (This book is the primary source for the sections in which it is cited).

### References

1. Borisov S.A. *Vybor jeffektivnyh innovacionnyh reshenij v oblasti informacionnyh sistem upravlenija*. Dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata jekonom. nauk, Nizhnij Novgorod, 2013, pp. 106–107.

2. Borisov S.A., Kovylnkin D.Y., *Aktual'nye problemy gumanitarnyh i estestvennyh nauk*, 2013, no. 6, pp. 102–108.

3. Vilenskij P.L., Livshic V.N., Smoljak S.A. *Ocenka jeffektivnosti investicionnyh proektov: Teorija i praktika*: ucheb. Posobie, M.: Delo, 2002, 888 p.

4. Zaytsev D.A., Kornilov D.A., *Upravlenie jekonomicheskimi sistemami: jelektronnyj nauchnyj zhurnal*, 2015, no. 6/2015 (78). Available at: [http://uecs.ru/index.php?option=com\\_flexicontent&view=items&id=3619](http://uecs.ru/index.php?option=com_flexicontent&view=items&id=3619).

5. Zaytsev D.A., Kornilov D.A., Pervyshin M.N., *Jekonomika i predprinimatel'stvo*, no. 5 ch.1 (46–1), M., 2014, pp. 93–97.

6. Zaytsev D.A., Kornilov D.A., *Sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashhennoj 300-letiju Nizhegorodskoj gubernii: «Obshhestvennye nauki: tendencii razvitija v uslovijah global'nogo informacionnogo obshhestva (vzgljad molodezhnogo nauchnogo soobshhestva)»*, Nizhnij Novgorod, 2014, pp. 54–55.

7. Kornilov D.A. *Strategicheskoe planirovanie i jekonomicheskoe prognozirovanie*. N. Novgorod, 2006, pp. 88–89.

8. Smoljak S.A., *Audit i finansovyj analiz*, 2000, no. 2, pp. 67–83.

9. Jashin S.N., Kornilov D.A., *Finansy i kredit*. 2006, no. 2 (206), pp. 64–72.

10. Saaty Thomas L. *Decision Making for Leaders: The Analytic Hierarchy Process for Decisions in a Complex World*. – Pittsburgh, Pennsylvania: RWS Publications. – ISBN 0-9620317-8-X (This book is the primary source for the sections in which it is cited).

УДК 635.21:635.1/8 (470.40)

## ЭКСПОРТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КАРТОФЕЛЕПРОДУКТОВОГО ПОДКОМПЛЕКСА ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Керимова А.Д., Тарасова Т.В.**

*ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет»,  
Пенза, e-mail: Alfia-kerimova@rambler.ru*

Настоящая статья посвящена исследованию экспортного потенциала картофелепродуктового подкомплекса в Пензенской области. В статье проанализирована динамика урожайности картофеля в хозяйствах всех категорий Пензенской области и предложена модель расчета баланса производство – потребление, которая позволила определить экспортный потенциал области по реализации картофеля. Для обоснования рационального варианта территориальной организации производства картофеля и установления наиболее оптимальных путей транспортировки использовались математические методы линейного программирования. В результате решения транспортной задачи определена оптимальная структура транспортировки картофеля. Практическое осуществление предлагаемых рекомендаций позволит наряду со снижением транспортных затрат уменьшить потери продукции за счет более эффективного прикрепления районов к регионам-потребителям, а также увеличения рентабельности картофелеводства.

**Ключевые слова:** картофель, продовольствие, производство, урожайность, транспортировка

## EXPORT POTENTIAL THE INDUSTRY OF POTATO OF THE PENZA REGION

**Kerimova A.D., Tarasova T.V.**

*FGBOU VPO «Penza State Technological University», Penza, e-mail: Alfia-kerimova@rambler.ru*

The present article is devoted to the study of export potential the industry of potato in the Penza region. The article analyzes the dynamics of potato yield in all categories of farms of the Penza region and a model for the calculation of the balance of production-consumption, which allowed to determine the export potential of region on potato. To justify the rational variants of territorial organization of potato production and establish the most optimal ways of transportation were used mathematical methods of linear programming. As a result of solving the transportation problem the optimal transportation structure of the potato. The practical implementation of the proposed recommendations will allow along with lower transportation costs, reduce product losses through more efficient labeling of the regions to regions-consumers and increasing the profitability of potato growing.

**Keywords:** potato, food, production, yield, transportation

Проблема повышения эффективности производства картофеля и продуктов его переработки сложна и многогранна. В настоящее время данная проблема привлекает к себе все большее внимание ученых и практиков. Это и закономерно, поскольку картофелепродуктовый подкомплекс является одним из приоритетных направлений развития регионального агропромышленного комплекса, и от того, насколько эффективно он функционирует, в значительной мере зависят уровень жизни населения и продовольственная безопасность страны [3, с. 56]. Значение картофеля в решении продовольственной проблемы Пензенской области достаточно велико, поскольку он является одной из важнейших продовольственных культур с относительно высокой продуктивностью и содержанием в клубнях питательных компонентов: углеводов, белков, аминокислот, витаминов, минеральных солей и др. За высокую питательную ценность картофель называют «вторым хлебом». При этом он обладает высокими лечебными свойствами, а также вкусовыми качествами.

Цель исследования. Центральной проблемой рынка картофеля является увеличение за счет возможностей отечественного производства товарных ресурсов картофеля, улучшение ассортимента и повышения качества клубней при снижении затрат на ее производство и доставку потребителям. Соотношение предложения и платежеспособного спроса на региональном рынке картофеля Пензенской области показывает, что в регионе производится в 3 раза больше картофеля, чем потребляется. Однако экспортные возможности рынка картофеля области по-прежнему не используются в полной мере. Исследование направлено на определение экспортного потенциала картофелепродуктового подкомплекса в Пензенской области.

### Материалы и методы исследования

Российская Федерация по производству продукции картофелеводства занимает второе место (более 36000 тыс. т) после Китая. Производством картофеля и продуктов его переработки в стране занимаются в 77 регионах, исключением не является и Пензенская область. За последние десятилетия особенностью



производства продукции картофелеводства в Пензенской области является, то, что более 90 % валового производства картофеля сконцентрировано в личных подсобных хозяйствах населения.

Большинство личных подсобных хозяйств (ЛПХ) имеют площадь под посадку картофеля менее 3 га и возделывают его на основе простых технологий производства с относительно низким уровнем механизации, и поэтому в современных условиях для владельцев ЛПХ это основной источник обеспечения себя продовольствием. Доля сельхозпредприятий и крестьянских (фермерских) хозяйств, занимающихся производством картофеля с применением промышленных технологий, составляет менее 10 % в валовом сборе. Незвизрая на это, наблюдается устойчивая положительная динамика увеличения урожайности и валового сбора картофеля (табл. 1) [1, с. 88].

ненная численность населения области 1355 тыс. чел. [5]. Таким образом, потребление картофеля в области в соответствии с нормой достигнет 158535 т.

Для того чтобы рассчитать потребность области в картофеле, необходимо учесть расход на семена

(площадь высева, га × норму высева, т = 40,6 × 2 = 81,2 тыс. т);  
на корм скоту

(валовый сбор × 20 % = 559,8 × 20 % = 111,96 тыс. т)

и потери

(валовый сбор × 5 % = 559,8 × 5 % = 27,99 тыс. т).

Потребление картофеля в регионе составит

$559,8 - 158,5 - 27,99 - 111,96 = 261,35$  тыс. т.

Таблица 1

Динамика урожайности картофеля в Пензенской области, ц/га [2, с. 32–33]

Хозяйства	В среднем за год		2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2011–2014 гг. в % к 1996–2000 гг.	2014 г. в % к 2011 г.
	1996– 2000 гг.	2011– 2014 гг.						
Хозяйства всех категорий	71	137,1	142	123	141,4	142	193	–
Сельскохозяйственные предприятия	34	152	159	125	173	151	447	95
Хозяйства населения	73	137	142	124	140	142	188	–
Крестьянские (фермерские) хозяйства	38	111,5	112	116	104	114	293	102

Как видно из данных табл. 1, на протяжении последних десятилетий урожайность картофеля в хозяйствах всех категорий в Пензенской области увеличилась почти в 2 раза и в 2014 г. составила 142 центнера с одного гектара.

Создание системы эффективного размещения посевов картофеля, формирования специализированных зон его товарного производства с учетом изменений, произошедших в отрасли картофелеводства, невозможно без осуществления комплекса мероприятий по формированию развитого рынка картофеля. Сочетание комплексного обеспечения развития производства картофеля в специализированных зонах с увеличением его поставок в регионы с неблагоприятными условиями для функционирования отрасли картофелеводства будет важнейшим вкладом в обеспечение продовольственной безопасности страны. Это во многом позволит полнее насытить рынок высококачественной продукцией при снижении затрат на ее производство и реализацию.

В соответствии с достигнутым объемом производства и уровнем урожайности картофеля складывается определенная тенденция формирования и использования его ресурсов. Для определения экспортного потенциала области по реализации картофеля необходимо построение баланса его производства и потребления.

Валовой сбор картофеля в Пензенской области в 2014 году составил 559,8 тыс. т [2, с. 30]. Расчетная норма потребления картофеля на 1 человека 117 кг. Усред-

Для расчета размера ввоза необходимо найти разницу между валовым сбором и потреблением:

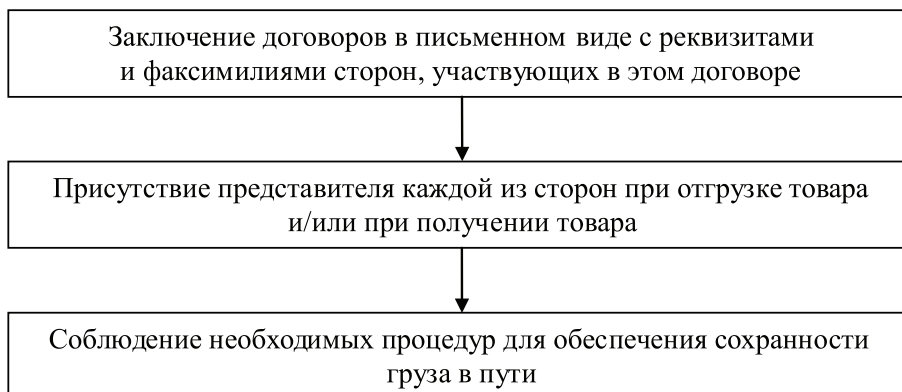
$559,8 - 261,35 = 298,45$  тыс. т.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что Пензенская область не только может обеспечить собственные потребности в картофеле, но и частично соседние регионы.

Почвенная структура юго-восточной зоны региона в наибольшей степени способствует выращиванию картофеля. Она обеспечена транспортной инфраструктурой и кадровыми ресурсами. Наибольшая эффективность наблюдается в таких районах, как Шемышейский, Кузнецкий, Сосновоборский и Никольский, где урожайность достигает 250 ц/га. Так как производство в области значительно превышает необходимые потребности, возможен вывоз из выделенных районов области за ее пределы и прежде всего в Ленинградскую, Астраханскую, Нижегородскую области, Краснодарский край.

Организация крупнотоварного производства, хранения и переработка картофеля в Шемышейском, Кузнецком, Сосновоборском и Никольском районах с учетом наличия автомобильной и железнодорожной инфраструктуры позволяет минимизировать транспортные расходы.

Транспортировка картофеля в целях реализации покупателю может осуществляться по-разному, но обязательно должна сопровождаться соблюдением следующих моментов, отраженных на рисунке.



*Обеспечение транспортировки картофеля*

Возможны несколько вариантов поставки товара от продавца к покупателю. Первый (наиболее выгодный с точки зрения покупателя) – доставка за счет продавца на собственном или наемном транспорте, стоимость которой может быть возложена на покупателя в той или иной степени. В этом случае всю ответственность по качеству товара, его сохранности и другим рискам продавец берет на себя, что увеличивает цену конечной продукции.

Увеличение парка специализированного автотранспорта и в Пензенской области приведет к расширению дальних автомобильных перевозок картофеля, развитию межрегиональных связей между зонами его товарного производства и регионами, постоянно нуждающимися в завозе продукции картофелеводства.

$a_i$  – объем заготовок картофеля в каждом районе-поставщике области;

$b_j$  – объемы потребления в регионах;

$c_{ij}$  – стоимость перевозки картофеля из  $i$ -го района в  $j$ -й регион-потребитель;

$x_{ij}$  – искомое значение количества картофеля, перевозимого из  $i$ -го района в  $j$ -й регион.

Математическая модель транспортной задачи в самом общем виде записывается следующим образом: найти оптимальный план  $\Pi = \{x_{ij}\}$ , для которого

$$F(x) = 135x_{11} + 150x_{12} + 170x_{13} + 115x_{14} + 130x_{21} + 162x_{22} + 170x_{23} + 140x_{24} + 110x_{31} + 165x_{32} + 150x_{33} + 135x_{34} + 100x_{41} + 160x_{42} + 145x_{43} + 128x_{44} \rightarrow \min.$$

**Результаты исследования и их обсуждение**

Для обоснования рационального варианта территориальной организации производства картофеля и установления наиболее оптимальных путей транспортировки использовалась математическая модель линейного программирования. Исходными данными для решения транспортной задачи явились объемы поступления картофеля на реализацию из районов-поставщиков Пензенской области, потребности основных регионов, которые закупают картофель в регионе, и затраты на перевозку одной тонны картофеля. В качестве критерия оптимальности принят минимум транспортных издержек.

Для формулировки математической модели транспортной задачи приняты следующие обозначения:

$i$  – номер района-поставщика картофеля ( $i = 1, 2, \dots$ );

$j$  – номер региона-потребителя ( $j = 1, 2, \dots$ );

Условия ограничения:  
полный вывоз из районов

$$\begin{cases} 135x_{11} + 150x_{12} + 170x_{13} + 115x_{14} = 113; \\ 130x_{21} + 162x_{22} + 170x_{23} + 140x_{24} = 124; \\ 110x_{31} + 165x_{32} + 150x_{33} + 135x_{34} = 162; \\ 100x_{41} + 160x_{42} + 145x_{43} + 128x_{44} = 200; \end{cases}$$

удовлетворение потребностей регионов – покупателей

$$\begin{cases} 135x_{11} + 130x_{21} + 110x_{31} + 100x_{41} = 128; \\ 150x_{12} + 162x_{22} + 165x_{32} + 160x_{42} = 195; \\ 170x_{13} + 170x_{23} + 150x_{33} + 145x_{43} = 91; \\ 115x_{14} + 140x_{24} + 135x_{34} + 128x_{44} = 185. \end{cases}$$

Произведенные расчеты показывают, что оптимальным вариантом вывоза картофеля является:

– из Сосновоборского района 124 т в Ленинградскую область;

## Решение транспортной задачи с помощью MS Excel

Мощности поставщиков	Мощности потребителей							
	Астраханская, 128		Ленинградская, 195		Краснодарский, 91		Н. Новгород, 185	
Никольский, 113	135		150		170		115	
		0		0		0		113
Сосновоборский, 124	130		162		170		140	
		0		124		0		0
Кузнецкий, 162	110		165		148		135	
		0		71		91		0
Шемышейский, 200	100		160		145		128	
		128		0		0		72

– из Никольского района 113 т в Нижегородскую область;

– из Кузнецкого района 71 т в Ленинградскую область и 91 т в Краснодарский край;

– из Шемышейского района 128 т в Астраханскую и 72 т в Нижегородскую области (табл. 2).

При полученном оптимальном плане транспортировки картофеля от производителей к потребителям транспортные издержки будут минимальными и составят в среднем  $F(x) = 80282$  руб. [1, с. 95].

Практическое осуществление предлагаемых рекомендаций позволит, по нашему мнению, наряду со снижением транспортных затрат, уменьшить потери продукции за счет более эффективного прикрепления районов к регионам-потребителям, а также увеличения рентабельности картофелеводства.

### Выводы

Природно-климатические условия многих районов Пензенской области соответствуют биологическим особенностям развития картофеля. Ресурсный потенциал агропромышленного комплекса может обеспечить производство картофеля в необходимом объеме как для непосредственного употребления населением, так и для переработки. Для этого необходимо уделить внимание организации внутрихозяйственного расчета отношений и концентрацию оптимальных размеров посевов картофеля в специализированных севооборотах, обеспечивающих наиболее благоприятные условия для возделывания этой культуры; изучение и применение современных экономических технологий производства и хранения картофеля. Для ЛПХ и КХ как товаропроизводителей, обеспечивающих свыше 90 % производства картофеля, должны быть реализованы следующие мероприятия: ко-

операция с целью организации реализации выращенной продукции и материально-технического обслуживания; изучение основ агротехники возделывания и хранения картофеля в близлежащих сельскохозяйственных научно-учебных заведениях [1, с. 98].

### Список литературы

1. Керимова А.Д. Развитие рынка картофеля (на материалах Пензенской обл.): дис. ... канд. экон. наук. – М., 2008. – 177 с.
2. Растениеводство Пензенской области: статистический сборник / Пензастат. – Пенза, 2015. – С. 107.
3. Силаева Л.П. Проблемы развития картофелеводства в Российской Федерации: монография. – М.: ГУЭП «Эфес», 1999. – 234 с.
4. Тульчев В., Чекмарев П., Ягфаров О. Картофелепродуктовому подкомплексу страны необходима модернизация // АПК: экономика, управление. – 2015. – № 3. – С. 59–68.
5. Численность населения Пензенской области // Сборник статистических материалов. – Пензастат [Электронный ресурс] URL: [http://pnz.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\_ts/pnz/resources/c4cf6d004f07f240bb3cbb22524f7e0f/Chisl\_tek\_2015.pdf] (дата обращения 6.10.2015 г.)
6. Юняева Р.Р. Специфика сельского хозяйства как объекта кредитной политики // Экономика и менеджмент в 21 веке: сборник материалов II Международной научно-практической конференции. – Пенза: ПГУ, 2009. – С. 15–19.

### References

1. Kerimova A. D. Razvitie rynka kartofelja (na materialah Penzenskoj obl.): dis. ... kand. jekon. nauk. M., 2008. 177 p.
2. Rastenievodstvo Penzenskoj oblasti: statisticheskiy sbornik / Penzastat. Penza, 2015. p. 107
3. Silaeva L. P. Problemy razvitiya kartofelevodstva v Rossijskoj Federacii: monografija, M.: GUJeP «Jefes», 1999, 234 p.
4. Tulcheev V., Chekmarev P., Jagfarov O. Kartofeleproduktovomu podkompleksu strany neobhodima modernizacija. APK: jekonomika, upravlenie, 2015, no. 3, pp. 59–68.
5. Chislennost naselenija Penzenskoj oblasti. Sbornik statisticheskix materialov. Penzastat Available at: [http://pnz.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\_ts/pnz/resources/c4cf6d004f07f240bb3cbb22524f7e0f/Chisl\_tek\_2015.pdf] (accessed 6 2015 r.).
6. Junjaeva R. R. Specifika selskogo hozjajstva kak obekta kreditnoj politiki (Jekonomika i menedzhment v 21 veke: sbornik materialov II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii). Penza: PGU, 2009, pp. 15–19.

УДК 330.101.5

**СОВРЕМЕННАЯ МИГРАЦИОННАЯ ПОЛИТИКА: ПРИНЦИПЫ  
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТРУКТУРИРОВАНИЯ И КЛАССИФИКАЦИИ****Козлова Е.В.***ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный университет путей сообщения»,  
Ростов-на-Дону, e-mail: st5567@yandex.com*

Современная международная миграция населения это крупномасштабное, глобальное, многофакторное и динамичное социально-экономическое явление, оказывающее как позитивное, так и негативное воздействие на социальный, демографический, расово-этнический, конфессиональный состав принимающих и отдающих стран, способное стать как мощным драйвером общественного развития, так и неконтролируемым источником социальных конфликтов и противоречий. Национальная миграционная политика является важным инструментом реализации социальных и экономических целей, достижения приоритетов прогресса в сферах экономики, демографии и безопасности. Институциональные и инфраструктурные изменения, стимулированные глобализацией отраслевых рынков, ростом конкурентоспособности транснационального предпринимательства, развитием и распространением постиндустриальных общественных и хозяйственных трансформаций, существенно меняют и механизмы формирования национальной миграционной политики. Государство, ранее обладавшее всей полнотой возможностей регулирования миграции, сегодня испытывает нехватку данных компетенций в силу роста международной конкуренции за высококвалифицированных мигрантов, качественных носителей человеческого капитала. Государственная монополия на миграционное регулирование подорвана транснационализационными процессами в экономике, в результате которых происходит формирование локальных внутрикорпоративных рынков рабочей силы, позволяющих в том числе и международную ротацию персонала. В предложенной статье оценивается видение миграционной политики с позиций современных и классических подходов, определяется структура современной миграционной политики (исходя из ее ориентированности на превентивные, оперативные или надзорные функции), классифицируются инструменты реализации миграционной политики. Классификация инструментов реализации миграционной политики автором предлагается на основе особенностей решаемых задач – структурных или стандартных. В результате проведенного исследования представлена авторская позиция относительно новизны миграционной политики в современном мире, а также условий их эффективной реализации.

**Ключевые слова:** миграционная политика, миграционное регулирование, иммиграция, эмиграция, миграционный контроль

**MODERN MIGRATION POLICY: PRINCIPLES  
OF FUNCTIONAL STRUCTURING AND CLASSIFICATION****Kozlova E.V.***Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Rostov State  
Transport University», Rostov-on-Don, e-mail: st5567@yandex.com*

Contemporary international migration is a large-scale, global, multifactorial and dynamic social and economic phenomenon that has both positive and negative effects on the social, demographic, racial, ethnic, and religious. International migration can be a powerful driver of social development, and at the same time – source of social conflicts and contradictions. The national migration policy is an important tool for the implementation of social and economic goals, priorities, progress in achieving the economic, demographic and security. Institutional and infrastructural changes stimulated by industrial markets globalization, increasing of transnational enterprises' competitiveness, post-industrial social and economic transformations development and dissemination substantially change national migration policies mechanisms. Previously government had full capacity to regulate migration, but today lack of these competencies is obvious due to increasing of international competition for highly skilled workers and human capital. State monopoly on migration regulation undermined by the processes of transnationalization and it results in the formation of local intra-corporate labor markets, allowing international rotation. The proposed article estimated the vision of migration policy from the standpoints of modern and classical approaches, determined the structure of the modern migration policy (in terms of its focusing on preventive, operational or control functions) and classified tools for migration policy implementation. The study presents the author position about migration policy in the modern world, as well as the conditions for their effective implementation.

**Keywords:** migration policy, migration regulation, immigration, emigration, migration control

Национальная миграционная политика, ее структура, механизмы, стратегические ориентиры реализации – результат взаимодействия двух принципов общественного развития – принципа гуманизма и прагматизма. Проявляясь в большей или меньшей степени в различные исторические периоды и экономические фазы национального развития, эти принципы определяют суть

государственного подхода к миграционному регулированию. Можно определить суть национальной миграционной политики в системе координат «прагматизм – гуманизм» с позиций современных теоретических подходов.

Так, неомарксизм рассматривает использование труда мигрантов в качестве эффективного средства преодоления



последствий кризисов капитализма по трем причинам:

- 1) оно эффективно в период роста;
- 2) от него можно отказаться в кризисной фазе, когда существует опасность перепроизводства;
- 3) труд мигрантов оценивается невысоко, что уменьшает инфляционную нагрузку в период роста и помогает компенсировать снижение спроса на рабочую силу в период кризиса.

По мнению неомарксистов (Е. Боначич, Э. Петрас, С. Кастлес, Л. Ченг), развитие государства посредством миграционной политики, направленной на привлечение трудовых мигрантов, стремятся компенсировать негативные последствия экономических кризисов в национальной экономике, характерные для капитализма. Анализу интеграционной стратегии в миграционной политике развитых государств (прежде всего, европейских), посвящены три теории: функционализма (неофункционализма), федерализма и транснационализма. Важным следствием развития интеграционных процессов на европейском континенте стало формирование иммиграционного режима, регламентирующего особый характер миграции для граждан стран-участниц и граждан других стран. Транснационалисты (Р. Кеохейн [14], Дж. Най [13]) указывают на тот факт, что неизбежная трансформация суверенитета и института гражданства являются прямыми следствиями изменений в сфере коммуникаций и должны учитываться в процессе принятия политических решений, как в странах-реципиентах, так и в странах-донорах, участвующих в международном миграционном обмене.

Федералисты (А. Этциони) полагают, что транснациональные проблемы в современном мире увеличиваются, и попытки их решить, при существующем уровне межправительственной кооперации, неудовлетворительны [11]. При этом одной из функций международных институтов выступает формирование трансграничных иммиграционно-политических режимов. Иммиграционно-политические режимы представляют собой общие для стран-участниц принципы, нормы, правила и процедуры регулирования миграционных процессов.

Евросоюз является наиболее институционализированным примером иммиграционно-политического режима. Согласно неофункционалистам (Э. Хаас, Ж. Монне, Л. Линдберг), движение к политическому сотрудничеству, результатом которого становится возникновение наднациональных институтов, имеет в своей основе необходимость экономической кооперации [7]. Операционализируя не-

офункционализм для исследования института иммиграционной политики, отметим, что развитие экономической интеграции между двумя и более странами создает объективные предпосылки для формирования общего миграционного режима.

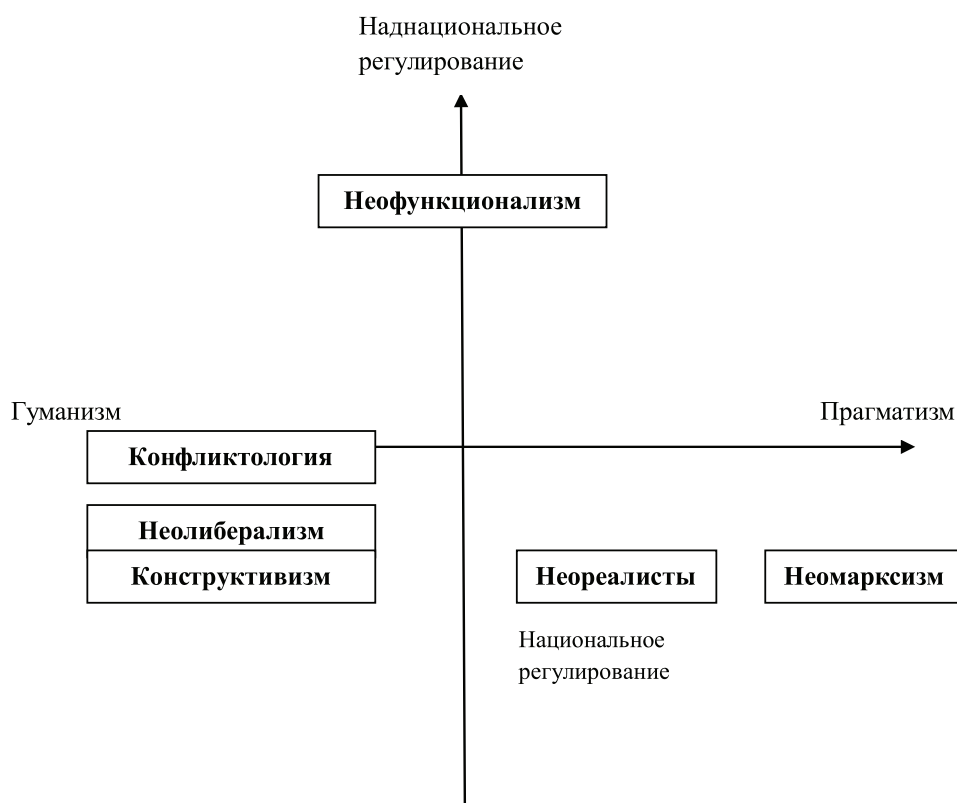
Неолиберализм (Д. Холифилд, Д. Рагги, Я. Сойсал) основную роль в сформировавшейся после Второй мировой войны гегемонии прав человека над потребностями рынка и рестрикционистскими устремлениями правительств, характерными для иммиграционной политики развитых стран, отводит либеральным ценностям. Последние приобретают качества встроенных регуляторов социальных взаимодействий, возникающих между государством и мигрантами. Противоположных взглядов на роль государства в иммиграционной политике придерживаются неореалисты [4] (К. Уолтс [5], А. Зольберг, К. Рудольф, М. Винер). Указывая на связь проблем миграции и безопасности, неореалисты утверждают, что политические акторы и прежде всего государства повсюду в мире остаются важнейшими регуляторами популяционных перемещений. Большое значение для формирования иммиграционной политики имеет государственная идеология в отношении иммиграции. Небесспорен вывод неореалистов о том, что увеличение внешнеполитических угроз ведет к более открытой миграционной политике; а их снижение увеличивает долю, занимаемую проблемами социальной безопасности в политической повестке дня. Поскольку мигранты создают риски внутренней стабильности, необходимость достижения социальной безопасности актуализирует решение вопросов пограничного контроля и проблем интеграции мигрантов в национальное сообщество.

Конфликтологический подход (Э. Геллнер [12], Д. Кэмпбелл [6], Р. Парк [8]) также обладает значительным потенциалом в исследовании иммиграционной политики. Согласно концепции Р. Парка, цикл расовых отношений включает четыре этапа. Следствием миграции становится взаимодействие различных этнических групп (1), которое неизбежно ведет к межгрупповой конкуренции и конфликту (2). В случае достижения договоренностей (3) острота конкуренции и конфликта снижаются. Заключительным этапом является ассимиляция меньшинств в доминирующую культуру и складывание нового равновесия (4). Отдельным направлением конфликтологии выступает этноконфликтология, в рамках которой сформировались три школы: примордиализм, инструментализм и конструктивизм. Главный тезис конструктивистов – о конструируемости этнических

и национальных сообществ, уже находит применение при формировании интеграционных стратегий в отношении иммигрантов в Великобритании, США, Франции, Канаде и в других развитых странах.

Проведенный анализ основных современных подходов к научному определению миграционной политики позволяет распределить их в системе координат (рисунок).

с помощью которых государство и иные политические акторы регулируют потоки переселенцев [1]. С точки зрения Л.Л. Рыбаковского, миграционная политика – это система общепринятых на уровне властных структур идей и концептуально объединённых средств, с помощью которых, прежде всего, государство, а также другие общественные институты, соблюдая определённые



*Современные подходы к определению структуры и ориентиров национальной миграционной политики*

Как видно из рисунка, большинство теоретических подходов эксплуатируют либеральные принципы гуманизма, хотя и продолжают отстаивать главенство государства как наиболее эффективного и компетентного креатора и реализатора национальной миграционной политики.

Под миграционной политикой понимается совокупность законодательных актов, международных соглашений и социальных мер по регулированию миграционных потоков для противодействия факторам, вызывающим нежелательную миграцию [2].

По мнению Ж.А. Зайончковской, «стратегическая миграционная политика РФ – это иммиграционная политика» [3]. Как полагает В. Бобылев миграционная политика – это система принципов, целей и действий,

принципы, предполагают достижение поставленных целей [9].

Миграционная политика, как полагает С.В. Рязанцев, представляет собой систему общепринятых на уровне идей и концептуально объединённых средств, с помощью которых, прежде всего, государство, а также его общественные институты, соблюдая определённые принципы, соответствующие конкретно-историческим условиям страны, предполагают достижение целей, адекватных как этому, так и последующему этапу развития общества [10].

Обобщая вышеперечисленные научные определения можно сделать вывод, что миграционная политика – это целенаправленная деятельность политических институтов, направленная на упорядочение

и регулирование миграционных процессов на территории национального государства.

Первоочередной целью государственной миграционной политики является регулирование миграционных потоков, преодоление негативных последствий стихийно развивающихся процессов миграции, создание условий для беспрепятственной реализации прав мигрантов, а также обеспечение гуманного отношения к лицам, ищущим убежища.

Необходимо подчеркнуть, что миграционная политика является совокупной частью направлений внешнеполитической, экономической, демографической, социально-интеграционной, социально-культурной, правовой и иной деятельности государства.

Национальная миграционная политика является сложной системой мер, которые можно классифицировать по времени и целям реализации на меры организации миграции, меры миграционного регулирования и миграционного контроля.

Меры, направленные на организацию трудовой миграции, включают в себя инструменты преодоления проблем эффективности создания и функционирования социально-экономических институтов, правовой и организационной инфраструктуры международной миграции – условия для старта и развития миграционных процессов в стране (например, деятельность профсоюзных агентств, организаций, обеспечивающих рекрутинг на зарубежных рынках труда, организующих логистические процессы и документализацию трудовой миграции и так далее). Важным компонентом национальной миграционной политики в сфере организации является планирование миграции – определение потребности регионов в иностранной рабочей силе, инструментов межотраслевой и межрегиональной дистрибуции миграционного потока, выявление квалификационных и демографических требований к иностранным мигрантам и так далее.

Миграционное регулирование затрагивает проблемы соответствия критериев реального миграционного потока в стране запланированным показателям, тактическим целям и стратегическим приоритетам. В процессе миграционного регулирования власти в оперативном режиме воздействуют на качественные и количественные показатели миграционной динамики.

Наконец, миграционный контроль ориентируется на выявление несоответствий критериев реального миграционного потока в стране запланированным показателям, целям и приоритетам, а также на устранение этих несоответствий и вероятности их возникновения в будущем.

В рамках каждой сферы реализации миграционной политики ее инструменты (как прямые, так и косвенные) могут быть направленными на решение стандартных (единое решение вне зависимости от динамичных внешних условий) или структурированных (решение непосредственно зависит от динамичных условий) проблем. Перечень инструментов реализации миграционной политики представлен в таблице.

Таким образом, миграционная политика в настоящее время представляет собой сложный комплекс инструментов стабилизации национального рынка труда, его адекватизации требованиям и приоритетам стратегического социально-экономического развития страны. Основываясь на предложенной структуре миграционной политики, возможно предложить ее классификацию на:

1. Превентивную / оперативную / надзорную (исходя из концентрации миграционной политики на возможных объектах – организация миграции, миграционное регулирование или миграционный контроль).

Превентивная миграционная политика является наиболее профессиональной, экспертной и продвинутой, поскольку основана на глубокой оценке потребностей внутреннего рынка труда, перспективах замещения рабочей силы иностранцами, а также на эффективном планировании дистрибуции иностранной рабочей силы по собственной территории, а также отраслям приложения труда. Разработка и реализация эффективной превентивной миграционной политики требует от страны-субъекта проведения многочисленных исследований, создания национальной системы мониторинга рынка труда, анализа взаимосвязи тенденций (демографических и экономических).

Оперативная миграционная политика ориентирована на эффективное решение уже возникающих проблем развития миграционных процессов (например, межотраслевая или межрегиональная дистрибуция мигрантов, социализация трудовых мигрантов, квалификационный отбор и так далее). Оперативная миграционная политика требует от государства – наличия разветвленной и внутренне эффективной системы органов государственной власти, ответственных за выявление и урегулирование миграционных проблем.

Наконец, надзорная миграционная политика является по своей сути реакционной, ориентированной на контроль. Данный вид политики целесообразен в условиях отсутствия возможностей планирования трудовой миграции, регулирования ее экстремально высокой динамики.

Инструменты иммиграционной политики

№ п/п	Класс мер	Решение структурированных проблем	Решение стандартных проблем
<b>1. Организация трудовой иммиграции</b>			
1.1	Прямые меры	Децентрализованное, отраслевое планирование	Централизованное, национальное планирование
		Частные агенты	Государство как единственный агент
1.2	Косвенные меры	Промо-активность	Централизованная информационная поддержка
		Либерализация национального рынка труда	Минимальный размер оплаты труда, соц пакет мигрантам
<b>2. Иммиграционное регулирование</b>			
2.1	Прямые меры	Качественные требования к иностранной рабочей силе	Строгое цензирование (возрастной, национальной, профессиональный ценз)
		Квота на иностранных работников	Запрет на иммиграцию
		Отраслевые квоты	Отраслевые запреты
		Географические квоты, внутреннее распределение	Географические запреты
		Каналы натурализации	Требования репатриации
		Возможность продления контрактов	Временные цензы Сезонные визы
2.2	Косвенные меры	Программы соединения семей	Программы репатриации
		Программы обучения и повышения квалификации	Жесткая привязка к месту работы
<b>3. Иммиграционный контроль</b>			
3.1	Прямые меры	Санкции против компаний, трудоустроивших мигрантов. Санкции против посредников	Санкции против трудовых мигрантов, программы депортации
3.2	Косвенные меры	Программы материальной компенсации за репатриацию	Экономические санкции против мигрантов
		Содействие трудоустройству в стране происхождения мигранта	
		Экономическая помощь стране – донору	Приграничный контроль

2. Стандартную / структурированную (исходя из преобладания в структуре миграционной политики инструментов стандартного или структурированного решения миграционных проблем).

Очевидно, что стандартная миграционная политика целесообразна в условиях отсутствия явной причинно-следственной связи между миграционными процессами (условия развития миграции и динамика миграционных процессов), а также в условиях низкого качества миграционного администрирования (например, возможность двойного толкования миграционных норм и правил, коррумпированность миграционных служб, непрозрачность процессов принятия решений в сфере миграционного регулирования).

Структурированная миграционная политика в большей степени свойственна более развитым рынкам труда с устоявшимися процедурами принятия миграционных

решений (прозрачность, ясность, универсальность правил и подходов и так далее).

3. Императивную / гибкую (исходя из преобладания в структуре миграционной политики прямых или косвенных мер воздействия).

Степень императивности миграционной политики (то есть роста в ее структуре значения факторов прямого регулирования) определяется способностью как социально-экономической системы страны-субъекта, так и конкретно органов, отвечающих за регулирование миграционных процессов реагировать на актуальную миграционную динамику.

**Список литературы**

1. Бобылев В. Миграционная политика (сущность, структурное строение, основные типы) // Власть. – 2009. – № 6. – С. 61.  
2. Воробьева О.Д. Миграция населения. Вып. 6: Миграционная политика. – М.: Минфедерации России, 2001. – С. 8.



3. Зайончковская Ж.А. Миграционное законодательство Российской Федерации и проблемы прав человека. «Круглый стол»: проблемы, дискуссии, предложения / Международная правозащитная ассамблея. – М., 2002. – С. 19.
4. Конышев В.Н. Американский неореализм о проблемах мировой политики // Американский ежегодник 2006. – М.: Наука, 2008.
5. Конышев В.Н. О неореализме Кеннета Уолтса // Полис. – 2004. – № 2. – С. 146.
6. Кэмпбелл Дж. Пути к блаженству. Мифология и трансформация личности. – М.: Открытый мир, 2006.
7. Национализм, либерализм и прогресс. Т. 2. Печальная участь новых государств. – Ithaca, NY: Cornell University Press, 2000.
8. Парк Р. Избранные очерки: Сб. переводов / РАН ИНИОН. Центр социал. науч.-информ. исслед. Отд. социологии и социал. психологии; Сост. и пер. с англ. В.Г. Николаев; Отв. ред. Д.В. Ефременко. – М., 2011. – 320 с. – Сер. «Теория и история социологии».
9. Рыбаковский Л.Л. Миграционная политика России: теория и практика // Современные проблемы миграции в России: материалы общероссийской научной конференции (11–13 ноября 2003г.). – М., 2003. – С. 36
10. Рязанцев С.В. Материалы международной конференции. Политика народонаселения: настоящее и будущее. – М.: МАКС Пресс, 2005. – С. 365.
11. Etzioni, A. Security First: For a Muscular, Moral Foreign Policy. – New Haven: Yale University Press, 2010.
12. Ernest Gellner Anthropology and politics: revolutions in the sacred grove. – Oxford, 1995.
13. Joseph S. Nye Transnational Relations and World Politics. Co-authored and co-edited with Robert O. Keohane (Cambridge: Harvard University Press, 1970).
14. Robert Owen Keohane Humanitarian Intervention: Ethical, Legal, and Political Dilemmas (Cambridge University Press, 2003); with J.L. Holzgrefe.
15. tion Legislation of the Russian Federation and Problems of Human Rights. “Round Table”: Problems, Discussions, Suggestions] / Mezhdunarodnaya pravozashchitnaya assambleya [International Human Rights Assembly]. Moscow, 2002. pp. 19.
16. 4. Konyshev V.N. Amerikanskiy neorealizm o problemakh mirovoy politiki [American Neorealism on Problems of the World Politics] // Amerikanskiy ezhegodnik 2006 [American Yearbook 2006]. Moscow: Nauka Publ., 2008.
17. 5. Konyshev V.N. O neorealizme Kenneta Uoltsa [On Neorealism of Kenneth Waltz] // Polis Publ., 2004. Nr. 2 art. 146.
18. 6. Campbell J. Puti k blazhenstvu. Mifologiya i transformatsiya lichnosti [Pathways to Bliss: Mythology and Personal Transformation]. Moscow: Otkrytyy Mir Publ., 2006.
19. 7. Natsionalizm, liberalism i progress [Nationalism, Liberalism, and Progress]. Vol.2. Pechalnaya uchast novykh gosudarstv [The Dismal Fate of New Nations]. Ithaca, NY: Cornell University Press, 2000.
20. 8. Park R. Izbrannyye ocherki: Sb. perevodov [Selected Essays: Collection of Translations] / RAN INION [Russian Academy of Sciences, Institute of Scientific Information on Social Sciences]. Tsentr sotsial. nauch.-inform. issled. Otd. sotsiologii i sotsial. psikhologii [Center of Social Scientific and Informational Studies. Department of Sociology and Social Psychology]; Collected and translated by V.G. Nikolayev; edited by Efremenko D.V. Moscow, 2011. 320 p. Series “Theory and History of Sociology”.
21. 9. Rybakovskiy L.L. Migratsionnaya politika Rossii: teoriya i praktika [Migration Policy of Russia: Theory and Practice] // Sovremennyye problem migratsii v Rossii: materialy obshcherossiyskoy nauchnoy konferentsii (11–13 noyabrya 2003) [Contemporary Problems of Migration in Russia: Proceedings of the All-Russian Scientific Conference (11–13 November, 2003)]. Moscow, 2003. pp. 36.
22. 10. Ryazantsev S.V. Materialy mezhdunarodnoy konferentsii. Politika narodonaseleniya: nastoyashcheye i budushcheye [Proceedings of the International Conference. Policy of Human Population: Nowadays and Future]. Moscow: MAKS Press, 2005. pp. 365.
23. 11. Etzioni A. Security First: For a Muscular, Moral Foreign Policy. New Haven: Yale University Press, 2010.
24. 12. Ernest Gellner Anthropology and politics: revolutions in the sacred grove. Oxford, 1995.
25. 13. Joseph S. Nye Transnational Relations and World Politics. Co-authored and co-edited with Robert O. Keohane (Cambridge: Harvard University Press, 1970).
26. 14. Robert Owen Keohane Humanitarian Intervention: Ethical, Legal, and Political Dilemmas (Cambridge University Press, 2003); with J.L. Holzgrefe

### References

1. Bobylev V. Migratsionnaya politika (sushchnost, strukturnoye stroeniye, osnovnyye tipy) [Migration Policy (Essence, Structure, Basic Types)] // Vlast [Power]. Nr. 6, 2009, pp. 61.
2. Vorobyova O.D. Migratsiya naseleniya. Vyp. 6: Migratsionnaya politika [Migration of Population. Vol. 6: Migration Policy]. Moscow: Minfederatsii Rossii, 2001. pp. 8.
3. Zayonchkovskaya Zh.A. Migratsionnoye zakonodatelstvo Rossiyskoy Federatsii i problemy prav cheloveka. “Kryglyy stol”: problemy, diskussii, predlozheniya [Migration Legislation of the Russian Federation and Problems of Human Rights. “Round Table”: Problems, Discussions, Suggestions] / Mezhdunarodnaya pravozashchitnaya assambleya [International Human Rights Assembly]. Moscow, 2002. pp. 19.
4. Konyshev V.N. Amerikanskiy neorealizm o problemakh mirovoy politiki [American Neorealism on Problems of the World Politics] // Amerikanskiy ezhegodnik 2006 [American Yearbook 2006]. Moscow: Nauka Publ., 2008.
5. Konyshev V.N. O neorealizme Kenneta Uoltsa [On Neorealism of Kenneth Waltz] // Polis Publ., 2004. Nr. 2 art. 146.
6. Campbell J. Puti k blazhenstvu. Mifologiya i transformatsiya lichnosti [Pathways to Bliss: Mythology and Personal Transformation]. Moscow: Otkrytyy Mir Publ., 2006.
7. Natsionalizm, liberalism i progress [Nationalism, Liberalism, and Progress]. Vol.2. Pechalnaya uchast novykh gosudarstv [The Dismal Fate of New Nations]. Ithaca, NY: Cornell University Press, 2000.
8. Park R. Izbrannyye ocherki: Sb. perevodov [Selected Essays: Collection of Translations] / RAN INION [Russian Academy of Sciences, Institute of Scientific Information on Social Sciences]. Tsentr sotsial. nauch.-inform. issled. Otd. sotsiologii i sotsial. psikhologii [Center of Social Scientific and Informational Studies. Department of Sociology and Social Psychology]; Collected and translated by V.G. Nikolayev; edited by Efremenko D.V. Moscow, 2011. 320 p. Series “Theory and History of Sociology”.
9. Rybakovskiy L.L. Migratsionnaya politika Rossii: teoriya i praktika [Migration Policy of Russia: Theory and Practice] // Sovremennyye problem migratsii v Rossii: materialy obshcherossiyskoy nauchnoy konferentsii (11–13 noyabrya 2003) [Contemporary Problems of Migration in Russia: Proceedings of the All-Russian Scientific Conference (11–13 November, 2003)]. Moscow, 2003. pp. 36.
10. Ryazantsev S.V. Materialy mezhdunarodnoy konferentsii. Politika narodonaseleniya: nastoyashcheye i budushcheye [Proceedings of the International Conference. Policy of Human Population: Nowadays and Future]. Moscow: MAKS Press, 2005. pp. 365.
11. Etzioni A. Security First: For a Muscular, Moral Foreign Policy. New Haven: Yale University Press, 2010.
12. Ernest Gellner Anthropology and politics: revolutions in the sacred grove. Oxford, 1995.
13. Joseph S. Nye Transnational Relations and World Politics. Co-authored and co-edited with Robert O. Keohane (Cambridge: Harvard University Press, 1970).
14. Robert Owen Keohane Humanitarian Intervention: Ethical, Legal, and Political Dilemmas (Cambridge University Press, 2003); with J.L. Holzgrefe

УДК 332.8

## ОСОБЕННОСТИ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА В РОССИИ

**Королева Е.Л.**

*Смоленский филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы  
при Президенте РФ, Смоленск, e-mail: buleelena@yandex.ru*

Настоящая статья посвящена выявлению особенностей институционального регулирования жилищно-коммунального хозяйства и разработке институциональных индикаторов экономической безопасности ЖКХ. Автор аргументированно обосновывает необходимость повышения эффективности институционального регулирования жилищно-коммунального хозяйства в связи с рядом деструктивных факторов функционирования данной отрасли. Выявленные отраслевые особенности институционального регулирования жилищно-коммунального хозяйства регионов ЦФО позволят повысить управляемость в данной отрасли и тем самым повлияют на повышение уровня экономической безопасности регионов. Сделан вывод о том, что для ликвидации угроз экономической безопасности ЖКХ нужно оптимально сочетать деятельность федеральных органов государственной власти с многообразием форм и методов преобразований в регионах и муниципальных образованиях, что позволит минимизировать административное воздействие и сохранить направляющую роль государства в реформировании и развитии жилищно-коммунального хозяйства.

**Ключевые слова:** жилищно-коммунальное хозяйство, экономическая безопасность, институциональное регулирование, индикатор

## FEATURES OF INSTITUTIONAL REGULATION OF HOUSING AND COMMUNAL SERVICES IN RUSSIA

**Koroleva E.L.**

*Smolensk branch of the Russian Academy of National Economy and Public Service  
under the President of Russia, Smolensk, e-mail: buleelena@yandex.ru*

This article is devoted to revealing features of institutional regulation of housing and communal services and the development of institutional indicators of economic security utilities. The author convincingly proves the need for more effective institutional control housing and communal services due to a number of destructive factors of functioning of the industry. Identified industry specific institutional regulation of public utility regions of the CFA will improve the handling in this sector and thereby affect the improvement of the economic security of regions. It is concluded that the elimination of threats to economic security utilities need to optimally combine the activities of the federal bodies of state power with a variety of forms and methods of transformation in the regions and municipalities that will minimize the administrative impact and keep guide the state's role in the reform and development of housing and communal services.

**Keywords:** housing and utilities, economic security, institutional regulation, indicator

Негативные тенденции функционирования жилищно-коммунального хозяйства (далее – ЖКХ), обусловленные высокой степенью износа основных фондов предприятий ЖКХ, постоянным ростом тарифов на жилищно-коммунальные услуги, дефицит инвестиций, а также повышение императивных требований к деятельности предприятий и организаций ЖКХ обуславливают потребность в системном анализе институционального регулирования жилищно-коммунального хозяйства региона как механизма обеспечения экономической безопасности.

На основе анализа подходов авторитетных ученых к определению понятий «институт», «институциональный» [3, 4] мы заключаем, что институциональное регулирование отрасли ЖКХ заключается в разработке и применении императивных условий функционирования хозяйствующих субъектов в ЖКХ и является одним из важнейших

аспектов управления жилищно-коммунальным комплексом регионов.

По нашему мнению, институциональное регулирование жилищно-коммунального хозяйства региона должно соответствовать условиям эффективного развития региональной экономики, обеспечивать согласование и координацию интересов региона, экономических субъектов ЖКХ и потребителей жилищно-коммунальных услуг (далее – ЖКУ), нивелировать внутренние противоречия между всеми элементами отрасли.

Институциональная система управления ЖКХ представляет собой многоуровневую иерархическую совокупность основных ее элементов, а также способов их взаимодействия, под влиянием которых гармонизируются экономические интересы государства, собственников жилого фонда, предприятий ЖКХ, общества в целом. В качестве структурных элементов этой системы выступают органы государственной

власти Российской Федерации и ее субъектов, органы местного самоуправления, а также организации, управляющие инженерно-коммунальной инфраструктурой и эксплуатацией жилищного фонда. Как показал анализ деятельности органов управления отраслью ЖКХ, некоторые функции этих органов дублируются, что требует научной разработки систематизации институционального регулирования ЖКХ. Основной целью авторского подхода к выявлению особенностей институционального регулирования отрасли ЖКХ является повышение уровня экономической безопасности ЖКХ на мезоэкономическом уровне. Анализ проводился на основании данных официальной государственной статистики России [2].

Проведенный анализ позволил нам выделить следующие особенности институционального регулирования ЖКХ:

– отсутствие взаимосвязи и согласованности при формировании принципов разделения предметов ведения, полномочий и ответственности в отрасли ЖКХ между уровнями власти (федеральным, региональным и местным);

– отсутствие нормативно закрепленного механизма разработки и реализации комплексных согласованных действий государственных, региональных и муниципальных органов власти в законодательной, тарифной деятельности, ценообразовании;

– отсутствие действенных механизмов и инструментов формирования и развития инвестиционной базы ЖКХ;

– отсутствие адекватной системы институциональных индикаторов экономической безопасности ЖКХ. Очевидно, что отсутствие показателей оценки эффективности деятельности органов публичной власти в сфере обеспечения экономической безопасности делает невозможной такого рода оценку. Это обстоятельство определило необходимость разработки авторского подхода к понятию и сущности институциональных индикаторов экономической безопасности ЖКХ. Под институциональным индикатором экономической безопасности ЖКХ мы понимаем такой индикатор, который характеризует эффективность публичного управления в отрасли ЖКХ.

Нормативно-правовую основу оценки эффективности деятельности органов исполнительной власти и органов местного самоуправления в России составляет указ Президента РФ от 21.08.2012 г. № 1199 «Об оценке эффективности деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации» [5].

Значительно расширено количество показателей для оценки эффективности деятельности органов публичной власти в отрасли ЖКХ в указе Президента РФ от 07.05.2012 г. № 600 «О мерах по обеспечению граждан Российской Федерации доступным и комфортным жильем и повышению качества жилищно-коммунальных услуг». Согласно данному указу, приоритетными направлениями деятельности органов государственной власти субъектов Российской Федерации в отрасли ЖКХ являются: повышение доступности жилья (за счет расширения ипотечного кредитования и массового строительства жилья экономкласса); улучшение качества жилищно-коммунальных услуг; разработка программ развития ЖКХ в регионах (так называемых «дорожных карт»); увеличение капитальных вложений в системы водоснабжения, водоотведения и очистки сточных вод; модернизация и повышение энергоэффективности объектов коммунальной инфраструктуры. Мы полагаем, что именно эти целевые показатели необходимо взять за основу оценки функционирования системы институционального регулирования жилищно-коммунального хозяйства в субъектах Российской Федерации.

Для адекватной оценки эффективности деятельности органов публичной власти субъектов ЦФО в отрасли ЖКХ и для определения институциональных индикаторов экономической безопасности в данной отрасли нами был проанализирован ряд источников (данные органов государственной власти, официальные данные Росстата).

Проведенный анализ позволил сделать ряд выводов по оценке институционального регулирования отрасли ЖКХ в субъектах ЦФО:

1) во всех субъектах ЦФО идет работа по исполнению поручений Президента РФ. Анализ официальных данных, опубликованных на сайтах высших органов исполнительной власти регионов ЦФО, показал, что практически везде разработаны государственные программы «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами населения», реализуются региональные адресные программы по переселению граждан из ветхого и аварийного жилья, разработаны и реализуются долгосрочные целевые программы «Жилище», разработаны и реализуются программы по капитальному ремонту многоквартирных домов, созданы общественные советы по ЖКХ при органах исполнительной власти.

Одним из важных показателей эффективности деятельности органов исполнительной власти субъектов ЦФО является разработка и реализация «дорожных карт» по

развитию ЖКХ в регионе. Модельный комплекс мер («дорожная карта») по развитию жилищно-коммунального хозяйства субъектов Российской Федерации определяет основные требования к функционированию ЖКХ в регионе, а именно – обеспечение информационной открытости и подконтрольности ЖКХ, содержание жилищного фонда, в том числе государственное регулирование деятельности по управлению многоквартирными домами, функционирование региональной системы капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах, переселение граждан из аварийного жилищного фонда, обеспечение модернизации объектов ЖКХ и т.д. [4].

Анализ показал, что в большинстве субъектов Центрального федерального округа «дорожные карты» развития ЖКХ разработаны и реализуются (в Белгородской, Брянской, Владимирской, Ивановской, Костромской, Курской, Липецкой, Смоленской, Рязанской, Тамбовской, Тверской, Тульской областях). Проекты «дорожных» карт имеются в Калужской, Московской, Орловской и Ярославской областях. «Дорожная карта» развития ЖКХ отсутствует лишь в Воронежской области.

Согласно данным, представленным в годовом отчете государственной корпорации – Фонда содействия реформированию ЖКХ за 2014 год, во многих регионах ЦФО программы переселения граждан из аварийного жилья реализуются недостаточно эффективно. Так, по данным отчета, не достигли целевых показателей по переселению граждан из аварийного жилья Костромская, Тверская и Тульская области. Высокие темпы переселения продемонстрировала Тамбовская область.

Кроме того, нарушения при переселении граждан из аварийного жилья были зафиксированы в Воронежской, Ивановской, Московской и Орловской областях [1]. Недостатки качества жилых помещений, предоставленных гражданам в рамках реализации программ переселения из аварийного жилья, были обнаружены в Брянской, Владимирской, Ивановской, Калужской, Курской, Московской, Смоленской, Тверской, Ярославской областях. Невыполнение мероприятий по сносу аварийных многоквартирных домов было зафиксировано во Владимирской, Воронежской, Калужской, Курской, Московской, Тамбовской, Тверской, Тульской, Ярославской областях.

Реализация региональных адресных программ по проведению капитального ремонта многоквартирных домов также имеет ряд серьезных проблем, непосред-

ственно влияющих на эффективность развития ЖКХ. Так, некачественное выполнение ремонтных работ выявлено в Ивановской, Костромской, Курской, Московской, Орловской, Тульской и Ярославской областях. Неисполнение принятых на региональном и муниципальном уровнях нормативных документов, определяющих порядок отбора подрядных организаций для проведения капитального ремонта было зафиксировано в Ивановской, Костромской, Курской, Тульской областях. Неисполнение порядка расходования средств Фонда содействия реформированию ЖКХ в части перечисления денежных средств на проведение капитального ремонта обнаружено в Ивановской, Калужской, Курской, Орловской, Тамбовской, Тульской областях.

Опираясь на имеющиеся данные, мы систематизировали нарушения в сфере управления ЖКХ в регионах ЦФО. Главными нарушениями в сфере ЖКХ, на наш взгляд, являются: отсутствие «дорожной карты» развития ЖКХ как основополагающего документа, регламентирующего деятельность в сфере регионального ЖКХ; нарушения реализации программы капитального ремонта многоквартирных домов; нарушения реализации программы переселения граждан из аварийного жилья; нарушения раскрытия информации организациями, осуществляющими деятельность по управлению многоквартирными домами. Данные показатели, по нашему мнению, могут выступать в качестве институциональных индикаторов экономической безопасности регионального ЖКХ. Результаты анализа нарушений в сфере управления ЖКХ в регионах ЦФО за 2013 год представлены на рис. 1.

Как видно из рис. 1, более всего нарушений в сфере управления ЖКХ в 2013 году произошло в Ивановской и Московской областях (8). Не было зафиксировано нарушений в Рязанской и Белгородской областях. Среднее количество нарушений в регионах ЦФО составило 3,8.

Одним из важных критериев институционального регулирования жилищно-коммунального хозяйства в регионах России является, по нашему представлению, общественная оценка эффективности деятельности органов публичной власти в отрасли ЖКХ. Необходимость создания сети общественных организаций в целях оказания содействия уполномоченным органам в осуществлении контроля за выполнением организациями коммунального комплекса своих обязательств обозначена в указе Президента РФ № 600.



Проведенный анализ официальных сайтов органов исполнительной власти 17 субъектов ЦФО показал, что во многих регионах общественные советы по ЖКХ уже существуют. Общественные советы по ЖКХ являются совещательными органами и призваны содействовать подготовке предложений, обеспечивающих принятие оптимальных решений по развитию стро-

ительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства в регионах России. Важная роль подобных советов заключается в привлечении институтов гражданского общества к решению актуальных проблем развития ЖКХ. Данные об удовлетворенности населения деятельностью органов исполнительной власти в сфере ЖКХ за 2013 год приведены на рис. 2.

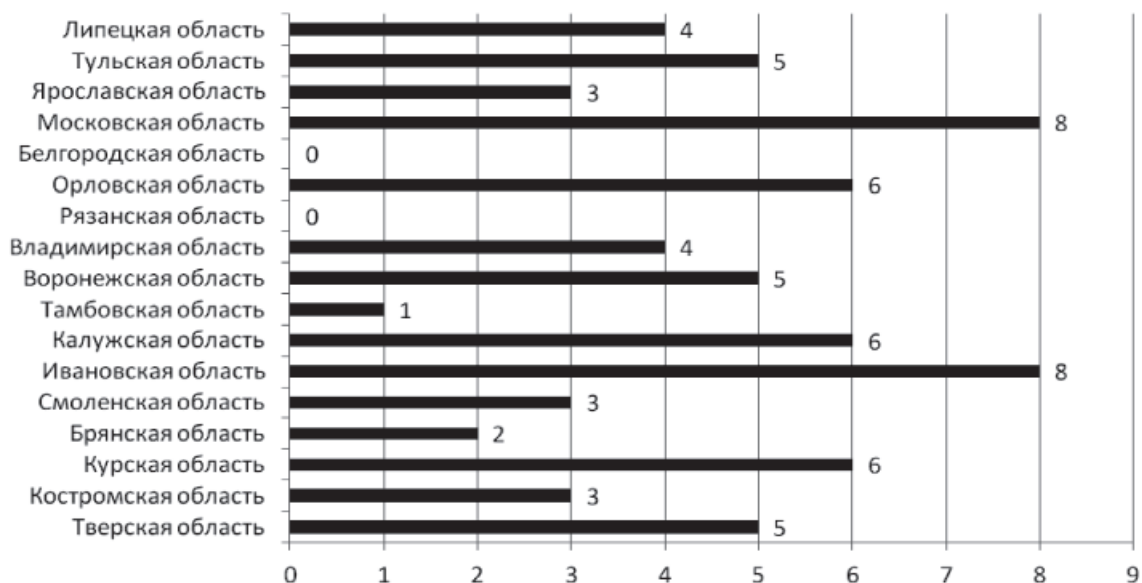


Рис. 1. Число нарушений по управлению отраслью ЖКХ в субъектах ЦФО за 2013 год

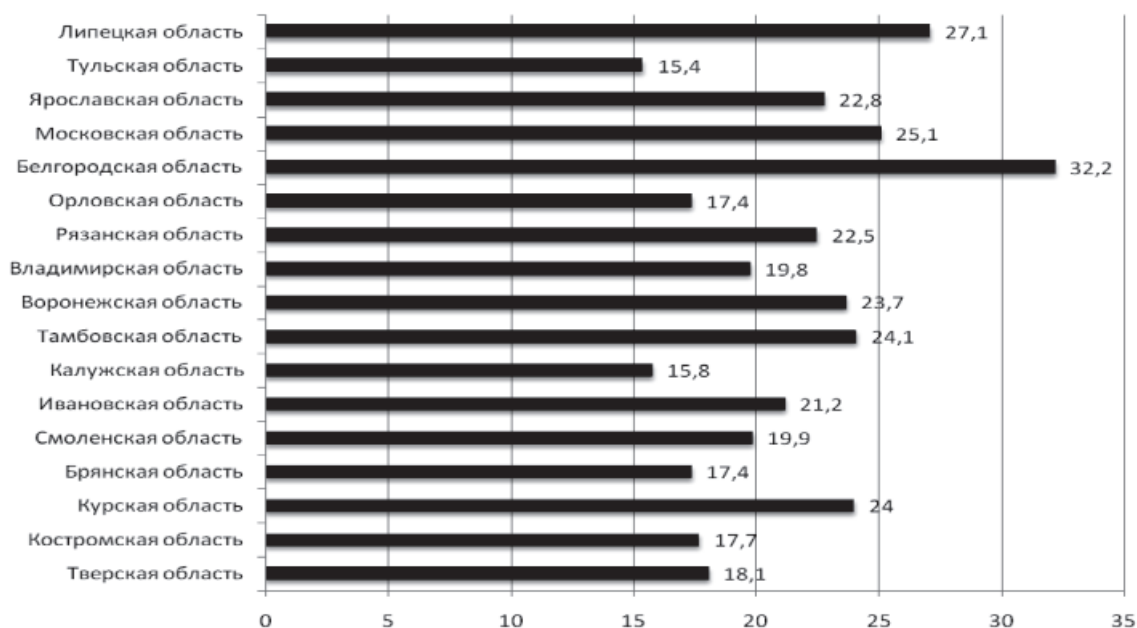


Рис. 2. Удовлетворенность населения деятельностью органов исполнительной власти субъектов ЦФО в отрасли ЖКХ в 2013 году

Как видно из рис. 2, более всего удовлетворены деятельностью органов исполнительной власти в отрасли ЖКХ в Белгородской области (32,3 % населения), а менее всего – в Тульской области (15,4%). Средний уровень удовлетворенности населения субъектов ЦФО деятельностью органов власти в отрасли ЖКХ составляет 21,4 %.

Таким образом, к институциональным индикаторам экономической безопасности ЖКХ мы относим нарушения органов публичного управления в сфере ЖКХ по таким критериям как: отсутствие «дорожной карты» развития ЖКХ как основополагающего документа, регламентирующего деятельность в отрасли регионального ЖКХ; нарушения реализации программы капитального ремонта многоквартирных домов; нарушения реализации программы переселения граждан из аварийного жилья; нарушения стандартов раскрытия информации организациями, осуществляющими деятельность по управлению многоквартирными домами. Еще одним институциональным индикатором мы считаем процент удовлетворенности населения деятельностью органов исполнительной власти в отрасли ЖКХ.

Выявленные отраслевые особенности институционального регулирования жилищно-коммунального хозяйства регионов ЦФО позволят повысить управляемость в данной отрасли и тем самым повлияют на повышение уровня экономической безопасности регионов. Сделан вывод о том, что для ликвидации угроз экономической безопасности ЖКХ нужно оптимально сочетать деятельность федеральных органов государственной власти с многообразием форм и методов преобразований в регионах и муниципальных образованиях, что по-

зволит минимизировать административное воздействие и сохранить направляющую роль государства в реформировании и развитии жилищно-коммунального хозяйства.

### Список литературы

1. Годовой отчет государственной корпорации – Фонда содействия реформированию ЖКХ за 2014 год [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL <http://fondgkh.ru/result/result/statistic/172369.html> (дата обращения 02.07.2015).
2. Жилищные условия населения России [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/population/housing/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/housing/) (дата обращения 18.09.2015).
3. Козлова К.Б. Институционализм в американской политической экономии. Идеино-теоретические основы либерального реформизма. – М.: Наука, 1987.
4. Коуз Р. Фирма, рынок и право. – М.: Дело ЛТД, 1993. – С. 9.
5. Модельный комплекс мер по развитию жилищно-коммунального хозяйства в субъектах Российской Федерации: утвержден приказом Министерства строительства и ЖКХ [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <http://minstroyrf.ru/docs/1814/> (дата обращения 21.07.2015).
6. Указ Президента РФ от 21.08.2012 г. № 1199 «Об оценке эффективности деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации» // СПС «КонсультантПлюс».

### References

1. Godovoj otchet gosudarstvennoj korporacii Fonda sodejstvija reformirovaniju ZhKH za 2014 god [Elektronnyj resurs] // Rezhim dostupa: URL <http://fondgkh.ru/result/result/statistic/172369.html> (data obrashhenija 02.07.2015).
2. Zhilishhnye uslovija naselenija Rossii [Elektronnyj resurs] // Rezhim dostupa: URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/population/housing/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/housing/) (data obrashhenija 18.09.2015).
3. Kozlova K.B. Institucionalizm v amerikanskoj politicheskoj jekonomii. Idejno-teoreticheskie osnovy liberalnogo reformizma. M.: Nauka, 1987.
4. Kouz R. Firma, rynok i pravo. M.: Delo LTD, 1993. pp. 9.
5. Model'nyj kompleks mer po razvitiju zhilishhno-kommunalnogo hozjajstva v subektah Rossijskoj Federacii: utverzhden prikazom Ministerstva stroitelstva i ZhKH [Elektronnyj resurs] // Rezhim dostupa: URL: <http://minstroyrf.ru/docs/1814/> (data obrashhenija 21.07.2015).
6. Ukaz Prezidenta RF ot 21.08.2012 g. no. 1199 «Ob ocenke jeffektivnosti dejatelnosti organov ispolnitel'noj vlasti subektov Rossijskoj Federacii» // SPS «KonsultantPljus».

УДК 338.439

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО РЫНКА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

**Крюкова О.Н.**

*ФГБОУ ВПО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»,  
Омск, e-mail: kryukova-o@mail.ru*

Настоящая статья посвящена исследованию предпосылок, факторов, принципов, закономерностей, определяющих развитие агропродовольственного рынка с целью определения резервов повышения эффективности его функционирования. Объектом наблюдения выступает агропродовольственный рынок Омской области. Была проведена оценка уровня развития агропродовольственного рынка региона, отличающаяся введением комплексного, сравнительного анализа, учитывающего динамику продовольственного обеспечения населения, соотношения цен на агропродукцию, что позволяет выявить процессы выравнивания, сближения и вовлеченности экономических субъектов в единое экономическое пространство. Поскольку ведущими отраслями сельского хозяйства являются растениеводство, молочное животноводство, птицеводство, свиноводство, анализ данных сфер наиболее важен для оценки агропродовольственного рынка. Пищевую промышленность в системе народного хозяйства относят к числу особых стратегических, социально значимых отраслей. Исследование уровня производства основных видов продукции пищевой промышленности актуально для выявления закономерностей, происходящих в АПК Омской области. Товарность основных продуктов сельского хозяйства Омской области характеризует состояние институциональных отношений. Определены общие тенденции в изменениях цен реализации сельскохозяйственной продукции, розничных цен на продукцию пищевой и легкой промышленности, средних потребительских цен и цен производителей на территории Омской области.

**Ключевые слова:** агропродовольственный рынок, инфраструктура, сельскохозяйственная продукция, пищевая промышленность, товарность, цены реализации, торговля

## ECONOMIC ASSESSMENT OF THE AGROFOOD MARKET OF THE OMSK REGION

**Kryukova O.N.**

*Federal public budgetary educational institution of higher education «Omsk State Agricultural University  
of P.A. Stolypin», Omsk, e-mail: kryukova-o@mail.ru*

The present article is devoted to research of prerequisites, factors, the principles, the regularities defining development of the agrofood market for the purpose of definition of reserves of increase of efficiency of its functioning. As object of supervision the agrofood market of the Omsk region acts. The assessment of a level of development of the agrofood market of the region differing in introduction of the complex, comparative analysis considering dynamics of food supply of the population, a ratio of the prices of agricultural products that allows to reveal processes of alignment, rapprochement and an involvement of economic subjects into a common economic space was carried out. As the leading branches of agriculture are plant growing, dairy animal husbandry, poultry farming, pig-breeding, the analysis of these spheres is most important for an assessment of the agrofood market. The food industry in system of a national economy is carried to number of special strategic, socially significant branches. Research of level of production of main types of production of the food industry is actual for detection of the regularities occurring in agrarian and industrial complex of the Omsk region. Marketability of the main products of agriculture of the Omsk region characterizes a condition of the institutional relations. The general tendencies in the changes in price of realization of agricultural production, retail prices for production of food and light industry, average consumer prices and the prices of producers in the territory of the Omsk region are defined.

**Keywords:** agrofood market, infrastructure, agricultural production, food industry, marketability, realization prices, trade

В ходе исследования проведен анализ и дана оценка состояния и динамика развития агропродовольственного рынка Омской области, выявлены основные тенденции развития агропродовольственного производства в регионе, показано влияние мировых тенденций продовольственного рынка на развитие отечественного рынка.

Агропродовольственный рынок Омской области отличает ряд существенных особенностей, во многом обусловленных социально-экономическими факторами и региональными различиями.

Количество сельскохозяйственных организаций в Омской области за 12 лет значительно снизилось. В 2014 г. по сравнению с 2002 г. данное число уменьшилось почти в 4 раза. Среднегодовая численность работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, так же снижается, что связано в первую очередь с уменьшением числа сельскохозяйственных организаций. Процент рентабельности на протяжении 12 лет изменяется, наблюдается отрицательное значение рентабельности в 2002 и в 2010 г. Но в целом можно сказать

о некотором увеличении. Самое большое число прибыльных организаций наблюдается в 2004 г. и в абсолютном выражении составляет 223 единицы. На протяжении периода исследования происходит уменьшение прибыльных организаций. Про убыточные организации можно сказать, что их к 2014 г. стало меньше. Наибольшее число убыточных организаций наблюдается в 2002 г., а наименьшее в 2011 г.

Исходя из этих выводов можно выявить тенденцию роста прибыльных организаций по сравнению с убыточными, а также общее снижение организаций и повышение уровня рентабельности. Происходит развитие сельского хозяйства.

Все эти изменения связаны с увеличением производительности труда и совершенствованием технологий в сельском хозяйстве. Снижение сельскохозяйственных организаций происходит, возможно, из-за увеличения налогового бремени.

Омская область является высокоразвитым сельскохозяйственным регионом, обладает одним из крупнейших на востоке страны агропромышленным комплексом. Ведущими отраслями сельского хозяйства являются: растениеводство, молочное животноводство, птицеводство, свиноводство.

По мясу, молоку и зерну местное производство значительно превышает уровень внутреннего потребления. Объем производства сельскохозяйственной продукции в 2012 г. составил 56 млрд руб., в том числе валовой сбор зерна (в весе после доработки) в хозяйствах всех категорий – 1724 тыс. т, картофеля – 480 тыс. т, овощей – 220 тыс. т, производство мяса (скота и птицы на убой в живом весе) – 261 тыс. т, молока – 804,5 тыс. т, яиц – 780 млн штук.

Омская область характеризуется благоприятными климатическими условиями для ведения сельского хозяйства. Выгодное сочетание длительного вегетационного периода, большого объема суммарной солнечной радиации, годовой суммы осадков (более 300 мм) и плодородных черноземных почв создает необходимые условия для вызревания хорошего урожая большинства традиционных для Омской области культур – зерновых, картофеля и овощей [9, с. 37].

Рентабельность, убыточность производства и реализации основных видов сельскохозяйственной продукции в Омской области динамичны [7].

Наибольший показатель рентабельности зерна получен в 2004 г. – 26,7%, наименьший в 2005 г. – 79,1%. Наибольший показатель рентабельности картофеля получен в 2011 г. – 102,4%, наименьший в 2010 г. – 139,8%. Наибольший показатель рентабель-

ности овощей получен в 2011 г. – 61,9%, наименьший в 2013 г. – 36,4%. Наибольший показатель рентабельности молока получен в 2011 г. – 47,2%, наименьший в 2010 г. – 47,3%. Наибольший показатель рентабельности мяса КРС получен в 2005 г. – 30,4%, наименьший в 2008 г. – 23,2%. Наибольший показатель рентабельности мяса свиней получен в 2009 г. – 36,4%, наименьший в 2008 г. – 23,4%. Наибольший показатель рентабельности мяса птицы получен в 2008 г. – 102%, наименьший в 2009 г. – 81,1%. Наибольший показатель рентабельности мяса овец получен в 2011 г. – 46,6%, наименьший в 2008 г. – 78,1%. Наибольший показатель рентабельности яиц получен в 2005 г. – 30,5%, наименьший в 2006 г. – 30,3%. Наибольший показатель рентабельности шерсти получен в 2012 г. – 168%, наименьший в 2013 г. – 140%.

Пищевую промышленность в системе народного хозяйства страны по праву относят к числу особых стратегических, социально значимых отраслей, обеспечивающих совместно с сельским хозяйством продовольственную безопасность, а через нее – экономическую и национальную независимость, в конечном счете – государственность страны [1].

Предприятия пищевого сектора перерабатывают производимое на территории Омской области сельскохозяйственное сырье:

- мясо (производство мяса, колбасных изделий, мясных консервов и полуфабрикатов, жиров пищевых топленых и т.д.);
- молоко (производство цельномолочной продукции, масла животного, мороженого, сыров жирных, сухого молока, молочных консервов, детского питания и т.д.);
- зерно (мукомольно-крупяное производство, макаронные изделия, хлебоулучная и кондитерская продукция) [4].

Наибольшее количество произведенного мяса, включая субпродукты I категории, в Омской области было произведено в 2013 г., что составляет 5199 тыс. т. Идет резкое увеличение колбасных изделий и мясных полуфабрикатов за весь период. Масло животное незначительно изменялось на данном промежутке, самый большой спад приходился с 2004 г. (285 тыс. т) по 2005 г. (276 тыс. т). Наибольшее количество произведенной цельномолочной продукции приходилось на 2014 г. В 2002 г. было произведено наименьшее количество сыров жирных 6 тыс. т. В 2002 и 2003 г. было произведено 8400 тыс. т хлеба и хлебоулучных изделий, а минимальное количество в 2013 г. – 6713 тыс. т с 2013 г. по 2014 г. наблюдалось резкое уменьшение производства муки.



Производство основных видов продукции пищевой промышленности Омской области за 2002–2014 гг. [5, 8]

Продукция пищевой промышленности	Год												
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Мясо (включая субпродукты I категории) тыс. т	1456	1676	1776	1856	2184	2561	2899	3380	3851	4128	4669	5199	4209
Масло животное, тыс. т	279	285	276	254	268	272	278	279	281	275	285	286	276
Масло растительное, тыс. т	1197	1598	1895	2193	2755	2735	2466	3295	3163	4393	4589	4296	4634
Консервы, тыс. туб.	560600	720400	822500	940600	1087100	1259600	1272700	113800	1278900	1384600	1361435	1391381	1418204
Мука, тыс. т	10900	11200	1090	10400	10356	10364	10268	13834	15964	16055	19553	22691	13602
Крупа, тыс. т	900	1000	900	960	1030	1113	1080	12594	1562,8	1670,4	2339,4	2465,8	25876,2

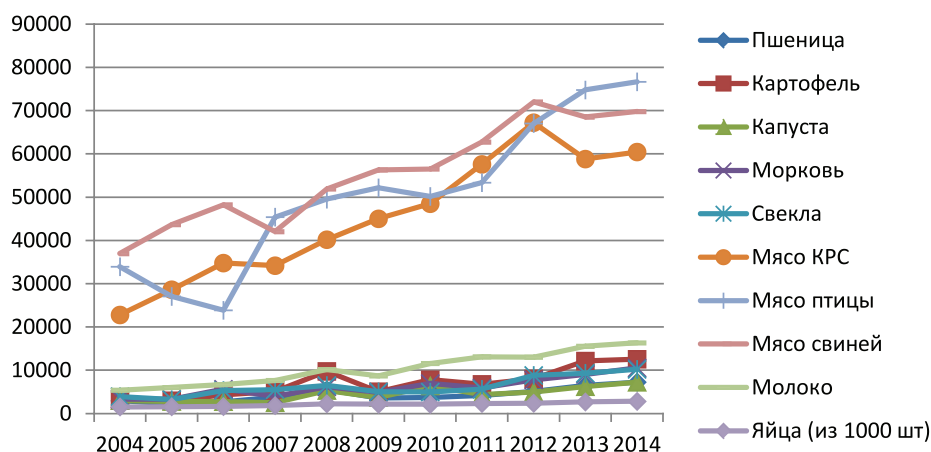
Проанализировав данные таблицы, можно отметить, что производство продукции пищевой промышленности за 2002–2014 гг. имеет тенденцию роста. Это обусловлено увеличением спроса на пищевую продукцию, изменением уровня жизни граждан, изменением социальных выплат и заработной платы. Немаловажную роль сыграл и экономический кризис в 2008 г., и вступление России в ВТО.

В сельском хозяйстве товарность продукции ниже, чем в промышленности. Рассмотрим товарность основных продуктов сельского хозяйства Омской области. Самой высокой товарностью характеризуются яйца, самый высокий показатель был зафиксирован в 2010 г., он составил 74,6%. Зерно имело самый высокий показатель в 2006 г., он составил 62%, но в последующие годы данный показатель снижается. Картофель имеет невысокие показатели товарности, но каждый год они увеличиваются. Овощное хозяйство в настоящее время является ведущей отраслью, можно заметить, что происходит рост показателей с 2006 г.

Цена реализации сельскохозяйственной продукции тесно связана с розничными ценами на продукцию пищевой и легкой промышленности, производимую из сельскохозяйственного сырья; на их уровень влияют оптовые цены на промышленную продукцию (химические средства защиты растений, электроэнергия, техника, удобрения, горюче-смазочные материалы и др.), по которым эту продукцию реализуют сельскому хозяйству [2].

Самая высокая цена на всю сельскохозяйственную продукцию наблюдается в 2014 г. В 2005 г. была зафиксирована минимальная цена почти по всем товарам, исключение составили яйцо, молоко и мясо свиней. Наименьший рост цен с 2004 по 2014 г. на пшеницу, рост цены на которую составляет 4320 руб. и яйца (1278 руб.). В 2007 г. цена за капусту составляла 2525 руб., что являлось самой минимальной ценой за данный период. Цена за морковь имела нестабильный характер, то понижалась, то повышалась. Свекла почти по всем годам имела тенденцию роста. Наибольший рост цен с 2004 по 2014 г. составляют: мясо КРС (рост цены которого составляет 37649 руб.); мясо птицы (42720 руб.); мясо свиней (32823 руб.). Цена за молоко до 2008 г. стабильно повышалась, в 2009 г. произошел спад, но с 2010 по 2014 г. цена продолжила расти. Из-за первой волны кризиса в 2008 г. можно увидеть резкое повышение цен реализации продуктов, но с годами финансовые проблемы уравнились, и уже в 2014 г. по сравнению с 2013 г. можно увидеть абсолютно незначительное увеличение цен.

Рассмотрим динамику изменения средней цены реализации основных видов продукции в Омской области за 2004–2014 гг. На рисунке видна общая тенденция увеличения цены всей представленной сельскохозяйственной продукции. Этот факт несомненно оказывает отрицательный эффект на рыночную экономику страны.



Динамика изменения средней цены реализации основных видов продукции в Омской области, руб.

Важнейшими показателями на рынке являются потребительская цена и цена производителя. Потребительская цена – фактическая цена или тариф на товары и услуги, реализуемые в свободной продаже в организациях торговли сферы услуг в стационарных торговых заведениях и при передвижной торговле, а также на рынках. Цена производителя – цена, определяемая предприятием изготовителем продукции на стадии начала производства и ориентирующаяся на затраты по производству и реализации [6, с. 278]. Цены определяют структуру производства, оказывают воздействие на движение материальных потоков, влияют на распределение товарной массы, создают объемы производства, прибыли и рентабельности и т.п. [3, с. 127].

Исследуя показатели средних потребительских цен и производителей на основные продукты питания с 2004 по 2014 гг., можно сделать выводы, что с 2004 по 2014 гг. наблюдается динамика роста как потребительских цен, так и производителей. Потребительские цены на мясную продукцию на протяжении этого времени увеличились в 2,5–3 раза, а цены производителей увеличились в 2–2,5 раза. Потребительская цена на сыр увеличилась почти в 5 раз, в то время как цена производителей – в 3,5 раза. Потребительские цены и цены производителей овощей увеличились примерно в 3 раза. Потребительские цены на муку и мучную продукцию, на макаронные изделия увеличились в 2,5–3 раза, а цены производителей примерно так же, в 3 раза. Заметный скачок роста как потребительских цен, так и производителей

можно наблюдать при переходе с 2006 по 2007 г.

Средние потребительские цены и цены производителей за последние 10 лет имеют тенденцию роста. Это обусловлено инфляцией, изменением уровня жизни граждан, изменением социальных выплат и заработной платы. Следует отметить, что при росте цен на продукты питания важно, чтобы повышались уровни заработной платы и пенсий, чтобы существовал баланс на рынке продуктов питания.

Межрегиональную дифференциацию уровней потребительских цен отражает размер минимального набора продуктов питания. Если сравнивать стоимость минимального набора продуктов питания по регионам СФО, то самая низкая стоимость в Омской области, это означает, что каждый отдельно взятый продукт по стоимости в Омской области ниже, чем в других регионах, конечно, с течением лет стоимость возрастает, но это обусловлено тем, что дорожают продукты.

В рамках сохранения сложившихся тенденций развития агропродовольственного рынка следует объединить усилия сельскохозяйственных товаропроизводителей всех форм собственности, заготовителей и переработчиков сельхозпродукции. Работа по созданию эффективной конкурентоспособной среды в сфере потребительского рынка обеспечит потребности населения области в качественных товарах и продуктах. Увеличение объемов производства молока и мяса возможно посредством активизации работы по организации закупок сельскохозяйственной продукции в личных подсобных хозяйствах.

## Список литературы

1. Жуков Л.И., Погосян Г.Р., Сивцов В.И. и др. Экономика труда: учебник для вузов / Л.И. Жуков, Г.Р. Погосян, В.И. Сивцов и др. – М.: Экономика, 2008. – 215 с.
2. Изменение динамики средних цен на сельскохозяйственные продукты: Росстат [Электронный ресурс] – URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/efficiency/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/efficiency/) (Дата обращения 14.06.2015).
3. Лукин В.Б. Ценообразование. – М.: Учеб. пос., 2004. – 183 с.
4. Пищевая продукция Омской области [Электронный ресурс] – URL: <http://detodo.ru/obzor-otechestvennogo-rinka-alkogolenoj-produkcii.html> (Дата обращения 21.06.2015).
5. Производство основных видов пищевой промышленности в Омской области [Электронный ресурс] – URL: [http://www.gks.ru/bgd/regl/b09\\_38/IssWWW.exe/Stg/d01/07-06.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/b09_38/IssWWW.exe/Stg/d01/07-06.htm) (Дата обращения 21.06.2015).
6. Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш. Словарь современных экономических терминов. – 4-е изд. – М.: Инфра-М, 2008. – 480 с.
7. Состояние продовольственного рынка Омской области: статистический сборник. – Изд-во Центра информационно-издательских услуг Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Омской области, 2004–2013. – 100 с.
8. Статистика основных видов пищевой промышленности Омской области [Электронный ресурс] – URL: <http://lib.convdocs.org/docs/index-9931.html?page=6> (Дата обращения 16.06.2015).
9. Центр поддержки экспорта Омской области [Электронный ресурс]: Характеристика основных отраслей Омской области – URL: <http://ved55.ru/ru/page/37> (Дата обращения 14.06.2015).

## References

1. Zhukov L.I., Pogosjan G.R., Sivcov V.I. i dr. Jekonomika truda: uchebnik dlja vuzov / L.I. Zhukov, G.R. Pogosjan, V.I. Sivcov i dr. M.: Jekonomika, 2008. 215 p.
2. Izmenenie dinamiki srednih cen na selskohozjajstvennyje produkty: Rosstat [Jelektronnyj resurs] URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/efficiency/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/efficiency/) (Data obrashhenija 14.06.2015).
3. Lukin V.B. Cenoobrazovanie. M.: Ucheb. pos., 2004. 183 p.
4. Pishhevaja produkcija Omskoj oblasti [Jelektronnyj resurs] URL: <http://detodo.ru/obzor-otechestvennogo-rinka-alkogolenoj-produkcii.html> (Data obrashhenija 21.06.2015).
5. Proizvodstvo osnovnyh vidov pishhevoj promyshlennosti v Omskoj oblasti [Jelektronnyj resurs] URL: [http://www.gks.ru/bgd/regl/b09\\_38/IssWWW.exe/Stg/d01/07-06.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/b09_38/IssWWW.exe/Stg/d01/07-06.htm) (Data obrashhenija 21.06.2015).
6. Rajzberg B.A., Lozovskij L.Sh. Slovar sovremennyh jekonomicheskij terminov. 4-e izd. M.: Infra-M, 2008. 480 p.
7. Sostojanie prodovolstvennogo rynka Omskoj oblasti: statisticheskij sbornik. Izd-vo Centra informacionno-izdatelskij uslug Territorialnogo organa Federalnoj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Omskoj oblasti, 2004–2013. 100 p.
8. Statistika osnovnyh vidov pishhevoj promyshlennosti Omskoj oblasti [Jelektronnyj resurs] URL: <http://lib.convdocs.org/docs/index-9931.html?page=6> (Data obrashhenija 16.06.2015).
9. Centr podderzhki jeksporta Omskoj oblasti [Jelektronnyj resurs]: Harakteristika osnovnyh otraslej Omskoj oblasti URL: <http://ved55.ru/ru/page/37> (Data obrashhenija 14.06.2015).

УДК 338.486

## ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ПОДДЕРЖКИ СОЦИАЛЬНОГО ТУРИЗМА

Кулюшина Н.Е., Лигидов Р.М.

ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет  
им. Х.М. Бербекова», Нальчик, e-mail: ligidov75@mail.ru

Разработку и внедрение различных форм и видов социального туризма в Кабардино-Балкарской Республике (КБР) необходимо рассматривать как важнейший фактор конкурентоспособности и активного интегрирования в систему отечественной и мировой туристской индустрии. В статье рассмотрены вопросы сущности, значимости и возможности развития социального туризма при поддержке государства. Определены также цели и задачи региональной политики в области туризма, в том числе и социального. В статье обоснована необходимость развития социального туризма, который способствует широкому доступу к отдыху, оздоровлению, историко-культурному наследию, другим благам туризма пожилых людей, инвалидов, учащейся и рабочей молодежи с низкими доходами. Рассмотрена возможность разработки механизма, предусматривающего развитие социального туризма в регионе на основе положений Гаагской и Манильской деклараций по туризму, основных задач Министерства по туризму и курортам Кабардино-Балкарской Республики и с учетом зарубежного опыта.

**Ключевые слова:** социальный туризм, государственное управление, организационно-экономический механизм

## ORGANIZATIONAL-ECONOMIC MECHANISMS TO SUPPORT SOCIAL TOURISM

Kulyushina N.E., Ligidov R.M.

Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov, Nalchik, e-mail: ligidov75@mail.ru

Development and implementation of various forms and types of social tourism in the Kabardino-Balkar Republic (KBR) should be considered as an important factor of the competitiveness and active integration into the system of national and world tourism industry. This article considers the meaning, importance and possibilities of development of social tourism with government support. The goals and objectives of regional policy in tourism, including social tourism, are identified. The paper substantiates the necessity of the development of social tourism, which facilitates widespread access to leisure, recreation, historical and cultural heritage, other benefits of tourism for the elderly, the disabled, students and young workers with low incomes. The possibility of the development a mechanism of the development of social tourism in the region based on the provisions of the Hague and the Manila Declaration on Tourism, the main tasks of the Ministry of Tourism and Resorts of the Kabardino-Balkar Republic and taking into account international experience.

**Keywords:** social tourism, public administration, organizational and economic mechanism

Социальный туризм только тогда станет реальным явлением, когда он будет обоснован экономически. Общество, прежде всего широкие народные массы, социальный туризм будут ценить тогда, когда он будет реальным организационно-экономическим механизмом, опирающимся на реальную материальную и финансовую основу.

Категория «социальный туризм» определена в Федеральном законе РФ «Об основах туристской деятельности» как «путешествия, субсидируемые из средств, выделяемых государством на социальные нужды». Кроме этого социальный туризм признан законом приоритетным направлением государственного регулирования туристской деятельности [7].

В целом можно сказать, что социальный туризм рассматривается как экономическая категория и в большинстве законов различных государств этот вид туризма причисляется к числу приоритетных. В вышеупомянутом законе «Об основах туристской деятельности в Российской Федера-

ции» социальный туризм относится к числу приоритетных направлений наряду с внутренним, въездным и самодетельным. Но, несмотря на это, конкретный механизм государственной поддержки социального туризма до сих пор не разработан [3].

Полностью согласны с вице-президентом Российского союза туриндустрии Ю.А. Барзыкиным, который считает, что «социальный туризм является одним из важнейших видов в системе туриндустрии, и нужен серьезный импульс для его развития и обращения к нему внимания со стороны государства и бизнеса. В этой сфере приоритетными направлениями являются лечебно-оздоровительный, культурно-познавательный виды туризма» [1]. Основная цель социального туризма – создать необходимые условия для путешествий пенсионерам, инвалидам, ветеранам войны и труда, школьникам, молодежи и любым иным гражданам, которым государство, государственные и негосударственные фонды, иные организации оказывают социальную поддержку.



Перспективы социального туризма как массового явления в первую очередь зависят от продуманной государственной политики как в области развития туризма, так и социальной политики в целом, подкрепленной соответствующей нормативно-правовой базой. Так как современный туризм – это сфера бизнеса, то сочетание экономических и социальных целей должно быть законодательно отрегулировано [4, 5, 6].

Развитие социального туризма в Кабардино-Балкарии должно быть направлено на создание и развитие современной инфраструктуры, освоение новых технологий туристского бизнеса, установление разносторонних связей с зарубежными и российскими партнерами. Эффективное функционирование туристского комплекса поможет сделать отрасль источником значительных доходов, в том числе и валютных, в бюджет республики; образовать новую сферу занятости населения; стимулировать вовлечение в оборот дополнительных капиталов и инвестиций на территории КБР; сохранить культурно-исторические памятники и природные национальные парки, заповедники; оздоровить экологическую обстановку; развить сферу услуг; а также обустроить населенные пункты и дороги республики [2].

Адаптируя международный опыт системы социального туризма и исходя из современного состояния российской экономики, мы предлагаем следующий организационно-экономический механизм формирования социального туризма в регионе.

Одна из целей системы социального туризма применительно к российским условиям – защита личных сбережений граждан, предназначенных на цели отдыха, от инфляции. Когда говорится об отдыхе и об использовании зарубежных аналогов, следует четко отдавать себе отчет в том, что речь идет практически исключительно о семейном отдыхе. На это нацелены все формы обслуживания и стимулирования населения – средства размещения, тарифы на железных дорогах, сроки работы предприятий, жестко увязанные со школьным расписанием, и пр.

Создание эффективного финансового механизма – стержень всей программы, поскольку основное преимущество чека в сравнении с более простыми формами социальной поддержки организованного отдыха заключается и в его свободном обращении, гарантирующем клиенту материальные выгоды и широкую свободу выбора.

Решение задачи видится в создании государственно-общественного (или общественно-государственного) органа, при-

званного обеспечить сочетание чисто экономических методов управления с методами государственного регулирования.

В организационном плане предлагается следующая схема:

1. Создание Совета учредителей.

В его состав могли бы войти на правах президента и двух вице-президентов ответственные представители исполнительного органа власти, связанного с управлением индустрией туризма, предпринимательских кругов. Главными функциями Совета учредителей (наблюдательного органа) было бы поддержание связей с соответствующими подразделениями, правительства, парламента, формирование состава правления.

2. Учреждение административного совета.

Его состав мог бы включать представителей Фонда профсоюзного имущества, заинтересованных профсоюзов и других ассоциаций (потенциальных клиентов), предприятий обслуживания, министерств, ведомств и избранного банка.

Его функции – разработка регламентов Агентства и подготовка эксперимента.

3. Формирование Исполнительной дирекции.

Организационно-экономический механизм поддержки развития социального туризма представлен на рисунке. Необходимо отметить, что все отношения, в которые вступают участники данной системы, базируются на договорных отношениях.

Суть этого механизма заключается в том, что все участники процесса имеют прямую заинтересованность в распространении этого прогрессивного явления:

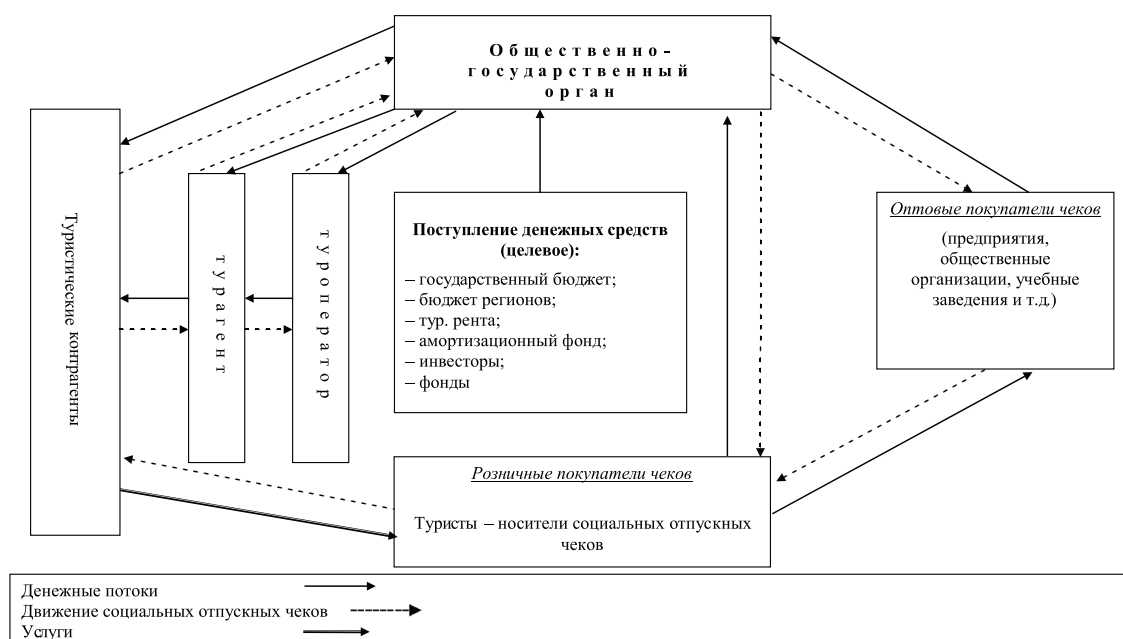
– **государство** в лице учреждаемого им Агентства использует систему чеков в качестве инструмента своей социальной политики и выступает гарантом ее надежности;

– **носитель чека** получает материальную выгоду от самого факта приобретения его, поскольку стоимость получаемых по чеку услуг превышает сумму, уплаченную владельцем чека;

– **оптовый покупатель чека** (государственное предприятие или частный предприниматель) заинтересован в создании на предприятии устойчивого коллектива, атмосферы социального партнерства и в упорядочении отношений с профсоюзами;

– **туристские предприятия** заинтересованы в гарантированном направлении клиентуры, использующей чеки для приобретения туристского продукта;

– **банковские учреждения** получают возможность использовать средства, обращенные в чеки и депонированные в них на определенный период.



Организационно-экономический механизм формирования социального туризма

Определяющим условием успешного функционирования этой системы является наличие у физических лиц и предприятий средств, которые могут быть направлены на цели отдыха. Система начинает функционировать с момента эмиссии чеков. Право эмиссии предоставляется Агентству по решению правительства.

Вторым этапом движения чеков является их приобретение оптовыми покупателями. Ими могут выступать государственные, частные предприятия, общественные организации, учебные заведения и т.д. В зависимости от организационно-правовой формы предприятия, от рентабельности его производства и на основе договоров будет определена скидка или субсидии на приобретение социальных туристских чеков. Также будет определена форма выплаты Агентству комиссии, составляющей один из источников финансовых средств Агентства.

Третий этап движения чеков состоит в приобретении его работником предприятия, который впоследствии выступает в качестве его носителя. Приобретение чеков производится на льготных условиях для работника предприятия и может осуществляться в рассрочку. Средства предприятия, выделяемые на приобретение чеков, и средства, получаемые физическими лицами на приобретение чеков, не облагаются налогом.

Следующий этап заключается в предъявлении чеков их носителем туристскому предприятию, получившему от Агентства право на обслуживание клиентов с ис-

пользованием чеков. В целях привлечения клиентов-носителей чеков туристские предприятия предоставляют им льготы по сравнению с теми, кто использует льготы.

Последний этап движения чека состоит в его предъявлении к оплате Агентством. За право обслуживания клиентов по чекам, что является для предприятия преимуществом по отношению к другим предприятиям, не наделенным таким правом, оно выплачивает Агентству комиссию от стоимости предоставляемых носителям чеков услуг. Комиссия на практике представляет собой материальное вознаграждение, выплачиваемое Агентству за привлечение клиентуры и рекламно-информационные услуги.

Таким образом, комиссия, взимаемая при продаже чеков оптовому покупателю, и комиссия, взимаемая при оплате чеков, предъявленных предприятием обслуживания, представляют собой источник доходов Агентства, но не единственный. Другими не менее важными источниками финансовых поступлений Агентства, используемых для социально справедливых процессов в данном механизме, являются средства, выделяемые правительством на социальные нужды, и доходы от банковского процента, получаемые от размера свободных средств Агентства в доверенном банке.

В основу экономическо-финансовой реализации данного механизма должен войти следующий порядок:

- 1) начальное финансирование;
- 2) получение дохода;

- 3) инвестирование в высокодоходные сферы туризма;
- 4) накопление средств;
- 5) финансирование долгосрочных программ за счет собственных средств;
- 6) привлечение инвесторов.

Источниками финансовых поступлений при этом могут являться: средства республиканского бюджета; средства федерального бюджета; средства акционеров и инвесторов; отчисления из дорожного фонда республики; средства фонда занятости населения.

Поэтому в ближайшем будущем в КБР большое внимание должно быть уделено стимулированию инвестиционной активности в сфере туризма. Также должна допускаться возможность прямых государственных инвестиций с последующим возмещением расходов из бюджета с помощью реализации государственной собственности на фондовом рынке. А для привлечения частного капитала для строительства объектов индустрии туризма государство могло бы освободить от налогов средства, направляемые на эти цели, а также от таможенных пошлин на импорт материалов и оборудования и т.д.

#### Список литературы

1. Барзыкин Ю.А. Проблемы и перспективы развития социального туризма в России // Аналитический вестник. – № 5 (523). – С. 59–64. – Режим доступа: <http://www.council.gov.ru/media/files/41d4dad40f5c04da6190.pdf>.
2. Лигидов Р.М., Кулюшина Н.Е. Возможности государственной поддержки развития социального туризма в Кабардино-Балкарской Республике // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1.
3. Стратегия развития Кабардино-Балкарской Республики до 2030 года. – Нальчик: КБНЦ РАН, 2010. – 134 с.
4. Мурина С.Г. Социальный туризм: состояние и перспективы развития. // Режим доступа: <http://bookcheba.com/evropyi-ameriki-istoriya/sotsialnyiy-turizm-sostoyanie-perspektivy-3506.html>.
5. Кулюшина Н.Е., Лигидов Р.М. Анализ рекреационных потребностей жителей г. Нальчик // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 6 (часть 2). – С. 366–370. Адрес доступа: [www.rae.ru/fs/?section=content&op=show\\_article&article\\_id=10007841](http://www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=10007841).
6. Таппасханова Е.О., Лигидов Р.М. Основные направления поддержки молодежного инновационного предпринимательства в индустрии туризма в регионе // Глобальные вызовы современности и проблемы устойчивого развития Юга России: материалы международной научно-практической конференции. – Нальчик, 2015. – С. 538–543.
7. Федеральный закон от 24 ноября 1996 г. № 132-ФЗ «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации». Система ГАРАНТ. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/136248/#ixzz3TyKKXnDy>.

#### References

1. Barzykin Ju.A. Problemy i perspektivy razvitiya socialnogo turizma v Rossii // Analiticheskij vestnik. no. 5 (523). pp. 59–64. Rezhim dostupa: <http://www.council.gov.ru/media/files/41d4dad40f5c04da6190.pdf>.
2. Ligidov R.M., Kuljushina N.E. Vozmozhnosti gosudarstvennoj podderzhki razvitiya socialnogo turizma v Kabardino-Balkarskoj Respublike // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2015. no. 1.
3. Strategija razvitiya Kabardino-Balkarskoj Respubliki do 2030 goda. Nalchik: KBNC RAN, 2010. 134 p.
4. Murina S.G. Socialnyj turizm: sostojanie i perspektivy razvitiya. // Rezhim dostupa: <http://bookcheba.com/evropyi-ameriki-istoriya/sotsialnyiy-turizm-sostoyanie-perspektivy-3506.html>.
5. Kuljushina N.E., Ligidov R.M. Analiz rekreacionnyh potrebnostej zhitelej g. Nalchik // Fundamentalnye issledovanija. 2015. no. 6 (chast 2). pp. 366–370. Adres dostupa: [www.rae.ru/fs/?section=content&op=show\\_article&article\\_id=10007841](http://www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=10007841).
6. Tappashanova E.O., Ligidov R.M. Osnovnye napravlenija podderzhki molodezhnogo innovacionnogo predprinimatelstva v industrii turizma v regione // Globalnye vyzovy sovremennosti i problemy ustojchivogo razvitiya Juga Rossii: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Nalchik, 2015. pp. 538–543.
7. Federalnyj zakon ot 24 nojabrja 1996 g. no. 132-FZ «Ob osnovah turistskoj dejatel'nosti v Rossijskoj Federacii». Sistema GARANT. Rezhim dostupa: <http://base.garant.ru/136248/#ixzz3TyKKXnDy>.

УДК 332.02

## РЕГИОНАЛЬНАЯ ИНВЕСТИЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА: ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

**Лаврова Е.В.**

*Смоленский филиал ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ», Смоленск, e-mail: lavrova@sibe.ru*

Статья посвящена рассмотрению институциональных преобразований, направленных на обеспечение социально-экономического развития Российской Федерации, соответствующего позициям ведущих мировых стран, глобальной конкурентоспособности и высокого уровня национальной безопасности и реализации конституционных прав граждан. Обозначены необходимые институциональные преобразования, направленные на обеспечение инновационного типа развития российской экономики, что позволит усилить ее конкурентный потенциал и задействовать новые источники экономического роста и повышения благосостояния населения. Сделан вывод, что несмотря на созданную систему мер государственной поддержки инвестиционной деятельности, во многих российских регионах недостаточно сформирована инвестиционная инфраструктура. Обозначены особенности инвестиционных процессов в Центральном федеральном округе, выявлены факторы, ограничивающие инвестиционную деятельность. Предложен инструмент, позволяющий постепенно и частично передавать публичные функции по обеспечению устойчивого и комплексного социально-экономического развития региона частному бизнесу, имеющему возможность получать под контролем государства разумную прибыль от инвестиций в региональную инфраструктуру. Выделены ожидаемые результаты реализации создания действенного инструмента по реализации механизма размещения инвестиционных средств в привлекательные инвестиционные проекты.

**Ключевые слова:** институциональные преобразования, инвестиционная инфраструктура, конкурентоспособность, региональная экономика, социально-экономическое развитие, экономическая безопасность

## REGIONAL INVESTMENT INFRASTRUCTURE: INSTITUTIONAL CHANGE AND ECONOMIC SECURITY

**Lavrova E.V.**

*Smolensk branch of The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Smolensk, e-mail: lavrova@sibe.ru*

The article is devoted to institutional reforms aimed at ensuring the appropriate positions of the leading countries in the level of socio-economic development of the Russian Federation, global competitiveness and a high level of national security and the realization of citizens' constitutional rights. Indicated required institutional changes aimed at ensuring innovative development of the Russian economy, to enhance its competitive capacity and promoting new sources of economic growth and welfare improvement. It is concluded that despite the established system of measures of state support of investment activity, in many Russian regions underdeveloped investment infrastructure. Marked features of investment processes in the Central Federal district, the identified factors limiting investment activity. A tool that allows gradual and partial transfer of public functions to ensure a sustainable and integrated socio-economic development in the region private business, having the ability to get under the control of the state a reasonable return from investment in regional infrastructure. Selected expected results of creation of an effective instrument for the implementation of the mechanism of placing investment funds in attractive investment projects.

**Keywords:** institutional change, investment infrastructure, competitiveness, regional economy, socio-economic development, economic security

Проведение адекватных вызовам постиндустриальной эпохи институциональных преобразований является важнейшим фактором, способствующим достижению стратегической цели, обозначенной в Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года [1], а именно достижению такого уровня социально-экономического развития Российской Федерации, который соответствует позициям ведущих мировых стран, глобальной конкурентоспособности, обеспечению высокого уровня

национальной безопасности и реализации конституционных прав граждан.

Стратегия национальной безопасности Российской Федерации является отправной точкой для разработки и построения новых концептуальных подходов к повышению уровня безопасности в различных сферах. Обеспечение высокого уровня национальной безопасности страны, в том числе экономической и продовольственной [2], должно способствовать созданию благоприятных условий для высвобождения инновационного потенциала населения и в сфере



бизнеса, тем самым формируя глобально конкурентоспособную институциональную среду, стимулирующую предпринимательскую активность и привлечение инвестиций в российскую экономику.

В настоящее время нет сомнений, что именно предпринимательская инициатива является основной движущей силой экономического развития. Однако инновационный тип экономического развития требует создания максимально благоприятных условий и стимулов развития предпринимательской инициативы, повышения качества бизнес-среды и инвестиционного климата. Необходимо стимулировать развитие конкурентной среды, снижая входные барьеры на рынок, демонополизировав экономику, обеспечивая равные условия конкуренции.

Действенность институциональных преобразований зависит от того, насколько принятые нормативно-правовые акты подкреплены эффективностью их реального применения на практике. В современных условиях наблюдается существенный разрыв между формальными и неформальными нормами, что существенно осложняет механизм институциональных преобразований, необходимых для инновационного типа экономического развития.

В современных условиях развития российской экономики актуальность институциональных преобразований не вызывает сомнения, однако, несмотря на созданную систему мер государственной поддержки инвестиционной деятельности, направленную на стимулирование инвестиционных

процессов, оказание финансовой и административной поддержки инвесторам, во многих российских регионах недостаточно сформирована инвестиционная инфраструктура, которая должна обеспечивать эффективную деятельность по созданию условий для инвестиционной активности.

Так, например, особенностью инвестиционных процессов в Центральном федеральном округе является слабая зависимость темпов роста инвестиций и динамики ВРП (таблица), что обусловлено значительными межрегиональными различиями в капиталоемкости прироста производства и что в целом определяет долгосрочный дисбаланс в пространственном развитии региональных экономик за ряд последних лет (рис. 1).

Неравномерное пространственное развитие в Российской Федерации является одной из значимых проблем, обуславливающих межбюджетные перераспределения, что подчеркивает актуальность механизмов пространственной эволюции экономической активности и адекватности мер государственной политики, направленной на достижение более сбалансированного регионального развития. Механизмы агломерационных процессов и тенденция к дивергенции территорий имеют технологическую и рыночную природу, и в ближайшее время прогнозируется дальнейшая пространственная концентрация экономической активности и рост межрегиональной дифференциации [3], что требует решений, направленных на сглаживание различий.

Доля инвестиций в основной капитал к ВРП в ЦФО в 2008–2013 гг., %

Регион	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Центральный федеральный округ	18,0	16,9	15,6	15,3	17,0	17,6
Белгородская область	32,8	24,0	24,2	24,8	25,1	22,7
Брянская область	20,1	21,2	28,6	27,6	22,4	27,3
Владимирская область	25,7	27,7	22,3	22,9	21,3	21,3
Воронежская область	32,8	31,4	36,3	32,7	32,3	35,8
Ивановская область	29,9	36,7	27,3	25,1	21,1	21,5
Калужская область	44,1	38,9	39,5	33,0	33,6	33,4
Костромская область	20,8	14,4	15,4	15,1	16,2	15,6
Курская область	27,9	25,5	23,8	25,6	26,8	26,3
Липецкая область	33,9	37,2	40,9	39,1	31,8	32,1
Московская область	29,3	25,0	21,5	20,7	21,9	23,0
Орловская область	28,2	21,8	20,2	26,0	27,7	26,6
Рязанская область	35,5	24,8	22,7	24,8	26,3	27,1
Смоленская область	30,9	27,6	31,6	31,5	28,0	24,8
Тамбовская область	35,3	35,8	37,5	39,4	40,8	41,6
Тверская область	26,1	35,4	37,7	37,0	30,0	27,6
Тульская область	23,9	28,6	30,1	27,8	27,0	26,2
Ярославская область	25,7	27,0	30,2	28,0	24,8	23,9
г. Москва	11,7	10,4	8,7	8,6	11,4	12,1

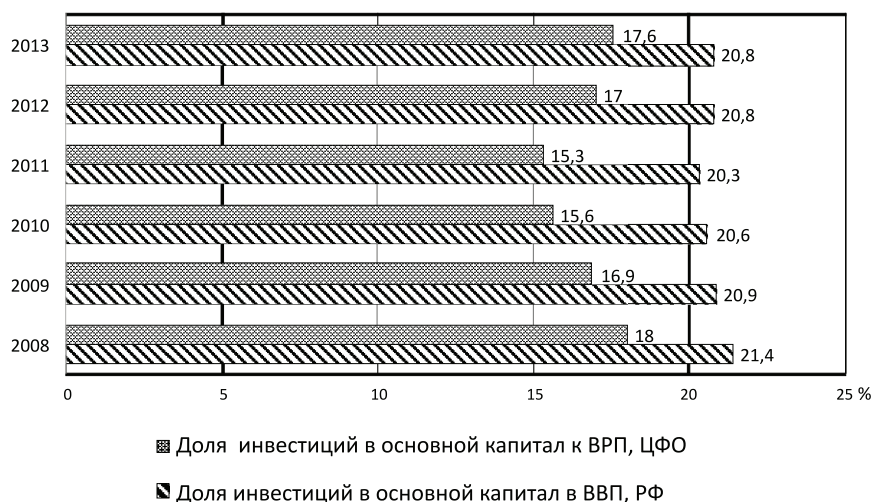


Рис. 1. Доля инвестиций в основной капитал к ВРП и ВВП в 2008–2013 гг., %

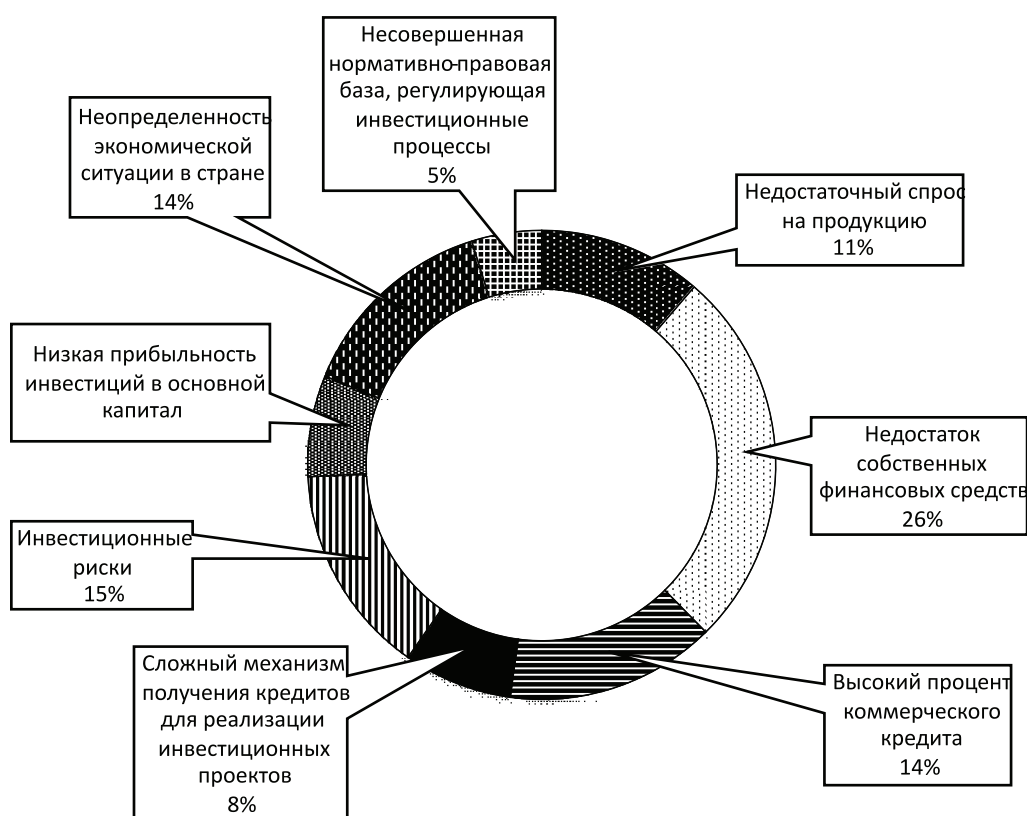


Рис. 2. Факторы, ограничивающие инвестиционную деятельность

Факторами, ограничивающими инвестиционную деятельность в регионах, являются: недостаток собственных финансовых средств; высокий процент коммерческого кредита; инвестиционные риски; неопределенность экономической ситуации; недостаточный спрос на продукцию; сложный механизм получения кредитов для реализации инвестиционных проектов; низкая прибыльность инвестиций

в основной капитал; несовершенная нормативно-правовая база, регулирующая инвестиционные процессы (рис. 2).

Таким образом, формирование и развитие институтов региональной инвестиционной инфраструктуры представляет собой процесс с особым экономическим содержанием, закономерностями и тенденциями, проявляющихся в общих условиях

и устойчивых взаимосвязях становления инфраструктурных видов деятельности. Элементы инвестиционной инфраструктуры в регионах уже существуют, но разрозненные усилия различных инвестиционных структур необходимо подчинить единым целям инвестирования реального сектора региональной экономики [4].

В этих условиях возникает потребность в расширении спектра инструментов финансирования инвестиционных проектов, применении инструментов коллективных инвестиций, которые снижают риски провайдеров финансовых ресурсов и участников инвестиционных проектов.

Развитие инфраструктуры, улучшение условий для инвестирования, рост эффективности частных инвестиций являются необходимыми условиями для повышения темпов экономического роста. В настоящее время необходимо создание института развития, который смог бы интегрировать инвестиционные проекты, направленные на социально-экономическое развитие региона, создавать прямые и косвенные условия, при которых участие в реализации таких проектов становится выгодным для частного инвестора (инвесторов), прежде всего путем формирования механизмов управления, распределения и минимизации рисков, присущих долгосрочным проектам. Необходим инструмент, позволяющий постепенно и частично передавать публичные функции по обеспечению устойчивого и комплексного социально-экономического развития региона частному бизнесу, имеющему возможность получать под контролем государства разумную прибыль от инвестиций в региональную инфраструктуру. Следовательно, важным направлением деятельности региональных органов власти является оказание поддержки и содействие повышению инвестиционной привлекательности региона и улучшения его инвестиционного климата. Одним из инструментов поддержки является создание Инвестиционных фондов, потенциал использования которых весьма велик.

Основной целью создания и функционирования Инвестиционных фондов должно стать привлечение долгосрочных прямых инвестиций и их размещение в динамично развивающиеся предприятия региона и организацию новых производств. Тем самым будут созданы предпосылки для устойчивого роста капитализации предприятий и проведения программ технической модернизации, расширения производства, создания новых рабочих мест и т.д.

Направления деятельности Инвестиционных фондов:

- участие в реализации инвестиционных проектов по расширению производства, приобретению и модернизации основных средств;

- участие в реализации инновационных проектов, в том числе на ранних, наиболее рискованных стадиях развития;

- продвижение инновационных проектов, продукции предприятий и организаций на рынок, в том числе и международный;

- повышение имиджа и инвестиционной привлекательности региона посредством участия в региональных, федеральных и международных выставочно-ярмарочных мероприятиях [5].

Таким образом, ожидаемыми результатами реализации создания действенного инструмента по реализации механизма размещения инвестиционных средств в привлекательные инвестиционные проекты – создания Инвестиционных фондов – являются:

- создание благоприятного инвестиционного климата и условий для ведения бизнеса в регионе;

- снижение инвестиционных и предпринимательских рисков;

- рост инвестиций в основной капитал;

- повышение производительности труда;

- рост ВРП;

- увеличение объемов налоговых и неналоговых доходов консолидированного бюджета региона;

- рост реальных располагаемых денежных доходов населения;

- повышение вклада малого и среднего предпринимательства в региональную экономику;

- снижение уровня безработицы;

- повышение качества действующей системы стратегических документов и создание практических механизмов их реализации;

- реализация требований стандарта деятельности органов исполнительной власти субъекта Российской Федерации по обеспечению благоприятного инвестиционного климата.

Достижение перечисленных результатов должно явиться итогом согласованных действий со стороны органов власти, а также частного бизнеса и общества в целом, что обеспечит привлекательность региона для инвестиций, что необходимо для устойчивого социально-экономического развития, и будет способствовать повышению качества жизни населения.

Таким образом, институциональные преобразования будут направлены на

обеспечение инновационного типа развития российской экономики, что позволит усилить ее конкурентный потенциал, задействовать новые источники экономического роста, повысить благосостояние населения и, как следствие, обеспечить повышение уровня экономической безопасности.

#### Список литературы

1. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р.
2. Крамлих О.Ю., Гомелько Т.В. Развитие продовольственной безопасности региона (на материалах Смоленской области): монография. – Смоленск: СФ АНО ВПО ЦС РФ «Российский университет кооперации», 2010. – 140 с.
3. Коломак Е.А. Неравномерное пространственное развитие в России: объяснения новой экономической географии // Вопросы экономики. – 2013. – № 2. – С. 132–150.
4. Лаврова Е.В. Становление и развитие институтов региональной инвестиционной инфраструктуры // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 6–1. – С. 138–142.
5. Лаврова Е.В. Социально-экономические предпосылки необходимости формирования инвестиционных

фондов в Смоленской области // Инновации: Бизнес. Образование: материалы международной научно-практической конференции. Смоленский институт бизнеса и предпринимательства. НОУВПО «Смоленский институт бизнеса и предпринимательства». – Киров, 2014. – С. 42–48.

#### References

1. Konceptija dolgosrochnogo socialno-jekonomicheskogo razvitija Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda, utverzhennaja rasporyzheniem Pravitelstva Rossijskoj Federacii ot 17 nojabrja 2008 g. no. 1662-r.
2. Kramlih O.Ju., Gommelko T.V. Razvitie prodovolstvennoj bezopasnosti regiona (na materialah Smolenskoj oblasti): monografija. Smolensk: SF ANO VPO CS RF «Rossijskij universitet kooperacii», 2010. 140 p.
3. Kolomak E.A. Neravnomernoe prostranstvennoe razvitie v Rossii: ob#jasnenija novoj jekonomicheskoy geografii // Voprosy jekonomiki. 2013. no. 2. pp. 132–150.
4. Lavrova E.V. Stanovlenie i razvitie institutov regionalnoj investicionnoj infrastruktury // Fundamentalnye issledovaniya. 2015. no. 6–1. pp. 138–142.
5. Lavrova E.V. Socialno-jekonomicheskie predposylki neobhodimosti formirovanija investicionnyh fondov v Smolenskoj oblasti // Innovacii: Biznes. Obrazovanie: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Smolenskij institut biznesa i predprinimatelstva. NOUVPO «Smolenskij institut biznesa i predprinimatelstva». Kirov, 2014. pp. 42–48.



УДК 332.1

## МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТОВ РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНА

Марабаева Л.В., Горин И.А., Соколов О.А.

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

В статье исследуются возможности и особенности использования современных методических подходов для оценки эффективности проектов развития инфраструктуры инновационной деятельности на региональном уровне, определяются основные принципы, которые могут быть положены в основу оценок эффективности инновационных инфраструктурных проектов. Анализируются существующие комплексные модели оценки экономической эффективности инновационной деятельности, которые в итоге представлены в виде трех обобщающих групп: экономические модели (период окупаемости проекта, анализ точки окупаемости проекта, рентабельность инвестиций, методы дисконтирования), портфельные методы (ECV, «трехмерная карта проектов») и экспертные методы. В них в качестве одного из основных критериев эффективности инфраструктурных инновационных проектов рассматривается повышение уровня конкурентоспособности региональной инфраструктуры инновационной деятельности и его сохранение в долгосрочном периоде.

**Ключевые слова:** инновационная деятельность, проект, инфраструктура, регион, эффективность, методика, показатели, оценка

## METHODICAL APPROACH TO EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF PROJECTS FOR INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT OF INNOVATIVE ACTIVITY IN THE REGION

Marabaeva L.V., Gorin I.A., Sokolov O.A.

Ogarev Mordovia State University, Saransk, e-mail: l.marabaeva@mail.ru

The article investigates the possibilities and features of the use of modern methodological approaches to assess the effectiveness of infrastructure projects of innovation at regional level, defines the basic principles, which can be the basis for assessments of the effectiveness of innovative infrastructure projects. Analyzed the existing complex models evaluating the economic efficiency of innovative activities which, in turn, presented in the form of three generalizing groups: economic models (payback period analysis point of project payback, return on investment, discounted), portfolio methods (ECV, «three-dimensional map of projects») and expert methods. In them as one of the main criteria of efficiency of infrastructure projects considered innovative improvement of the competitiveness of the regional infrastructure of innovation and its conservation in the long term.

**Keywords:** innovative activity, project, infrastructure, region, efficiency, methodology, indicators, assessment

Развитие инновационной инфраструктуры региона является сложным организационным проектом. Одним из основных критериев успеха этого проекта является уровень конкурентоспособности региональной инфраструктуры инновационной деятельности и возможность его сохранения и поддержания в стратегическом аспекте. Но такой проект должен быть экономически целесообразен. Оценка его эффективности, как и любых других инновационных проектов, осуществляется по методикам, в результате которых инвесторы будут иметь наиболее четкое представление об ожидаемых результатах и, следовательно, окупаемости данного проекта. Оценка экономической эффективности проекта имеет важное значение в процессе обоснования и выбора наиболее приемлемого варианта с целью получения полезного эффекта. Главная цель оценки инновационного проекта развития региональной

инфраструктуры инновационной деятельности – обоснование возможностей и направлений повышения ее конкурентоспособности в стратегическом аспекте.

**Целью** данной научной статьи является исследование методических подходов к оценке эффективности проектов развития инфраструктуры инновационной деятельности региона.

### Результаты исследования и их обсуждение

Инновационные проекты могут быть не приняты к реализации, если не обеспечат: возмещение вложенных денежных средств и других капиталов; получение прибыли, обеспечивающей рентабельность инноваций не ниже желательного для инвестора уровня; окупаемость инноваций в течение срока, приемлемого для инвестора.

В основу оценок эффективности инновационных инфраструктурных проектов

могут быть положены следующие основные принципы [4]:

- принцип положительности и максимума эффекта;
- учет фактора времени;
- учет только предстоящих затрат и поступлений;
- учет наиболее существенных последствий проекта;
- многоэтапность оценки и др.

От того, насколько объективно проведена оценка эффективности инновационных проектов, зависят принятие верного решения, развитие фирмы. Объективность и достоверность оценки вложений определяются использованием современных методов экономического обоснования инновационной деятельности.

Е.А. Яковлева и М.М. Гаджиев разработали комплексную модель оценки экономической эффективности инновационной деятельности. Согласно данной методике необходимо провести оценку [5, с. 124]:

– увеличения выручки и повышения выработки при внедрении нового продукта (эффективность инвестиций по получению дополнительной выручки предприятия от продаж на вложенные средства, эффективность инвестиций по повышению выработки продукции на одного работника на вложенные средства);

– роста чистого дохода предприятия при внедрении нового продукта;

– рентабельности инвестиций и приращения интеллектуального капитала при внедрении нового продукта (эффективность инвестиций по увеличению чистого дохода от инновационной деятельности, эффективность инвестиций по приросту рыночной стоимости действующего предприятия).

Эффективность инвестиций по получению дополнительной выручки предприятия от продаж на вложенные средства с учётом дисконтирования рассчитывается следующим образом:

$$\Theta_{\text{в}} = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{B_t - B_0}{(1+E)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{I_t}{(1+E)^t}}, \quad (1)$$

где  $\Theta_{\text{в}}$  – эффективность инвестиций по получению дополнительной выручки предприятия от продаж на вложенные средства;  $T$  – срок реализации проекта, годы;  $t$  – номер временного интервала;  $B_t$  – годовая выручка предприятия от продаж после инвестиций в  $t$ -й период времени (формула (2));  $B_0$  – годовая выручка предприятия от продаж до инвестиций;  $E$  – норма дисконта;  $I_t$  – сумма инновационных вложений.

$$B_t = \text{Цп}_t \cdot \text{Vип}_t, \quad (2)$$

где  $B_t$  – годовая выручка предприятия от продаж после инвестиций в  $t$ -й период времени;  $\text{Цп}_t$  – планируемая цена продаж инновационного товара в  $t$ -й период времени;  $\text{Vип}_t$  – годовой объём продаж предприятия после реализации инновационного товара в  $t$ -м году.

Эффективность инвестиций по повышению выработки продукции на одного работника на вложенные средства должна рассчитываться с учётом специфики инновационного предприятия. Так, если осуществляется инновация технического характера, которая направлена на изменения в процессе производства, то целесообразно проводить расчет относительно основных производственных рабочих. А в случае внедрения продуктовой инновации за основу расчета следует брать выработку коммерческо-сбытового персонала. Таким образом повышение выработки определяется по формуле

$$\Theta_p = \frac{\frac{Q_{\text{пр}}^1}{\text{Ч}_p^1} - \frac{Q_{\text{пр}}^0}{\text{Ч}_p^0}}{I} \cdot 100, \quad (3)$$

где  $\Theta_p$  – эффективность инвестиций по повышению выработки продукции на одного работника на вложенные средства;  $Q_{\text{пр}}^1$  – годовой объём произведённой продукции после внедрения инновации;  $\text{Ч}_p^1$  – среднегодовая численность работников после внедрения инновации;  $Q_{\text{пр}}^0$  – годовой объём произведённой продукции до внедрения инновации;  $\text{Ч}_p^0$  – среднегодовая численность работников до внедрения инновации;  $I$  – сумма инновационных вложений.

Рост чистого дохода предприятия с учётом дисконтирования определяется формулой

$$\Theta_{\text{чд}} = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{(\Pi_t - \Pi_0) + (A_t - A_0)}{(1+E)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{I_t}{(1+E)^t}}, \quad (4)$$

где  $\Theta_{\text{чд}}$  – эффективность инвестиций по увеличению чистого дохода от инновационной деятельности;  $T$  – срок реализации проекта, годы;  $t$  – номер временного интервала (года);  $\Pi_t$  – прибыль после внедрения инновации в  $t$ -м году;  $\Pi_0$  – прибыль до внедрения инновации;  $A_t$  – годовая амортизация основных средств и нематериальных активов после внедрения инновации в  $t$ -м году;  $A_0$  – годовая амортизация основных средств и нематериальных активов до внедрения инновации;  $E$  – норма дисконта;  $I_t$  – инновационные вложения в  $t$ -м году.

Часть дополнительной прибыли от внедрения инновации, которую получит

предприятие на вложенные в инновационную деятельность средства с учётом дисконтирования рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E}_n = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{(\Pi_t - \Pi_0)}{(1+E)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{I_t}{(1+E)^t}}, \quad (5)$$

где  $\mathcal{E}_n$  – эффективность инвестиций по увеличению чистой прибыли на вложенные средства от инновационной деятельности;  $T$  – срок реализации проекта, годы;  $t$  – номер временного интервала (года);  $\Pi_t$  – прибыль после внедрения инновации в  $t$ -м году;  $\Pi_0$  – прибыль до внедрения инновации;  $E$  – норма дисконта;  $I_t$  – инновационные вложения в  $t$ -м году.

Оценка приращения интеллектуального капитала проводится с применением формулы

$$\mathcal{E}_{ик} = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{(H_t - H_0)}{(1+E)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{I_t}{(1+E)^t}}, \quad (6)$$

где  $\mathcal{E}_{ик}$  – эффективность инвестиций в интеллектуальный капитал;  $T$  – срок реализации проекта, годы;  $t$  – номер временного интервала (года);  $H_t$  – стоимость нематериальных активов после внедрения инновации в  $t$ -м году;  $H_0$  – стоимость нематериальных активов до внедрения инновации;  $E$  – норма дисконта;  $I_t$  – инновационные вложения в  $t$ -м году.

Особое место в системе оценки инновационной деятельности предприятия занимают расчеты эффективности отдельных инновационных проектов.

Д.Ю. Хомутский выделяет 3 подхода к оценке инновационных проектов и их отбору: экспертные методы оценки преимуществ проекта, финансовые (экономические модели) и портфельные методы [3, с. 14].

Для применения экспертных методов оценки преимущества проекта требуется группа хорошо информированных менеджеров. Такие методы, как правило, полагаются на субъективные оценки стратегических параметров (соответствие корпоративной стратегии, конкурентные преимущества, привлекательность сегментов рынка). В эту группу методов входят проверочные листы и скоринговые модели, которые базируются на отсутствии надёжных финансовых данных на ранних этапах проекта. Их наиболее целесообразно применять на этапах отбора идей или концептуализации. Недостатком экспертных методов является то обстоятельство, что каждый проект рассматривается изолированно от других, то есть не учитывается влияние проектов друг на друга.

Экономические модели являются традиционными инвестиционными методами и включают:

- оценку периода окупаемости проекта;
- анализ точки окупаемости проекта;
- рентабельность инвестиций;
- методы дисконтирования: чистый дисконтированный доход; внутренняя норма доходности; дисконтированный срок окупаемости инвестиций; индекс доходности.

Неравноценность осуществляемых в разное время затрат на разработку и реализацию инноваций, а также получаемых результатов обуславливает необходимость их приведения к сопоставимому виду, к одному моменту. Это называют методом приведённой стоимости или дисконтированием.

Для того чтобы отразить разность между будущей и текущей стоимостью, рассчитывают коэффициент дисконтирования. В классическом виде он имеет следующий вид:

$$\alpha = \frac{1}{\left(1 + \frac{E}{100}\right)^t}, \quad (7)$$

где  $\alpha$  – коэффициент дисконтирования;  $E$  – норма дисконта (процентная ставка), %;  $t$  – порядковый номер временного интервала реализации проекта инноваций.

Коэффициент дисконтирования должен учитывать факторы инфляции и риска. Тогда скорректированный коэффициент рассчитывается по формуле

$$\alpha' = \left( \frac{1 + \frac{E}{100} + \frac{P}{100}}{1 + \frac{i}{100}} \right)^t, \quad (8)$$

где  $\alpha'$  – коэффициент дисконтирования с учётом инфляции и риска;  $E$  – норма дисконта (процентная ставка), %;  $i$  – темп инфляции на текущий год, %;  $P$  – поправочный коэффициент, учитывающий риск, %;  $t$  – порядковый номер временного интервала реализации проекта инноваций.

Величина поправочного коэффициента  $P$  зависит от степени риска, и его рекомендуемое для расчета значение составляет 3–20%.

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) представляет собой разность между результатами (доходами) и затратами (капитальными и текущими) на инновации с учётом дисконтирования и рассчитывается по формуле

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^{T_p} (\mathcal{E}_t - \mathcal{Z}_t) \alpha_t, \quad (9)$$

где ЧДД – чистый дисконтированный доход;  $T_p$  – срок реализации проекта, годы;  $t$  –

номер временного интервала;  $\mathcal{E}_t$  – эффект (результаты) в  $t$ -м году, руб.;  $\mathcal{Z}_t$  – затраты в  $t$ -м году, руб.;  $\alpha_t$  – коэффициент дисконтирования.

Внутренняя норма доходности (ВНД) – это такая норма дисконта, при которой величина приведённого эффекта (дохода) в процессе реализации инновации равна дисконтированным капитальным вложениям [1, с. 52]. То есть это ставка дисконтирования, при которой чистый дисконтированный доход равен нулю. Она определяется по формуле

$$\sum_{t=1}^{T_p} \frac{\mathcal{E}_t - \mathcal{Z}_{\text{тек } t}}{(1 + E_{\text{вн}})^t} = \sum_{t=1}^{T_p} \frac{K_t}{(1 + E_{\text{вн}})^t}, \quad (10)$$

где  $T_p$  – срок реализации проекта, годы;  $t$  – номер временного интервала;  $\mathcal{E}_t$  – эффект (результаты) в  $t$ -м году, руб.;  $\mathcal{Z}_{\text{тек } t}$  – текущие затраты в  $t$ -м году, руб.;  $E_{\text{вн}}$  – внутренняя норма доходности;  $K_t$  – капитальные вложения в инновационный проект в  $t$ -м году, руб.

Дисконтированный срок окупаемости инвестиций – период времени, в течение которого общая дисконтированная сумма инвестиций в инновации погашается дисконтированными суммарными результатами. Он определяется по формуле

$$T'_{\text{ок}} = \frac{K'_{\text{ин}}}{\mathcal{E}'_{\text{сум}}}, \quad (11)$$

где  $T'_{\text{ок}}$  – дисконтированный срок окупаемости;  $K'_{\text{ин}}$  – общая дисконтированная сумма инвестиций в инновации;  $\mathcal{E}'_{\text{сум}}$  – дисконтированные суммарные результаты.

Индекс доходности (ИД) – это отношение разности доходов и текущих затрат по инновационному проекту к капитальным инновационным вложениям с учётом дисконтирования. Данный показатель рассчитывается по формуле

$$\text{ИД} = \frac{\sum_{t=1}^{T_p} (\mathcal{E}_t - \mathcal{Z}_{\text{тек } t}) \alpha_t}{\sum_{t=1}^{T_p} K_t \alpha_t}, \quad (12)$$

где ИД – индекс доходности;  $T_p$  – срок реализации проекта, годы;  $t$  – номер временного интервала;  $\mathcal{E}_t$  – эффект (результаты) в  $t$ -м году, руб.;  $\mathcal{Z}_{\text{тек } t}$  – текущие затраты в  $t$ -м году, руб.;  $K_t$  – капитальные вложения в инновационный проект в  $t$ -м году, руб.;  $\alpha_t$  – коэффициент дисконтирования.

Инновационный проект признаётся эффективным и рентабельным, если сумма дисконтированных текущих доходов пре-

вышает величину дисконтированных капитальных вложений, то есть индекс доходности должен быть равен больше 1. В этом случае его называют индексом рентабельности (прибыльности).

Среди недостатков экономических моделей можно выделить:

– нецелесообразность использования на ранних этапах инновационного цикла по причине отсутствия достоверных финансовых данных и, как следствие, возможность применения только для модификаций существующих продуктов или для поздних этапов процесса разработки инновационных проектов;

– изолированное рассмотрение проектов друг от друга.

Портфельные методы позволяют оценивать общую ценность портфеля проектов компании. К ним относят: метод ожидаемой коммерческой ценности проекта ECV (Expected Commercial Value) и «трёхмерную» карту проектов (Bubble Diagram).

Метод ECV основывается на теории опционального формирования стоимости ОПТ (Options Pricing Theory). ОПТ является альтернативой ЧДД и учитывает настоящую ценность проекта, которая может быть велика даже при большом риске и значительных инвестициях в проект.

Модель расчёта ECV рассматривает развитие инновационного проекта как два ключевых последовательных этапа: разработка и коммерциализация [2, с. 111]. Величина ECV рассчитывается по формуле

$$ECV = (PV \cdot P_{cs} - C) \cdot P_{ts} - D, \quad (13)$$

где  $ECV$  – ожидаемая коммерческая ценность проекта;  $PV$  – будущие доходы по проекту, дисконтированные к настоящему времени;  $P_{cs}$  – вероятность коммерческого успеха;  $C$  – инвестиции в коммерциализацию проекта;  $P_{ts}$  – вероятность успеха технической реализации;  $D$  – инвестиции в разработку.

«Трёхмерная» карта проектов – это портфельный метод стратегического анализа инновационных проектов. Суть данного метода сводится к построению двумерной карты в выбранных координатах (например, ЧДД и вероятность успеха технической реализации) и нанесению на неё инновационных проектов в виде окружностей, диаметр которых соразмерен затратам на этот проект. В итоге «трёхмерная» карта проектов позволяет наглядно увидеть соотношение инновационных проектов, которые могут быть реализованы на предприятии, и является эффективной базой для принятия управленческого решения по распределению корпоративных ресурсов.



Кроме того, в качестве метода оценки эффективности инновационных проектов применяют балльную систему. При этом проводят опрос экспертов или социологический опрос. Использование такой системы предполагает реализацию четырех шагов:

– присваивание участниками опроса инновационному проекту численных баллов по рассматриваемым показателям (критериям);

– присваивание каждому показателю веса (от 0 до 1, сумма всех весов должна быть равна 1) для соизмерения различных показателей;

– вычисление интегрированной оценки проекта путём сложения взвешенных баллов;

– соизмерение проектов по количественным оценкам и принятие решения о целесообразности реализации конкретных проектов.

### Заключение

Исходя из вышеизложенного, комплексная модель оценки экономической эффективности региональных проектов по развитию инфраструктуры инновационной деятельности должна предусматривать возможность прогнозирования увеличения выручки при внедрении новых продуктов и технологий, роста чистого дохода, рентабельности инвестиций и приращения интеллектуального капитала региональной экономики. Рассмотренные подходы к оценке инновационных проектов, основанные на применении экономических моделей (период окупаемости проекта, анализ точки окупаемости проекта, рентабельность инвестиций, методы дисконтирования), портфельных методов (ECV, «трёхмерная карта проектов») и экспертных методов, могут быть системно использованы на региональном уровне для определения ожидаемой эффективности

решений, связанных с развитием региональной инновационной инфраструктуры и ее потенциала, в целях повышения конкурентоспособности регионального хозяйственного комплекса в целом.

*Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда (РГНФ), региональный конкурс «Волжские земли в истории и культуре России» 2014 – Республика Мордовия («Исследование конкурентоспособности инновационной инфраструктуры региона», проект № 14-12-13017 а(р)).*

### Список литературы

1. Лаврищева Е.Е. Внутренняя инновационная среда предприятия: факторы и механизмы / Е.Е. Лаврищева, М.С. Люблинский, С.Г. Тютогина. – Уфа: Инфинити, 2013. – 96 с.
2. Непомнящий Е.Г. Инвестиционное проектирование: учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2003. – 262 с.
3. Хомутский Д.Ю. Как измерить инновации // Управление компанией. – 2006. – № 2. – С. 13–19.
4. Хомутский Д.Ю. Управленческая оценка и отбор инновационных проектов // Менеджмент инноваций. – 2009. – № 2. – С. 110–115.
5. Яковлева Е.А. Анализ экономической эффективности инновационной деятельности предприятий / Е.А. Яковлева, М.М. Гаджиев // Инновации. – 2010. – № 2. – С. 123–128.

### References

1. Lavrishheva E.E. Vnutrennjaja innovacionnaja sreda predpriyatija: faktory i mehanizmy / E.E. Lavrishheva, M.S. Ljublinskij, S.G. Tjutjugina. Ufa: Infiniti, 2013. 96 p.
2. Nepomnjashhij E.G. Investicionnoe proektirovanie: uchebnoe posobie. Taganrog: Izd-vo TRTU, 2003. 262 p.
3. Homutskij D.Ju. Kak izmerit innovacii // Upravlenie kompaniej. 2006. no. 2. pp. 13–19.
4. Homutskij D.Ju. Upravlencheskaja ocenka i otbor innovacionnyh proektov // Menedzhment innovacij. 2009. no. 2. pp. 110–115.
5. Jakovleva E.A. Analiz jekonomicheskoi jeffektivnosti innovacionnoj dejatel'nosti predpriyatij / E.A. Jakovleva, M.M. Gadzhiev // Innovacii. 2010. no. 2. pp. 123–128.

УДК 331.101.6

**ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА В ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ:  
ЭКОНОМИКО-СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ****Масыч М.А., Каплюк Е.В., Краснянский А.С., Тихонина А.В.***ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Таганрог, e-mail: ekapluk@gmail.com*

В статье проведен анализ производительности труда посредством статистических инструментов в отраслевом разрезе. Авторами отмечено, что одним из ключевых факторов социально-экономического развития страны является повышение уровня производительности труда. Проведен статистический анализ производительности труда в отраслевом разрезе, выявлено снижение производительности труда как по отдельным отраслям экономики, так и в целом по экономике. С учетом неустойчивости внешней среды проведено выравнивание временного ряда с использованием метода наименьших квадратов, что позволило выявить общий тренд изучаемого явления и экстраполировать полученные результаты. Проведен корреляционно-регрессионный анализ, определено влияние и направление связи производительности труда отдельных отраслей на рост валового внутреннего продукта, как основного макроэкономического показателя, используемого для оценки экономического роста. Выделены факторы повышения производительности труда. Сделан вывод о том, что рост ВВП напрямую зависит в том числе и от темпов роста производительности труда в различных отраслях экономики.

**Ключевые слова:** производительность труда, отрасли промышленности, статистические показатели, аналитическое выравнивание, метод наименьших квадратов, корреляционно-регрессионный анализ

**LABOR PRODUCTIVITY INDUSTRIES: ECONOMIC AND STATISTICAL ANALYSIS****Masych M.A., Kaplyuk E.V., Krasnyanskiy A.S., Tikhonina A.V.***Southern Federal University, Taganrog, e-mail: ekapluk@gmail.com*

The article analyzes the productivity of labor through statistical tools by sector. The authors noted that a key factor in the socio-economic development of the country, is to increase productivity. A statistical analysis of labor productivity across industries, showed a reduction in the productivity of labor both in individual sectors of the economy and in the economy. Given the instability of the environment carried out the alignment of the time series using the method of least squares, which revealed a general trend of the phenomenon under study and extrapolate the results. Correlation and regression analysis, determined the influence and direction of the relationship of labor productivity of individual industries on gross domestic product as the main macroeconomic indicators used to measure economic growth. The factors increasing productivity. The conclusion is that GDP growth depends, in particular, and the growth rate of labor productivity in various sectors of the economy.

**Keywords:** productivity, industries, statistics, analytic alignment, method of least squares, correlation and regression analysis

Одной из наиболее важных проблем в настоящее время является проблема повышения производительности труда, решение которой ставится на уровне государства, а также прописано в стратегиях развития на уровне регионов и муниципалитетов. Рост производительности труда имеет большое социально-экономическое значение, так как оказывает влияние на рост ВВП, на рост общественного богатства, на повышение уровня заработных плат. Рост производительности труда обеспечивает предприятиям и всему общественному производству дальнейшее развитие и благоприятные перспективы, а в сочетании с грамотной маркетинговой и сбытовой политикой – конкурентоспособность, что является неременным условием рыночной экономики. И в конечном счёте рост производительности труда ведёт к повышению уровня жизни населения. Таким образом, результативное использование факторов роста производительности и результативности труда напрямую положительно влияет на сбалансированное экономическое развитие территории.

Производительность труда характеризует степень эффективности деятельности людей в течение определенного промежутка времени. Она измеряется количеством продукции, произведенной в единицу времени, или количеством рабочего времени, затраченного на выработку единицы продукции [1]. Данные показатели взаимобратные, из чего следует, что любое повышение или же снижение производительности труда будет характеризоваться изменением обоих показателей. По данному вопросу К. Маркс писал: «Под повышением производительной силы труда мы понимаем здесь всякое вообще изменение в процессе труда, сокращающее рабочее время, общественно необходимое для производства данного товара, так что меньшее количество труда приобретает способность произвести большее количество потребительной стоимости» [2]. В связи с этим в настоящее время остаются актуальными вопросы повышения производительности труда.

Проведем анализ производительности труда по основным отраслям экономики РФ

путем исследования индекса производительности труда (табл. 1).

Индекс производительности труда в 2013 г. по сравнению с 2006 г. снизился как в целом по экономике РФ, так и по таким отраслям промышленности как:

- операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг;
- транспорт и связь;
- гостиницы и рестораны;
- оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования;

- строительство;
- производство и распределение электроэнергии, газа и воды;
- обрабатывающие производства;
- добыча полезных ископаемых.

Положительную динамику демонстрируют такие отрасли, как «Сельское хозяйство, охота, лесное хозяйство» и «Рыбоводство и рыболовство» (рис. 1).

Для анализа динамики производительности труда воспользуемся абсолютными и относительными показателями, характеризующими изменение, происходящие с течением времени (табл. 2).

**Таблица 1**

Индекс производительности труда по основным отраслям экономики РФ, 2006–2013 гг., %

Отрасль	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
В целом по экономике	107,5	107,5	104,8	95,9	103,2	103,8	103	101,9
Сельское хозяйство, охота, лесное хозяйство	104,3	105	110	104,6	88,3	115,1	98,2	106
Рыбоводство, рыболовство	101,6	103,2	95,4	106,3	97	103,5	103,8	103,2
Добыча полезных ископаемых	103,3	103,1	100,9	108,5	104,3	102,7	100	96,9
Обрабатывающие производства	108,5	108,4	102,6	95,9	105,2	105,6	103,1	105,5
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	101,9	97,5	102,1	96,3	103	99,8	100,8	99,2
Строительство	115,8	112,8	109,1	94,4	99,6	105,2	100,2	98,3
Оптовая и розничная торговля	110,8	104,8	108,2	99	103,6	101,9	102,1	100,1
Гостиницы и рестораны	109,2	108	109,2	86,7	101,7	102,3	101,4	101,9
Транспорт и связь	110,7	107,5	106,4	95,4	103,2	105,4	102,3	103,6
Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	106,2	117,1	107,6	97,5	104	99,6	103,9	101,8

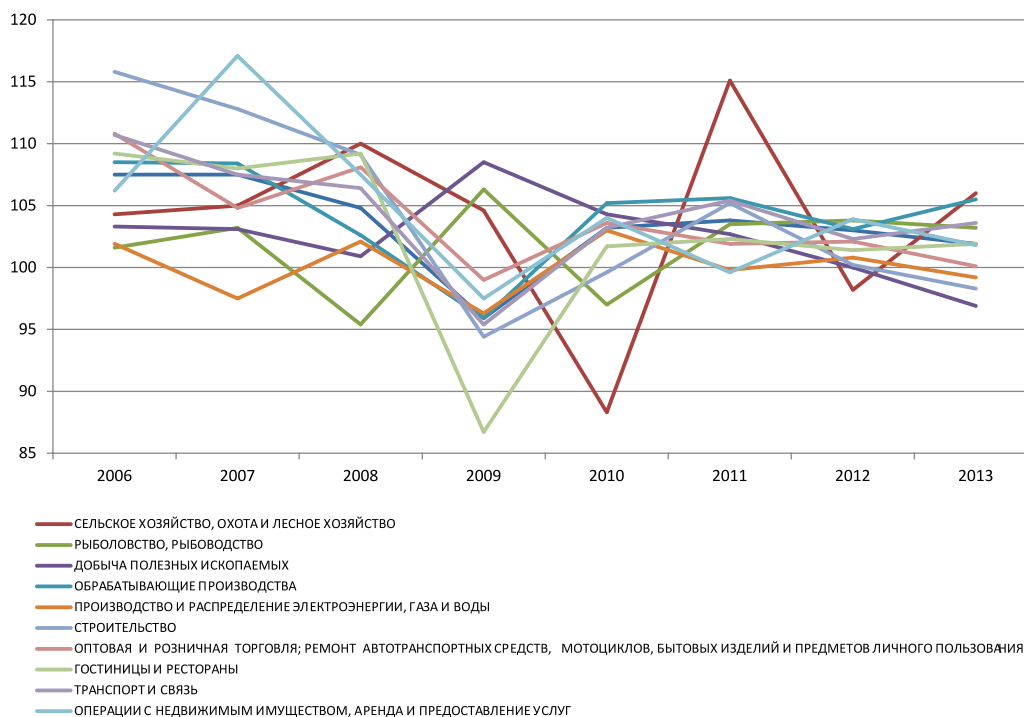


Рис. 1. Динамика производительности труда по основным отраслям экономики РФ, 2006–2013 гг.

**Таблица 2**

Показатели производительности труда в целом по экономике РФ, 2006–2013 гг., %

Год	Индекс производительности труда	Абсолютные приросты		Темпы роста, %		Темпы прироста, %		Абсолютное значение 1% прироста
		цепные	базисные	цепные	базисные	цепные	базисные	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2006	107,5	–	–	–	–	–	–	–
2007	107,5	0	0	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0
2008	104,8	–2,7	–2,7	97,50%	97,50%	–2,50%	–2,50%	1,08
2009	95,9	–8,9	–11,6	91,50%	89,20%	–8,50%	–10,80%	1,05
2010	103,2	7,3	–4,3	107,60%	96,00%	7,60%	–4,00%	0,96
2011	103,8	0,6	–3,7	100,60%	96,60%	0,60%	–3,40%	1,03
2012	103	–0,8	–4,5	99,20%	95,80%	–0,80%	–4,20%	1,04
2013	101,9	–1Д	–5,6	98,90%	94,80%	–1,10%	–5,20%	1,03
Итого	827,6	–5,6		94,80%				
Средние	91,96	–0,7		99,30%		–0,70%		

Исходя из анализа производительности труда посредством относительных и абсолютных показателей, приведенных в табл. 2, можем сделать следующие выводы: типическая величина абсолютных уровней изучаемого ряда составила 91,96%, т.е. средний индекс производительности труда за изучаемый период составил 91,96%; наибольший рост индекса производительности труда отмечен в 2010 г., – 7,4% относительно уровня показателя прошлого года; наибольшее падение отмечено в 2009 г., индекс производительности труда сократился на 8,5%.

Безусловно, кризис в острой фазе 2009 года отразился и на динамике производительности труда – сокращение рабочих мест, введение режима неполной занятости, многие предприятия приостанавливали или вовсе сворачивали произ-

водства, что отразилось снижением производительности труда на 8,5% [5]. С учетом кризисных явлений целесообразно провести выравнивание временного ряда, посредством метода наименьших квадратов, что поможет нам выделить общий тренд изучаемого явления и экстраполировать полученные результаты.

После проведенных вычислений получаем

$$f(t) = 103,47 + (-10,06 \cdot t).$$

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод о том, что производительность труда за исследуемый период имеет нисходящий тренд, что говорит нам о том, что следует обратить внимание на выявление проблем и идентификацию факторов роста производительности труда.

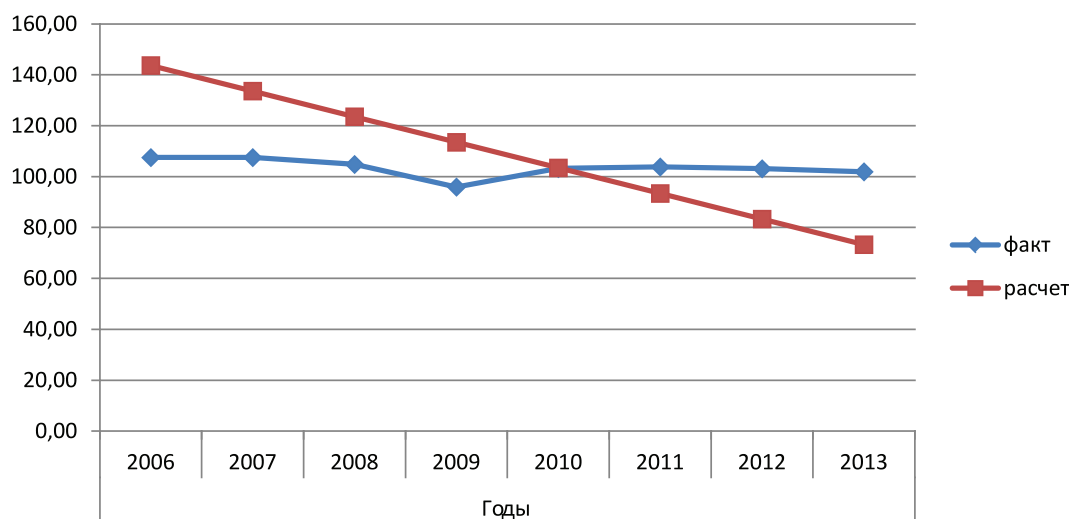


Рис. 2. График распределения уровней ряда



Для установления связей между ВВП и производительностью труда проведем корреляционно-регрессионный анализ, а именно определим влияние и направление связи производительности труда отдельных отраслей на рост валового внутреннего продукта как основного макроэкономического показателя, используемого для оценки экономического роста.

Для оценки связи приведем коэффициенты парной линейной корреляции. Результаты вычислений представлены в табл. 3.

**Таблица 3**

Рассчитанные коэффициенты парной линейной корреляции по отраслям экономики

Отрасль	Коэффициенты парной линейной корреляции
Обрабатывающие производства	0,9944
Оптовая и розничная торговля	0,9999
Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	0,9055
Строительство	0,7952
Транспорт и связь	0,9227
Здравоохранение и предоставление социальных услуг	0,1275
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	0,9918
Образование	0,1275
Добыча полезных ископаемых	0,9918
Государственное управление и обеспечение военной безопасности; обязательное социальное обеспечение	-0,9918
Рыболовство, рыбоводство	-0,7952

На основе корреляционно-регрессионного анализа можем выявить, что прямую связь между производительностью труда и ВВП можно увидеть в следующих отраслях: обрабатывающие производства; оптовая и розничная торговля; операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг; строительство; транспорт и связь; производство и распределение электроэнергии, газа и воды. То есть рост ВВП напрямую зависит в том числе и от темпов роста производительности труда в различных отраслях экономики. В связи с этим необходимо определить основные факторы, оказывающие влияние на рост данного показателя. Можно выделить следующие факторы, которые могут оказывать влияние на рост производительности труда

с учетом сбалансированного социально-экономического развития региона [3]: ВРП, среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций, человеческий капитал, среднегодовая численность занятых в экономике, инновационная активность предприятий, стоимость основных фондов по учетной стоимости, величина прожиточного минимума, инвестиционная привлекательность региона, система государственных регуляторов, качество жизни [4]. Часть указанных факторов была проанализирована в вышеуказанных исследованиях, анализ влияния остальных факторов еще предстоит провести. Однако результативное использование факторов роста производительности труда напрямую положительно влияет на сбалансированное экономическое развитие территории.

### Список литературы

1. Комплексное исследование проблем повышения производительности и результативности труда в системе региональных воспроизводственных пропорций / М.А. Масыч, И.С. Богомолова, Е.В. Жертовская, Е.К. Задорожная, М.Р. Бечвая, М.А. Кривошеева; под ред. М.А. Масыч. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2014. – 173 с.

2. Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. Том 20. – 2-е изд. – Мю: Политиздат, 1961. – Институт Марксизма-Ленинизма при ЦК КПСС.

3. Масыч М.А., Богомолова И.С., Жертовская Е.В., Задорожная Е.К. Многофакторная модель измерения производительности труда // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 2, ч. 2. – URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n2p2y2015/3038](http://ivdon.ru/magazine/archive/n2p2y2015/3038).

4. Масыч М.А., Каплюк Е.В. Анализ влияния показателей обновления основных фондов и заработной платы на рост производительности труда // Экономика и менеджмент инновационных технологий. – 2014. – № 11. – URL: <http://ekonomika.snauka.ru/2014/11/6428>.

5. Масыч М.А., Каплюк Е.В. Занятость населения как фактор экономического развития территории // Инженерный вестник Дона. – 2014. – № 4. – URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4y2014/2621](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4y2014/2621).

### References

1. Kompleksnoe issledovanie problem povysheniya proizvoditel'nosti i rezul'tativnosti truda v sisteme regionalnykh vosproizvodstvennykh proporcij / M.A. Masych, I.S. Bogomolova, E.V. Zhertovskaja, E.K. Zadorozhnaja, M.R. Bechvaja, M.A. Krivosheeva; pod red. M.A. Masych. Rostov-na-Donu: Izd-vo JuFU, 2014. 173 p.

2. Marks K., Jengels F. Sochinenija. Izdanie 2. Tom 20. (Moskva: Politizdat, 1961. Institut Marksizma-Leninizma pri CK KPSS).

3. Masych M.A., Bogomolova I.S., Zhertovskaja E.V., Zadorozhnaja E.K. Mnogofaktornaja model izmereniya proizvoditel'nosti truda // Inzhenernyj vestnik Dona, 2015, no. 2, ch.2. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n2p2y2015/3038](http://ivdon.ru/magazine/archive/n2p2y2015/3038).

4. Masych M.A., Kapljuk E.V. Analiz vlijaniya pokazatelej obnovenija osnovnykh fondov i zarabotnoj platy na rost proizvoditel'nosti truda // Jekonomika i menedzhment innovacionnykh tehnologij. 2014. no. 11. URL: <http://ekonomika.snauka.ru/2014/11/6428>.

5. Masych M.A., Kapljuk E.V. Zanjatost naselenija kak faktor jekonomicheskogo razvitija territorii // Inzhenernyj vestnik Dona, 2014, no. 4. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4y2014/2621](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4y2014/2621).

УДК 336.29

## МЕТОДИКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СУММЫ АМОРТИЗАЦИОННЫХ ОТЧИСЛЕНИЙ И СУММЫ ОБЩЕХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСХОДОВ МЕЖДУ ОСНОВНОЙ И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ НА ОСНОВЕ ЭКОНОМИЧЕСКИ ОБОСНОВАННЫХ БАЗ

Машенцева Г.А., Грибкова Л.С.

*Камышинский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», Камышин, e-mail: mashenceva@kti.ru*

Нерешенность проблем при распределении суммы амортизационных отчислений и суммы общехозяйственных расходов между основной и инновационной деятельностью в бухгалтерском и налоговом учете и отчетности обуславливает повышенный интерес к проведению специального исследования с целью поиска эффективной методики распределения на основе экономически обоснованных баз, которое отвечает разным запросам пользователей отчетности. Как показали исследования учетной практики экономических субъектов, осуществляющих выполнение НИОКР, разделение объектов основных средств между научно-технической деятельностью и основной производятся достаточно формально. Как правило, разделением объектов основных средств осуществляется не специалистами технических служб (служба главного инженера, служба главного технолога, служба главного энергетика), а бухгалтерией, в функциональные обязанности которой не входит вопрос группировки основных средств, что может привести к занижению налогооблагаемой базы по налогу на прибыль. Важным вопросом при признании расходов на НИОКР является порядок их распределения между основной и инновационной деятельностью. Решение данной проблемы заключается в использовании экономически обоснованных показателей для выделения расходов на НИОКР из общей суммы затрат. Особые трудности связаны с распределением сумм амортизационных отчислений и расходов на содержание и эксплуатацию научно-исследовательского оборудования. В связи с этим предложена авторская методика распределения сумм амортизационных отчислений и суммы общехозяйственных расходов между основной и инновационной деятельностью на основе экономически обоснованных баз (площадь здания, используемого в осуществлении основной деятельности и НИОКР; амортизация оборудования, используемого в основной и научно-технической деятельности; расходы на оплату труда персонала, занятого в выполнении НИОКР; сумма основных материальных расходов, связанных с выполнением НИОКР; время работы экспериментально-производственного оборудования). Порядок такого распределения необходимо закрепить в учетной политике, что позволит достоверно определять суммы амортизации в бухгалтерском учете и для целей налогообложения.

**Ключевые слова:** научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы, учет, резервы

## THE METHOD OF DISTRIBUTING OF THE SUM OF DEPRECIATION CHARGES AND THE SUM OF GENERAL RUNNING COSTS BETWEEN THE PRIMARY AND INNOVATIVE ACTIVITY ON THE BASIS OF ECONOMICALLY REASONABLE BASES

Mashentseva G.A., Gribkova L.S.

*The Kamyshin Technological Institute (branch) of the Volgograd State Technical University, Kamyshin, e-mail: arts@kti.ru*

The unresolved problems in the allocation of the amount of depreciation deductions and the amount of General expenses between the primary and innovation in accounting and tax accounting and reporting causes an increased interest in conducting special studies with the aim of finding effective methods of distribution on the basis of economically justified databases that meets the different needs of users reporting. Studies have shown accounting practices of economic entities performing R & d division of property, plant and equipment between scientific and technological activities and main is quite formal. Typically, the division of property, plant and equipment are not carried out by specialists of technical services (the office of chief engineer, chief process engineer, chief power engineer service), and the accounts Department, the responsibilities of which is not included the question of the grouping of fixed assets, which may lead to understating of taxable base under the profit tax. A significant issue in the recognition of R & d expenditure is the order of their distribution between the primary and innovation. The solution to this problem is to use commercially reasonable indicators for the allocation of R & d expenditure of the total costs. The particular difficulties associated with the allocation of the amounts of depreciation and expenditure on operation and maintenance of research equipment. In this regard, the author proposes a method of distributing the amount of depreciation deductions and the amount of General expenses between the primary and innovation on the basis of economically justified bases (the building area is used in the core business and R & d; depreciation of equipment used in the basic and scientific-technical activities; expenditure on salaries of personnel involved in performing R & d; the sum of the basic material costs of performing R & d; working time experimental production equipment). The order of this distribution must be secured in accounting policies that will allow to reliably determine the amount of depreciation in accounting and for tax purposes.

**Keywords:** research, development and technological work, accounting, reserves

В составе расходов на НИОКР существенную долю занимают амортизационные отчисления по оборудованию, используемому в лабораториях. Согласно новым правилам Налогового кодекса РФ амортизируемое имущество, используемое

в НИОКР, выделяется в отдельную подгруппу в составе соответствующей амортизационной группы. Однако поскольку имущество необходимо выделять в отдельные подгруппы, то возникла проблема с амортизацией тех объектов основных средств, которые используются в НИОКР не постоянно, а только на начальном этапе или используются в нескольких видах деятельности. Решение данного вопроса представлено в письме Минфина России от 2 декабря 2011 г. № 03-03-06/1/801, согласно которому расходы в виде амортизационных начислений следует распределять с использованием экономически обоснованных показателей между указанными видами деятельности. Однако какие именно экономические показатели должны применяться и кто их будет признавать обоснованными, не разъясняется.

Порядок такого распределения необходимо закрепить в учетной политике, что позволит достоверно определять суммы амортизации как в бухгалтерском учете, так и для целей налогообложения.

служб (служба главного инженера, служба главного технолога, служба главного энергетика), а бухгалтерией, в функциональные обязанности которой не входит вопрос группировки основных средств, что может привести к занижению налогооблагаемой базы по налогу на прибыль [4].

В этой связи в качестве экономически обоснованных показателей для распределения амортизационных отчислений рекомендуется использовать

- расходы на оплату труда персонала, занятого на конкретном виде выполнения НИОКР;
- суммы прямых затрат при проведении НИОКР;
- фактический режим работы экспериментально-производственного оборудования;
- доля использования производственных площадей под выполнение НИОКР;
- основные материальные расходы (сырье и материалы), непосредственно связанные с выполнением НИОКР.

**Таблица 1**

Информационная база для определения размера экономически обоснованных показателей, используемых при распределении сумм амортизационных отчислений

Экономически обоснованные показатели	Источники информации
1. Сумма расходов на оплату труда персонала, занятого на конкретном виде выполнения НИОКР	Оборотно-сальдовая ведомость по сч. 70 субсчет «Обязательства по вознаграждениям персоналу, выполняющего НИОКР»
2. Суммы прямых затрат при проведении НИОКР	Оборотно-сальдовая ведомость по сч. 04 субсчет «Выполнение НИОКР» в части прямых затрат
3. Время фактического режима работы экспериментально-производственного оборудования	Первичные документы по учету работы экспериментально-производственного оборудования
4. Доля использования производственных площадей под выполнение НИОКР, определяемая по формуле $\frac{S_{\text{ниокр}}}{S}$ , где $S_{\text{ниокр}}$ – объем площади помещения, используемого под НИОКР; $S$ – объем площади всех помещений	Кадастровый план, акт комиссии
5. Сумма основных материальных расходов (сырье и материалы), связанных с выполнением НИОКР	Оборотно-сальдовая ведомость по сч. 04 субсчет «Выполнение НИОКР» аналитический счет «Сырье и материалы»

Как показали исследования учетной практики экономических субъектов, осуществляющих выполнение НИОКР, разделение объектов основных средств между научно-технической деятельностью и основной производимой достаточно формально. Как правило, разделение объектов основных средств осуществляется не специалистами технических

Кроме того, согласно ст. 262 НК РФ суммы начисленной амортизации подлежат отнесению в сумму расходов на НИОКР в размере не более 75% суммы расходов на оплату труда персонала, участвующего в выполнении НИОКР. Однако при этом оставшиеся 25% суммы начисленной амортизации возможно учесть в составе прочих расходов в отчетном периоде, в котором завершено

выполнение НИОКР. Данное ограничение можно выразить следующим образом:

$$\begin{aligned} A_{\text{ниокр}} &\leq 75\%P_{\text{т}} \rightarrow P_{\text{ниокр}}; \\ A_{\text{ниокр}} &\geq 75\%P_{\text{т}} \rightarrow P_{\text{пр}}, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $P_{\text{т}}$  – суммы расходов на оплату труда работников, участвующих в НИОКР;  $P_{\text{ниокр}}$  – расходы на НИОКР;  $P_{\text{пр}}$  – прочие расходы.

Особо следует отметить, что включение амортизационных отчислений в состав расходов на выполнение НИОКР осуществляется за все полные календарные месяцы при использовании основных средств и НМА в инновационной деятельности. Такой подход приводит к необходимости включения амортизационных отчислений только в расходы текущей деятельности в случае использования основных средств и нематериальных активов:

а) одновременно в текущей и инновационной деятельности;

б) не с начала календарного месяца.

Следует отметить, что сумму амортизации по зданиям и сооружениям включать в расходы по НИОКР невозможно, поскольку это запрещено подпунктом 1 пункта 2 статьи 262 Налогового кодекса.

Что касается финансового учета, то суммы амортизационных отчислений по основным средствам и НМА, используемым в осуществлении НИОКР, полностью включаются в расходы на НИОКР.

Как показали исследования, ограничения по признанию расходов на НИОКР для целей налогообложения также имеют место и в отношении расходов на вознаграждение, перечень которых приведен в ст. 255 Налогового кодекса. Это относится к следующим видам вознаграждений:

– за отработанное время: начисления по тарифным ставкам, сдельным расценкам, окладам; начисления за отклонения от нормальных условий работы (ночные, сверхурочные, вредные условия);

– по договорам добровольного страхования;

– по гражданско-правовым договорам.

Однако расходы на оплату труда персонала, связанные с районными коэффициентами, премиями, начислениями за повышение квалификации, начислением компенсаций по неиспользованному отпуску, в целях налогообложения не признаются в расходах инновационной деятельности.

При этом расходы на оплату труда персонала, выполняющего НИОКР, признаются только за время, оплачиваемое за период работы в инновационной деятельности. В случае одновременного выполнения сотрудником работ в текущей и инновацион-

ной деятельности расходы распределяются пропорционально времени. Для обеспечения достоверного определения количества отработанного времени рекомендуем вести отдельный учет часов, приходящихся на текущую и инновационную деятельности, в разрезе видов вознаграждений (сверхурочные, ночные, повременная и сдельная оплата и др.).

Следует отметить, что в состав расходов на НИОКР включаются согласно п. 16 ст. 255 НК РФ страховые взносы:

– по договорам обязательного страхования;

– на накопительную часть трудовой пенсии, уплачиваемые согласно Федеральному закону от 30.04.2008 № 56-ФЗ;

– по договорам добровольного страхования, заключенным с негосударственными фондами пенсионного обеспечения.

При этом в состав страховых взносов в целях признания их в составе расходов на НИОКР не включаются платежи, осуществляемые на основе Федерального закона от 24 июля 2009 года № 212-ФЗ «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования и территориальные фонды обязательного медицинского страхования». Такой подход приведен в письме Федеральной налоговой службы РФ от 07.04.2010 № 3-2-12/21.

В связи с этим возникает проблема учета этих страховых взносов. В решении данной проблемы, опираясь на проведенное исследование экономической литературы [1] и учетную практику обследуемых предприятий, предлагаем два варианта признания таких расходов:

– в составе других расходов, связанных с осуществлением НИОКР, на сумму не свыше 75% от расходов на оплату труда (пп. 4 п. 2 ст. 262 НК РФ);

– в составе косвенных расходов, не увеличивающих сумму расходов на НИОКР.

Использование первого варианта обосновывается тем, что, поскольку суммы вознаграждений сотрудников являются базой для начисления страховых взносов, то эти взносы могут признаваться как расходы на НИОКР. Кроме того, включение страховых взносов в состав прочих расходов регламентируется пп. 1 п. 1 ст. 264 НК РФ, регулирующего состав прочих расходов, обусловленных производством и продажей.

Однако следует отметить, что согласно Налоговому кодексу РФ прочие расходы признаются только в размере 75% от суммы расходов на вознаграждение. Данное ограничение несущественно, если выполняются недорогостоящие работы, в противном



случае не вошедшие в лимит расходы могут достичь значительных сумм. В этом случае рекомендуем применение второго варианта признания расходов на страховые взносы.

Использование второго варианта предполагает признание страховых взносов в составе косвенных расходов, признаваемых для целей налогообложения. Необходимо отметить, что такой подход обосновывается тем, что в составе прямых расходов могут признаваться только страховые взносы, начисляемые на суммы оплаты труда персонала, который непосредственно участвует в процессе производства товаров, а не инновационной деятельности, процесс осуществления которой не связан с производством. Кроме того, получение положительных результатов НИОКР также имеет неопределенность. Поэтому, основываясь на пп. 35 п. 1 ст. 264 НК РФ, затраты, связанные с внедрением технологий производства, методов организации производства и управления (фактически затраты на НИОКР), относятся к прочим расходам, связанным с производством и реализацией [2].

Таким образом, косвенные расходы, осуществленные в отчетном (налоговом) периоде, относят в полном объеме к расходам этого периода, т.е. страховые взносы можно одновременно учесть в составе косвенных расходов, не увеличивая при этом сумму прямых расходов на НИОКР.

Данная точка зрения находит отражение в письме Министерства финансов от 25.05.2010 № 03-03-06/2/101, где признается, что в п. 1 ст. 318 НК РФ регламентируется открытый перечень прямых расходов.

Таким образом, экономические субъекты, осуществляющие инновационную деятельность, имеют право в полном объеме учесть в составе косвенных расходов страховые взносы до конца окончания выполнения исследований и разработок.

Что касается материальных расходов в затратах на НИОКР, то изучение норм статьи 254 НК РФ показало, что в их состав только не включаются:

- расходы, связанные с приобретением комплектующих, услуг и работ контрагентов, к которым также относят и структурные подразделения;

- расходы, связанные с содержанием и эксплуатацией природоохранных объектов.

Учет расходов на сырье и материалы осуществляется по общим правилам. Однако имеют место проблемы, связанные с учетом расходов на энергию и водоснабжение, которые одновременно используются при выполнении НИОКР и в текущей деятельности. Для решения этой проблемы предлагаем использовать следующие эконо-

мически обоснованные показатели для распределения расходов на сырье и материалы между текущей и инновационной деятельностью (табл. 2):

- площадь здания, используемого в осуществлении основной деятельности и НИОКР;
- амортизация оборудования, используемого в основной и научно-технической деятельности;

- расходы на оплату труда персонала, занятого в выполнении НИОКР;

- основные материальные расходы (сырье и материалы), непосредственно связанные с выполнением НИОКР;

- режим работы экспериментально-производственного оборудования.

Порядок распределения суммы коммунальных расходов (электроэнергия, теплоэнергия, поставка воды и услуги канализации), используемых при выполнении НИОКР, рекомендуем осуществлять, исходя из предложенных экономически обоснованных показателей в табл. 2 по следующей формуле:

$$P_{\text{ниокр}} = \frac{\text{ЭП}_{\text{ниокр}}}{\text{ЭП}} \cdot P_{\text{общ}}, \quad (2)$$

где  $P_{\text{ниокр}}$  – суммы жилищно-коммунальных расходов, осуществленных при выполнении НИОКР;  $P_{\text{общ}}$  – сумма жилищно-коммунальных расходов по предприятию в целом; ЭП – показатель для распределения расходов, относящийся к деятельности предприятия в целом (руб.);  $\text{ЭП}_{\text{ниокр}}$  – экономически обоснованный показатель, относящийся к деятельности по выполнению НИОКР (руб.).

В расходы на НИОКР также подлежат включению общехозяйственные расходы на:

- канцтовары;
- командировочные расходы;
- представительские расходы;
- расходы на обучение научного персонала;

- аренда оборудования, требующегося для проведения НИОКР;

- аренда помещений, необходимых для НИОКР;

- материальные затраты, не поименованные в составе материальных расходов по НИОКР;

- оплата разрешительной документации, связанной с выполнением НИОКР.

При этом также имеются ограничения, связанные с превышением лимита в размере 75% от суммы расходов на оплату труда, которые включены в затраты на НИОКР. При этом так же, как и в случае с другими расходами превышающая 75% сумма может быть включена в прочие расходы на общих основаниях в том отчетном периоде, в котором завершены работы или их отдельные этапы.

Таблица 2

Информационная база для определения размера экономически обоснованных показателей, используемых при распределении сумм расходов по содержанию объектов ОС и НМА между текущей и инновационной деятельностью

Экономически обоснованные показатели	Источники информации
1. Сумма расходов на оплату труда персонала, занятого на конкретном виде выполнения НИОКР	Оборотно-сальдовая ведомость по сч. 70 субсчет «Обязательства по вознаграждениям персонала, выполняющего НИОКР»
2. Суммы прямых затрат при проведении НИОКР	Оборотно-сальдовая ведомость по сч. 04 субсчет «Выполнение НИОКР»
3. Время фактического режима работы экспериментально-производственного оборудования	Первичные документы по учету работы экспериментально-производственного оборудования
4. Доля использования производственных площадей под выполнение НИОКР, определяемая по формуле $\frac{S_{\text{ниокр}}}{S}$ где $S_{\text{ниокр}}$ – объем площади помещения, используемого под НИОКР; $S$ – объем площади всех помещений	Кадастровый план, акт комиссии
5. Сумма амортизации оборудования, используемого в основной и научно-технической деятельности	Бухгалтерская справка-расчет амортизации по объектам имущества Оборотно-сальдовая ведомость по сч. 02
6. Сумма основных материальных расходов (сырье и материалы), связанных с выполнением НИОКР	Оборотно-сальдовая ведомость по сч. 04 субсчет «Выполнение НИОКР» аналитический счет «Сырье и материалы»

Однако имеет место проблема определения доли превышения, поскольку Налоговым кодексом РФ не регулируется, как она должна считаться за отчетный период, исходя из выполняемых работ отдельно по проектам и в целом по работам на НИОКР.

В состав расходов на НИОКР включаются расходы на формирование государственных фондов для осуществления инновационной деятельности в размере не больше 1,5% от суммы доходов от реализации. При этом такие расходы уменьшают налогооблагаемую базу в том периоде, в котором они осуществлены, в пределах установленного ограничения [5].

С 2012 года состав расходов на НИОКР в целях налогообложения расширен за счет возможности признания расходов на создание резерва предстоящих расходов на НИОКР для реализации конкретной программы исследований.

При этом следует отметить, что имеют место ограничения по созданию и использованию резервов:

– создание резерва на период только до двух лет;

– резерв не может быть использован для списания сумм отчислений в фонды, создаваемые для инновационной деятельности;

– размер создаваемого резерва не должен превышать запланированных расходов на реализацию программы исследований и разработок;

– сумма отчислений в резервы не может быть больше 3% суммы доходов от реализации основной деятельности за минусом сумм отчислений.

При недостатке величины резерва сумму превышения учитывают в общем порядке для НИОКР. Если же резерв использован не в полном объеме, то остаток включается в состав внереализационных доходов в периоде осуществления отчислений.

Таким образом, специфика инновационной деятельности накладывает отпечаток не только на состав расходов, но и на порядок их выделения из расходов, относящихся к основной деятельности.

## Список литературы

1. Машенцева Г.А. Проблемы теоретического обоснования признания в бухгалтерском и налоговом учете расходов и результатов выполнения научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2013. – № 1. – С. 65–71.
2. Машенцева Г.А. Вопросы достоверности показателей инновационной деятельности в бухгалтерской отчетности // Научное обозрение. Серия 1: Экономика и право. – 2012. – № 6. – С. 110–117.
3. Машенцева Г.А. Реализация принципа временной определенности фактов хозяйственной деятельности при организации учета расходов на выполнение НИОКР // Управление экономическими системами. – 2012. – № 12. – С. 67–69.
4. Машенцева Г.А. Некоторые аспекты идентификации расходов на НИОКР в бухгалтерском и налоговом учете // Научное обозрение. – 2013. – № 1. – С. 129–131.
5. Предеус Н.В. Теоретический анализ концепций статического и динамического учета // Международный бухгалтерский учет. – 2012. – № 15. – С. 13–25.

## References

1. Mashenceva G.A. Problemy teoreticheskogo obosnovaniya priznaniya v buhgalterskom i nalogovom uchete rashodov i rezultatov vypolneniya nauchno-issledovatel'skih, opytno-konstruktorskih i tehnologicheskikh rabot // Intellect. Innovacii. Investicii. 2013. no. 1. pp. 65–71.
2. Mashenceva G.A. Voprosy dostovernosti pokazatelej innovacionnoj dejatel'nosti v buhgalterskoj otchetnosti // Nauchnoe obozrenie. Serija 1: Jekonomika i pravo. 2012. no. 6. pp. 110–117.
3. Mashenceva G.A. Realizacija principa vremenoj opredelennosti faktov hozjajstvennoj dejatel'nosti pri organizacii ucheta rashodov na vypolnenie NIOKR // Upravlenie jekonomicheskimi sistemami. 2012. no. 12. pp. 67–69.
4. Mashenceva G.A. Nekotorye aspekty identifikacii rashodov na NIOKR v buhgalterskom i nalogovom uchete // Nauchnoe obozrenie. 2013. no. 1. pp. 129–131.
5. Predeus N.V. Teoreticheskij analiz koncepcij staticheskogo i dinamicheskogo ucheta // Mezhdunarodnyj buhgalterskij uchet. 2012. no. 15. pp. 13–25.

УДК 69.003.13

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЛСТК ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ ГРАЖДАНСКОГО И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

<sup>1</sup>Мохначев С.А., <sup>2</sup>Зайцева О.Н., <sup>2</sup>Шиврина А.С.

<sup>1</sup>НОУ ВПО «Восточно-Европейский институт», Ижевск, e-mail: sa195909@yandex.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет  
им. М.Т. Калашникова», Ижевск, e-mail: pgs@istu.ru

В данной статье затрагиваются актуальные для управления современными строительными организациями вопросы, касающиеся исследования технико-экономических аспектов применения технологии легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) при реконструкции зданий гражданского и сельскохозяйственного назначения. В статье рассматривается вариант реконструкции зданий гражданского и сельскохозяйственного назначения с применением технологии ЛСТК. Предложены варианты исполнения реконструкции стен, перекрытий, кровельной системы. В завершении статьи авторами сделан вывод о том, что отличительными особенностями данной технологии является легкость конструкций и высокая скорость монтажа, практически не зависящая от климатических условий. Кроме того, стоимость таких объектов ниже аналогичных с использованием других материалов на 25–50% за счёт меньших трудозатрат, снижения сроков строительства. Технология легких стальных тонкостенных конструкций решает ряд проблем, возникающих при реконструкции зданий, а также дает гарантию длительной и надежной эксплуатации реконструируемых объектов. Применение технологии ЛСТК при реконструкции жилых и сельскохозяйственных зданий по Удмуртской Республике является наиболее оптимальным и эффективным.

**Ключевые слова:** проекты реконструкции, легкие стальные тонкостенные конструкции, технология, стальные конструкции, металлостроительство, гражданское строительство, сельскохозяйственное строительство, затраты, стоимость строительства

## TECHNICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF USING THE TECHNOLOGY LSTC IN THE RECONSTRUCTION OF BUILDINGS FOR CIVIL AND AGRICULTURAL PURPOSES

<sup>1</sup>Mokhnachev S.A., <sup>2</sup>Zaytseva O.N., <sup>2</sup>Shivrina A.S.

<sup>1</sup>Eastern-European Institute, Izhevsk, e-mail: sa195909@yandex.ru;

<sup>2</sup>Izhevsk state technical University named after M.L. Kalashnikov, Izhevsk, e-mail: pgs@istu.ru

This article addresses relevant to the management of contemporary construction organizations issues relating to the study of technical and economic aspects of application of technology of light steel thin-walled structures (LSTs) in the reconstruction of buildings for civil and agricultural purposes. The article considers the variant of reconstruction of buildings for civil and agricultural purposes using the technology LSTC. Proposed options for the reconstruction of walls, ceilings, roof systems. At the end of the article, the authors concluded that the distinctive features of this technology is the ease of construction and speed of installation, regardless of climatic conditions. In addition, the cost of such facilities below similar to use of other materials by 25–50% due to lower labor costs, reduce construction time. The technology of light steel thin-walled constructions solves a number of problems arising in the reconstruction of buildings and guarantee a long and reliable operation of the reconstructed objects. Using the technology LSTC in the reconstruction of residential and agricultural buildings of the Udmurt Republic, is the most appropriate and effective.

**Keywords:** reconstruction projects, light steel thin-walled structures, technology, steel constructions, metal construction, civil engineering, agricultural building, costs, the cost of construction

Строительная отрасль всегда требует больших экономических вложений и одним из важных вопросов является оптимизация затрат, особенно в нынешней нестабильной экономической ситуации. Оптимизация может заключаться в выборе технологии и методов ведения строительства, места и времени строительства и т.д.

Процесс строительства включает в себя проектирование, поиск средств, проведение подготовительных работ все организационные, изыскательские, строительно-монтажные и пусконаладочные

работы, связанные с созданием, изменением или сносом объекта, а также взаимодействие с компетентными органами по поводу производства таких работ.

В широком смысле строительство включает в себя возведение зданий и сооружений, а также их капитальный и текущий ремонт, реконструкцию, реставрацию и реновацию.

Одним из наиболее выгодных экономических решений, обеспечивающих оптимизацию затрат в строительстве, может быть реконструкция.



Реконструкция значительно отличается от строительства с нуля и имеет особенности в проектировании, разработке технологического процесса строительства, специфике производства строительно-монтажных работ, что связано с разновидностью конструктивных и объемно-планировочных решений, ограниченностью строительной площадки, необходимостью поэтапного выполнения работ на различных участках, сочетанием производственной деятельности предприятия с выполнением строительно-монтажных работ, демонтажем в отдельных случаях старых сооружений или их частей и др. [2].

Одной из возможных технологий ведения реконструкции, обеспечивающих энерго- и ресурсосбережение, а также оптимизацию затрат, является технология легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК).

Применение технологии ЛСТК при реконструкции зданий охватывает множество отраслей: промышленное (заводы, фабрики), гражданское (жилые дома, общественные здания, торговые комплексы) и сельскохозяйственное (объекты сельского хозяйства) строительство. Но в большей степени технология легких стальных тонкостенных конструкций может проявить себя в гражданском и сельскохозяйственном строительстве.

Документ Министерства экономики Удмуртской Республики «Приоритеты развития Удмуртской Республики. План действий на 2015–2020» выделяет основные направления, без которых развитие региона целиком и улучшение жизни населения невозможно. Отдельными пунктами обозначены такие направления, как комплексное развитие сельских территорий, эффективное развитие агропромышленного комплекса, строительство современного доступного жилья, модернизация жилищно-коммунального хозяйства.

Наличие благоустроенного и пригодного для проживания жилья – важнейший показатель уровня и качества жизни граждан.

Обеспеченность населения Удмуртии жильем по-прежнему остается самой низкой среди регионов Приволжского федерального округа. Техническое состояние жилищного фонда во многом зависит от возраста строений. Три четверти жилых домов построены в республике за 50 послевоенных лет с 1946 по 1995 годы, 21 % – после 1995 года. На конец 2014 года жилищный фонд, отнесенный к ветхому и аварийному жилью, составил 855,4 тыс. кв. метров, увеличившись по сравнению с 2000 годом более чем в 2,8 раза. Возросла и его доля в общей площади жилищного фонда за этот период – с 1,1 до 2,7%.

Высокий процент «старого» изношенного фонда республики приходится на Сьюмсинский район, где треть всего жилищного фонда района признана ветхим и аварийным, Ярский район – 28%, Красногорский район – 21%.

Уровень благоустройства, особенно на селе, по-прежнему остается невысоким. Всеми видами благоустройства оборудовано 51% жилищного фонда Удмуртской Республики, в городской местности – 72%, сельской местности – лишь 14%.

Наиболее низкий уровень оборудования жилищного фонда всеми видами благоустройства имеет место в Ярском районе, в котором комплексное благоустройство жилищного фонда составляет лишь 0,3%, Мало-Пургинском районе – 1,2% и Граховском районе – 1,3% [4].

Реконструкция 4–5-этажных зданий по технологии легких стальных тонкостенных конструкций, за счет надстройки мансардных помещений, позволяет улучшить эксплуатационные характеристики, связанные с энергосбережением и сроками эксплуатации. Незначительный вес ЛСТК мансарды не требует усиления фундамента, не оказывает существенной нагрузки на несущие элементы здания. Также реконструкция по технологии ЛСТК позволит повысить комфорт проживания.

Использование качественной теплоизоляции в стенах и перекрытиях позволяет устроить из ограждающих конструкций своеобразный термос, который в закрытом состоянии может хранить тепло до 2–3 суток, не требуя дополнительного отопления, что существенно снижает затраты на энергоносители, цены на которые постоянно растут. Это свойство позволяет значительно снизить издержки при эксплуатации зданий [3].

При реконструкции с применением технологии ЛСТК существуют решения отделки стен кирпичом, вагонкой, профилированным листом, варианты с утепленным оштукатуренным фасадом, а также множество вариантов вентилируемых фасадов с применением стекла, камня, натурального дерева, что позволяет преобразить внешний вид домов и градостроительных образований в целом (рис. 1).

В агропромышленном комплексе Удмуртии также большое количество сложностей, которые тормозят развитие региона данной отрасли. По плану действий на 2015–2020 годы особое внимание будет уделено строительству, реконструкции и модернизации животноводческих комплексов и ферм по производству молока на основе использования современного технологического оборудования.



Рис. 1. Узел устройства многослойной стены дома

Ежегодно планируется осуществлять строительство, капитальный ремонт и реконструкцию более 100 животноводческих объектов, в том числе ввод не менее 35 новых объектов животноводства [6].

Объекты агропромышленного комплекса, в процессе эксплуатации приходят к своему физическому, а также моральному износу. Введение новых технологий ведения хозяйства, увеличение производственных мощностей, численности поголовья скота, изменение направления деятельности, – все это ведет к вынужденной реконструкции.

При реконструкции АПК нужно учитывать ряд факторов:

1) рассредоточенность и удалённость объектов от производственной зоны;

2) отсутствие строительной-технической базы;

3) сложность транспортировки конструкций, плохая дорожная инфраструктура, отсутствие крупных средств механизации;

4) агрессивность эксплуатационной среды [7].

При реконструкции сельскохозяйственных объектов создание сложного «пирога» ограждающих конструкций с применением легких стальных тонкостенных конструкций не требуется. Как показывают исследования, проведенные Международной цинковой ассоциацией (IZA), цинковое покрытие конструкций наиболее устойчиво к щелочам, потому является идеальным для защиты сельскохозяйственных зданий с агрессивной щелочной средой. Так, например, в животноводческих фермах стены коровника или склада продукции будет иметь трехслойную конструкцию стены (рис. 2).

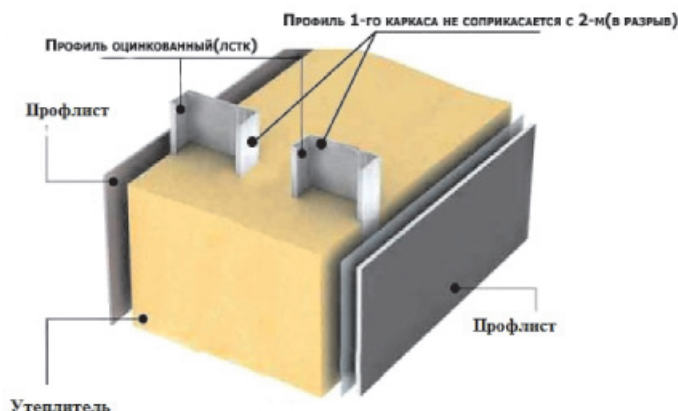


Рис. 2. Конструкция стены здания сельскохозяйственного назначения

Скорость проведения реконструкции с применением технологии ЛСТК позволяет производить работы в кратчайшие сроки. Что является немаловажным фактором в агропромышленной сфере, в связи с нежелательными, а в некоторых случаях и невозможными по различным причинам перерывами в работе реконструируемых объектов.

Такие особенности реконструкции объектов данной сферы, как сложность транспортировки конструкций, плохая дорожная инфраструктура, отсутствие крупных средств механизации, абсолютно не влияют на технологичность работ по технологии ЛСТК. Поэлементная сборка может осуществляться на месте, что решает сложность транспортировки. Размеры отдельных монтажных элементов могут варьироваться в зависимости от стесненности площадки производства работ и имеющихся грузоподъемных механизмов, в некоторых случаях, при производстве работ на небольшой высоте, подъемные механизмы не требуются.

Все эти факторы делают технологию легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) идеальной при выборе технологии для реконструкции агропромышленного комплекса.

При реконструкции кровель зданий (рис. 3) как жилого, так и сельскохозяйственного назначения основными преимуществами применения ЛСТК являются следующие факторы:

- ЛСТК благодаря своим конструктивным особенностям решают главную проблему реконструкции старых зданий – снижение нагрузок, разрушающих стены;
- жесткая кровля с каркасом из ЛСТК имеет срок службы от 30 лет;

- конструктивные решения ЛСТК позволяют реализовать «утепленные» и «холодные» варианты кровельного покрытия;

- антиобледенительные системы и устройства оптимально интегрируются с конструкциями ЛСТК;

- благодаря легкости элементов можно отказаться от тяжелой крановой техники, вести монтаж вручную, не причиняя жильцам никаких неудобств при реконструкции;

- отсутствие «мокрых» процессов позволяет вести работы круглый год;

- все работы проводятся без использования сварочного и газорезательного оборудования (что особенно важно на зданиях старого фонда из-за их повышенной огнестойкости) [1].

Использование стальных прокатных профилей также значительно снижает стоимость производства работ по реконструкции перекрытия. ЛСТК балки поднимаются и монтируются ручным способом, без дополнительных подъемных устройств. При необходимости после предварительного расчета возможно опирание стропил на балки перекрытия (рис. 4).

При реконструкции могут использоваться и такие технологии, как каркас из черного металла, каркас из массива дерева, каркас из клееного бруса, но все они уступают технологии ЛСТК. Применение черного металла влечет за собой промерзание конструкций и разрушение внутренней отделки. Каркас из массива дерева подвержен гниению и воздействию насекомых, а также требует обработки каркаса для обеспечения требуемого времени огнестойкости. Каркас из клееного бруса превышает по стоимости аналогичный каркас из ЛСТК на 30–50%.

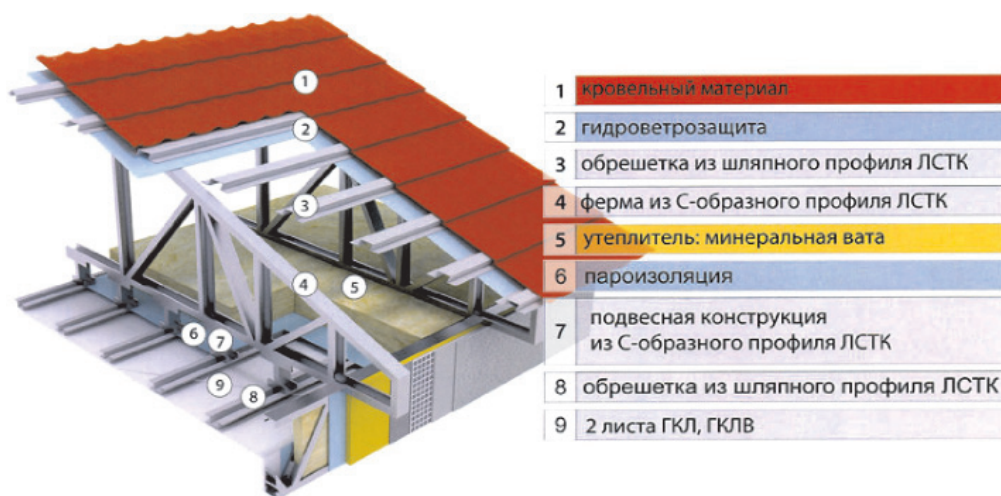


Рис. 3. Конструкция кровли из ЛСТК



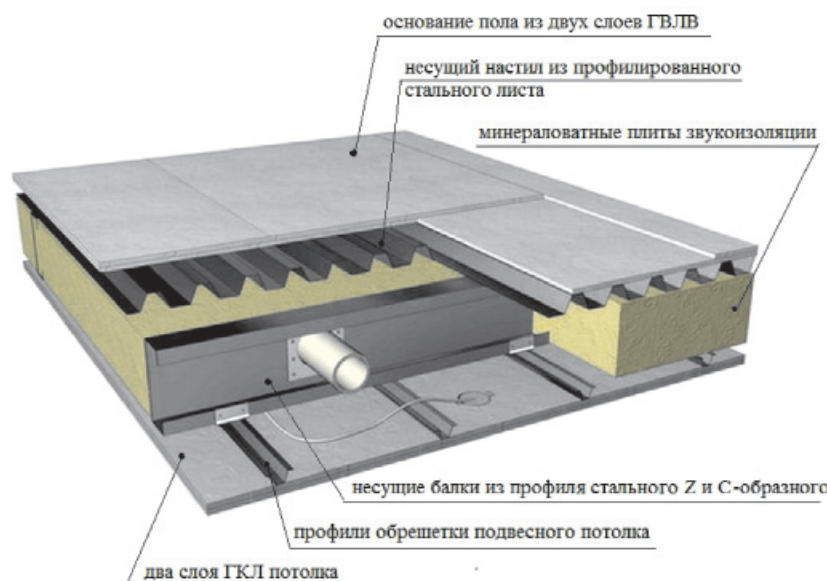


Рис. 4. Конструкция перекрытия из ЛСТК

Подводя итог, можно сказать, что отличительными особенностями данной технологии являются легкость конструкций и высокая скорость монтажа, практически не зависящая от климатических условий. Кроме того, стоимость таких объектов ниже аналогичных с использованием других материалов на 25–50% за счёт меньших трудозатрат, снижения сроков строительства [5]. Применение технологии ЛСТК при реконструкции жилых и сельскохозяйственных зданий по Удмуртской Республике, является наиболее оптимальным и эффективным. Технология легких стальных тонкостенных конструкций решает ряд проблем, возникающих при реконструкции зданий, а также дает гарантию длительной и надежной эксплуатации реконструируемых объектов.

#### Список литературы

1. Вагин Н.И. Реконструкция крыш Санкт-Петербурга на основе легких стальных тонкостенных конструкций и антиобледенительной системы / Н.И. Вагин, В.В. Володин, Е.А. Золотарева, К.В. Петров, Е.Н. Жмарин // Инженерно-строительный журнал. – 2010. – № 2; URL: <http://art-con.ru/node/5018> (дата обращения 12.10.2015).
2. Грахов В.П., Мохначев С.А., Манохин П.Е., Зайцева О.Н. Особенности формирования проектов реконструкции агропромышленных предприятий // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – URL: [www.science-education.ru/121-17605](http://www.science-education.ru/121-17605) (дата обращения: 28.10.2015).
3. Демонтажные работы. Преимущества технологии строительства на основе ЛСТК [Электронный ресурс]. – URL: [http://ast32.ru/preimushhestva\\_lstk](http://ast32.ru/preimushhestva_lstk) (дата обращения: 21.10.2015).
4. О состоянии жилищного фонда Удмуртской Республики [Электронный ресурс]. – URL: <http://yar.udmurt.ru/gosuch/statistics/3129/> (дата обращения: 21.10.2015).

5. Советников Д.О., Виденков Н.В., Трубина Д.А. Легкие стальные тонкостенные конструкции в многоэтажном строительстве // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2015. – № 3 (30). – С. 152–165.

6. Ставка на рентабельность АПК [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.udm-info.ru/articles/economics/06-08-2014/aselo.html> (дата обращения: 21.10.2015).

7. Технология ЛСТК в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. – URL: <http://zavod-p.ru/lstk-v-selskom-hozajstve.html> (дата обращения: 21.10.2015).

#### References

1. Batting N.I. *Inzhenerno-stroitelnyj zhurnal Magazine of civil engineering*. 2010. no 2. Available at: <http://art-con.ru/node/5018> (accessed 12 October 2015).
2. Grakhov V.P., Mokhnachev S.A., Manokhin P.E., Zaytseva O.N. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya Modern problems of science and education*, 2015. no. 1. Available at: [www.science-education.ru/121-17605](http://www.science-education.ru/121-17605) (accessed 28 October 2015).
3. *Demontazhnye raboty. Preimushhestva tehnologii stroitelstva na osnove LSTK* (Dismantling work. The advantages of construction technology on the basis of LSTK) Available at: [http://ast32.ru/preimushhestva\\_lstk](http://ast32.ru/preimushhestva_lstk) (accessed 21 October 2015).
4. *O sostojanii zhilishhnogo fonda Udmurtskoj Respubliki* (About the state housing Fund of the Udmurt Republic) Available at: <http://yar.udmurt.ru/gosuch/statistics/3129/> (accessed 21 October 2015).
5. Sovetnikov D.O., Vedenkov N.V., Trubina D.A. *Stroitelstvo unikalnyh zdaniy i sooruzhenij Construction of unique buildings and structures*. 2015. no. 3 (30). pp. 152–165.
6. *Stavka na rentabelnost APK* (Bet on the profitability of agriculture) Available at: <http://www.udm-info.ru/articles/economics/06-08-2014/aselo.html> (accessed 21 October 2015).
7. *Tehnologija LSTK v selskom hozajstve* (LSTK technology in agriculture) Available at: <http://zavod-p.ru/lstk-v-selskom-hozajstve.html> (accessed 21 October 2015).



УДК 338.2:339.562:005.591.6

## ПЕРСПЕКТИВЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПОЛИТИКИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ЭКОНОМИКЕ В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

Мышкина Н.П., Федонина О.В.

ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева»,  
Саранск, e-mail: oks\_fedon@mail.ru

В данной статье исследуются проблемы реализации политики импортозамещения в отечественной экономике в условиях инновационного развития. Проведенный анализ динамики экспорта, импорта, внешнеторгового оборота РФ позволил выявить факторы, влияющие на проводимую в последние годы внешнеторговую политику государства. В связи с этим показаны основные проблемы, сдерживающие развитие процесса импортозамещения в отечественной экономике, определены перспективные направления, способствующие в современных социально-экономических условиях обеспечению устойчивого развития страны через реализацию политики импортозамещения на основе перевода отдельных отраслей отечественной экономики на производство инновационной продукции. Отмечено, что российской экономике понадобится достаточное количество времени, чтобы заменить импортные товары отечественными. Для успешного проведения политики импортозамещения необходимо принятие следующих мер: наметить приоритетные отрасли экономики, импортозамещение в которых даст наилучший результат; поощрять со стороны государства развитие отечественного бизнеса; на законодательной основе закрепить преимущественные положения отечественных товаров и услуг и т.д.

**Ключевые слова:** экспорт, импорт, импортозамещение, экономические санкции, внешнеторговый оборот, инновационная деятельность

## THE PROSPECTS FOR IMPLEMENTING THE POLICY OF IMPORT SUBSTITUTION IN THE DOMESTIC ECONOMY IN THE CONTEXT OF INNOVATION DEVELOPMENT

Myshkina N.P., Fedonina O.V.

Mordovia State University n.a. N.P. Ogarev, Saransk, e-mail: oks\_fedon@mail.ru

In this article problems of realization of policy of import substitution in domestic economy in the conditions of innovative development are investigated. The carried-out analysis of dynamics of export, import, a foreign trade turnover of the Russian Federation allowed to reveal the factors influencing the foreign trade policy of the state pursued in recent years. In this regard the main problems constraining development of process of import substitution in domestic economy are shown, the perspective directions promoting in modern social and economic conditions to provide a sustainable development of the country through realization of policy of import substitution on the basis of transfer of separate branches of domestic economy on production of innovative production are defined. It is noted that the Russian economy needs enough time to replace import goods domestic. Successful carrying out policy of import substitution requires acceptance of the following measures: to plan priority branches of economy import substitution in which will yield the best result; to encourage development of domestic business from the state; on a legislative basis to fix primary provisions of domestic goods and services, etc.

**Keywords:** export, import, import substitution, economic sanctions, the foreign trade turnover, innovation

В современной экономической ситуации экономика России нуждается в интенсивной реорганизации. В условиях действия европейских санкций нарастить темпы отечественного производства и вывести экономику РФ на новый уровень позволит предусмотренная государством политика импортозамещения. В настоящее время данная политика способна не только сохранить, но и преумножить достояние России, обеспечить рост ее конкурентоспособности [9].

Импортозамещение представляет собой уменьшение или полное прекращение импорта определенного товара вследствие производства в стране того же или аналогичного товара. Оно возникает вследствие

изменений направленности экономики на международное разделение труда, появляющихся в результате развития международных экономических отношений [5]. К плюсам политики импортозамещения можно отнести улучшение структуры платежного баланса страны, обеспечение занятости, развитие промышленного производства, научного потенциала и т.д. Минусы такой политики конкурентное отставание от более развитых стран, закрытость от новшеств мировой экономики. Более того, политика импортозамещения опасна большими издержками при производстве того или иного товара, поскольку не каждому товару может соответствовать климат, техника производства, присущая стране.

**Целью исследования** является определение перспектив реализации политики импортозамещения в отечественной экономике в условиях инновационного развития.

### Материалы и методы исследования

В процессе исследования использовались методы: анализа и синтеза, научной абстракции, причинно-следственной связи; материалы и публикации по сущности импортозамещения и факторов, влияющих на эффективное проведение политики импортозамещения, статистические данные о динамике экспорта и импорта, внешнеторгового оборота РФ, динамике курса рубля. При рассмотрении теории и практики воздействия импортозамещения на экономический рост значительный вклад внесли такие ученые, как А. Смит, Д. Кейнс, М. Фридман, Й. Шумпетер др.

### Результаты исследования и их обсуждение

Анализ динамики экспорта и импорта в РФ позволяет сделать вывод, что данные компоненты играют важную роль в экономике государства. Статистика за январь-февраль 2015 года свидетельствует, что экспорт сократился по сравнению с аналогичным периодом 2014 года на 25,4% и составляет \$56,7 млрд, а импорт – на 37,9% (\$28 млрд) [8]. Своих максимальных значений экспорт и импорт достигли в 2012 г., а с 2013 г. эти показатели начали снижаться. Внешнеторговый оборот увеличивался вплоть до 2013 г., а затем пошел на снижение. Чистый экспорт ведет себя нестабильно: с 2005 по 2008 г. наблюдалось его увеличение; в 2009 г. – резкое падение; до 2012 г. происходил его рост; в 2013 г. – снова уменьшение; с 2014 г. – увеличение.

Отметим, что динамика этих показателей отражает общую характеристику развития экономики России в целом.

Немаловажную роль в динамике импорта и экспорта играет курс рубля по отношению его к иностранной валюте. За последние пять лет рубль претерпевал спады и подъемы. С 2005 г. по 2012 г. рубль колебался в пределах 25–35 рублей за доллар. В этот период происходило укрепление рубля. В данной ситуации прибыльно было покупать за рубежом. Именно поэтому импорт повышался. Начиная с 2005 г., он повысился на 29% по сравнению с предыдущим годом; в 2006 г. – на 40%; в 2007 г. – на 27%, а в 2008 г. всего за 9 месяцев он увеличился на 42% [1]. Однако с увеличением импорта отечественное производство теряло свою значимость. А некоторые отрасли вообще перестали функционировать. Экспорт стал менее прибыльным, поэтому экономика ориентировалась преимущественно на импорт.

Естественно, что в период ослабления курса рубля к доллару российской экономике выгоднее экспортировать, так как за доллар

дают все больше рублей. Получается, что положительные стороны роста рубля являются отрицательными сторонами в случае, когда растет доллар по отношению к рублю.

Немаловажную роль в определении приоритетов экономической (внешнеторговой) политики государства играют и цены на нефть. Мировой кризис 2008 г. вынудил Россию нарастить объемы импорта и экспорта. Это решение позволило смягчить разрушительные действия кризиса. Однако положительный эффект продолжался до тех пор, пока цены на нефть не стали резко падать. В конце 2008 г. цены достигли своей минимальной отметки за 10 лет – 39,01 доллара за баррель. В конце 2014 г. цены на нефть опять очень резко снизились. Экспорт нефти за 2014 г. сократился в общей сложности на 168,525 млн тонн. В связи с этим доход от экспорта нефти снизился на 8,6% [10]. Общий уровень ВВП в 2014 г., впрочем, как и в 2008 г., также снизился.

Государственная программа по политике импортозамещения набирает обороты. В настоящее время задачи, связанные с замещением, активно обсуждаются как на федеральном, так и на региональном уровнях. Данное действие связано с двумя обстоятельствами. Во-первых, значительно изменились условия внешнеэкономической деятельности. Это связано с введением санкций против России. Во-вторых, резкий спад курса рубля по отношению к иностранной валюте и, как следствие, увеличение рублевой стоимости импортных товаров.

Развивать импортозамещение потенциально экономике России крайне необходимо. Это обусловлено рядом факторов. Во-первых, оборонная и промышленная безопасность страны из-за преобладания импортной продукции находится под угрозой. Во-вторых, отечественная продукция, вытесняемая импортом, сокращает свои объемы вследствие неспособности к конкуренции.

Необходимость самообеспечения страны стала очевидной с начала экономической и политической изоляции страны. После установления санкций импортозамещение стало использоваться и как ответный механизм на западные санкции, и как робкая попытка выхода российской промышленности на мировой уровень.

Особенностью проведения политики импортозамещения в настоящее время является то, что она проводится в условиях чрезмерной импортной зависимости страны: доля импортных товаров по ряду отраслей на конец 2014 г. превысила 80%. Доля импорта в потреблении продукции машиностроения составляет 90%, тяжелого машиностроения – 60–80%, легкой промышленности – 70–90%, электронной промышленности – 80–90%, фармацевтической

и медицинской промышленности – 70–80%, машиностроения для пищевой промышленности – 60–80% [4]. Это свидетельствует о том, что отечественная промышленность в сегодняшнем виде не в состоянии удовлетворять внутренний спрос и в количественном, и в качественном отношении.

Однако уже наметились положительные результаты проведения программы импортозамещения. В настоящее время Россия почти полностью обеспечивает себя картофелем, зерном, мясом птицы. Так, по производству мяса птицы в 2014 году Россия вышла на 4-е место после США, Китая и Бразилии. К тому же за последнее время импорт свинины сократился примерно на четверть, а импорт подсолнечного масла – в шесть раз [6]. Из этого следует, что по данным видам продукции проблема импортозамещения стоит не так остро.

Для проведения эффективной государственной программы политики импортозамещения правительству предстоит пересмотр множества ключевых рычагов воздействия.

Традиционное импортозамещение, выражающееся в использовании мер тарифного и нетарифного регулирования является недостаточным инструментом, так как, во-первых, Россия ограничена в их применении правами ВТО; во-вторых, оно дает лишь кратковременный положительный эффект, не порождая устойчивый экономический рост. Более перспективным направлением, на наш взгляд, является интенсивное импортозамещение, основанное на инновационном акценте воздействия, который предусматривает не только улучшение качества производимой продукции, но и совершенствование технологии в самом производстве.

Именно данная направленность импортозамещения позволит повысить потребность отечественной промышленности, которая в данный момент отстает от зарубежных производителей.

Однако для развития инноваций необходимо достаточно инвестиций. Их стимулирующая роль в развитии экономики не вызывает сомнения. Приток прибавления инвестиций создает в будущем дополнительные современные экономические активы и соответствующие им рабочие места, что напрямую облегчит экономический рост.

Реализуемая политика импортозамещения возникла вследствие оттока капитала из страны. Отток финансовых средств наблюдается в России уже более 20 лет. Так, например, в 2012 году чистый отток капитала составил \$54,6 млрд, а в 2013 году увеличился до \$62,7 млрд, а в 2014 году чистый отток капитала дошел до рекордных за последнее время \$150 млрд.

Прямые инвестиции из России за рубеж год от года увеличивались: в 2013 году они

достигли своего максимума и с 2014 года идут на снижение. Прямые инвестиции из-за рубежа, в свою очередь, ведут себя нестабильно. В 2007 году наблюдалось их максимальное значение [7].

Таким образом, мы считаем, что в производстве прямые инвестиции из России необходимо уменьшить, а прямые из-за рубежа – увеличивать.

Кроме этого, следует учитывать, что политика импортозамещения проводится в условиях существенного экономического спада в стране, поэтому одним из важных инструментов реализации данной политики должно стать субсидирование производства внутри страны.

Для осуществления разумной политики импортозамещения необходимо установить приемлемую процентную ставку, по которой банки смогут выдавать кредиты. Анализируя экономическую ситуацию, заметим, что в конце декабря 2014 года, в тот момент, когда цены на нефть упали и доллар значительно возрос по отношению к рублю, процентная ставка ЦБ составила 17%. Данная политика ЦБ, проводимая в ноябре – декабре 2014 г., была направлена на повышение процентов по кредиту и, как следствие, ограничение деловой активности населения.

Как показало время, высокая учетная ставка не снижает темпы инфляции и не действует на падение рубля. В данном случае необходимо сделать кредит более доступным, чем собственно сейчас и занимается ЦБ, снижая ставку рефинансирования.

Известно, что Россия сидит на «нефтяной игле». Поскольку на мировых рынках продукты переработки имеют более высокую цену за счет добавленной стоимости, поэтому необходимо осуществлять поставки уже переработанной продукции. Для этого требуется модернизация и увеличение мощностей, а также повсеместное внедрение определенной системы качества.

Важно также, чтобы средства, поступающие от экспортной продукции оставались в стране и рационально инвестировались в развитие производства и общества, а не осели в иностранных банках, способствуя тем самым развитию иностранной, а не отечественной экономики. Следовательно, для возвращения в Россию полученных от экспорта средств необходимы благоприятный инвестиционный климат внутри страны, развитая финансовая инфраструктура и применение мер, ограничивающих бегство капитала. Поэтому к перспективной стратегии развития импортозамещения можно отнести умеренный экспорт отечественной продукции.

Поскольку курс национальной валюты играет немаловажную роль в определении приоритетной внешнеэкономической поли-



тики государства, необходимо поддерживать наиболее стабильные темпы изменения национальной валюты по отношению к иностранной. Данное мероприятие, на наш взгляд, позволит минимизировать затраты, связанные с неустойчивостью курса рубля.

Следует учитывать, что полноценные расчеты оценок риска импортозамещения, прежде всего на макроэкономическом уровне, сегодня не проводятся в России в силу ряда причин, особенно коммерческой тайны хозяйственных субъектов, управляющих и координирующих органов на федеральном и региональном уровнях. В настоящее время нужны методические рекомендации, адекватно отражающие современные экономические условия в стране и на мировом рынке. Они должны опираться на информацию об издержках производства и коммерческих расходов на импортируемые изделия валютной выручки, доходах, налогах, таможенных платежах, льготах предприятий и т.д., на фактические их величины, отражаемые в бухгалтерском учете российских предприятий в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов федеральных органов исполнительной власти. Подобные расчеты помогут уменьшить риск при выходе страны на мировой уровень, рационализировать импорт, провести структурную перестройку производства РФ [3].

Намеченные меры в перспективе смогут принести, на наш взгляд, эффективные результаты и, как следствие, повлиять на инновационное развитие отечественной экономики.

### Выводы

В заключение хочется отметить, что российской экономике понадобится достаточное количество времени, чтобы заменить импортные товары отечественными. Для успешного проведения политики импортозамещения необходимо принять следующие меры: наметить приоритетные отрасли экономики, импортозамещение в которых даст наилучший результат; указать временные рамки для каждого установленного планом действия, следить за четким их исполнением; поощрять со стороны государства развитие отечественного бизнеса; всячески привлекать инвестиции во внутренний рынок; не обременять излишними налогами малый и средний бизнес; на законодательной основе закрепить преимущественные положения отечественных товаров и услуг; снизить долю экспорта путем пересмотра соглашений со сторонами партнерами, для достижения максимально выгодных условий; минимизировать импорт, снизить долю зависимости от курса иностранной валюты; взять курс на создание конкурентоспособной продукции на мировом рынке.

### Список литературы

1. Глазунов С.Н. Курс рубля и экономика России // Экономическое возрождение России. – 2014. – № 1. – С. 31–36.
2. Министерство финансов РФ: официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.minfin.ru> (дата обращения 29.09.2015).
3. Мышкина Н.П. Внешнеэкономические связи Республики Мордовия и перспективы их развития // Вестник НИИ гуманитарных наук при правительстве Республики Мордовия. – 2015. – № 2 (34). – С. 139–146.
4. Оболенский В.Н. Возможности и ограничения политики импортозамещения промышленности // Российский внешнеэкономический вестник. – 2015. – № 2. – С. 73–78.
5. Райзберг Б.А. Государственное управление экономическими и социальными процессами: учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М., 2013. – С. 384.
6. Суханова И.Ф. Импортозамещение как фактор роста региональной экономики // Вестник Волгоградского государственного университета. – 2014. – № 5. – С. 26–36.
7. Тимина К.С. Проблема оттока капитала из России // Экономика и современный менеджмент: теория и практика. – 2014. – № 2. – С. 96–101.
8. Федеральная служба государственной статистики: Официальный сайт [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru> (дата обращения 29.09.2015).
9. Федонина, О.В. Проблемы конкурентоспособности России на современном этапе развития / Федонина, О.В., Колосков Д.А. // Контентус. – 2013. – № 5 (10). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kontentus.ru/wp-content/uploads/2013/06/Федонина-Колосков.pdf> (дата обращения 10.04.2015).
10. Эдер Л.В. Добыча, переработка и экспорт нефтепродуктов в России // Вестник Тюменского государственного университета. – 2014. – № 4. – С. 83–97.

### References

1. Glazunov S.N. Kurs rublja i jekonomika Rossii // Jekonomicheskoe vozrozhdenie Rossii. 2014. no. 1. pp. 31–36.
2. Ministerstvo finansov RF: oficialnyj sajt [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.minfin.ru> (data obrashhenija 29.09.2015).
3. Myshkina N.P. Vneshnejekonomicheskie svjazi Respubliki Mordovija i perspektivy ih razvitija // Vestnik NII gumanitarnyh nauk pri pravitelstve Respubliki Mordovija. 2015. no. 2 (34). pp. 139–146.
4. Obolenskij V.N. Vozmozhnosti i ogranichenija politiki importozameshhenija promyshlennosti // Rossijskij vneshnejekonomicheskij vestnik. 2015. no. 2. pp. 73–78.
5. Rajzberg B.A. Gosudarstvennoe upravlenie jekonomicheskimi i socialnymi processami: ucheb. posobie. M.: INFRA-M., 2013. pp. 384.
6. Suhanova I.F. Importozameshhenie kak faktor rosta regionalnoj jekonomiki // Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. 2014. no. 5. pp. 26–36.
7. Timina K.S. Problema ottoka kapitala iz Rossii // Jekonomika i sovremennij menedzhment: teorija i praktika. 2014. no. 2. pp. 96–101.
8. Federalnaja sluzhba gosudarstvennoj statistiki: Oficialnyj sajt [jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.gks.ru> (data obrashhenija 29.09.2015).
9. Fedonina, O.V. Problemy konkurentosposobnosti Rossii na sovremennom jetape razvitija / Fedonina, O.V., Koloskov D.A. // Kontentus. 2013. no. 5 (10). [Jelektronnyj resurs.] Rezhim dostupa: <http://kontentus.ru/wp-content/uploads/2013/06/Федонина-Колосков.pdf> (data obrashhenija 10.04.2015).
10. Jeder L.V. Dobycha, pererabotka i jeksport nefteproduktov v Rossii // Vestnik Tjumenskogo gosudarstvennogo universiteta. 2014. no. 4. pp. 83–97.



УДК 336.02

**ЭКОНОМИКО-СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ  
БЮДЖЕТНО-НАЛОГОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНОВ****Никулина Е.В., Чистникова И.В., Орлова А.В.***ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,  
Белгород, e-mail: nikulina@bsu.edu.ru*

Настоящая статья посвящена методическим аспектам проведения экономико-статистического исследования бюджетно-налоговой безопасности региона, в ней решается фундаментальная научная проблема – формирование экономико-статистических условий для развития теоретических и прикладных положений статистической оценки уровня бюджетно-налоговой безопасности регионов России. Основной задачей научной статьи является развитие положений экономико-статистического исследования бюджетно-налоговой безопасности, разработка статистической оценки величины бюджетно-налоговой безопасности регионов России. В статье в обобщенном виде представлена система показателей исследования бюджетно-налоговой безопасности регионов, отражающая взаимосвязь и взаимообусловленность количественных, качественных и факторных показателей оценки бюджетно-налоговой безопасности регионов. Определены принципиально новые этапы экономико-статистического исследования бюджетно-налоговой безопасности регионов, представленные в виде последовательности применения многомерных статистических методов, посредством моделирования причинно-следственных связей, используемых в сфере исследования социально-экономического состояния регионов, дана их характеристика. Предложен алгоритм проведения экономического исследования бюджетно-налоговой безопасности региона, основанный на комплексном анализе бюджетно-налогового потенциала региона, состоящий из последовательности этапов аналитической работы. Рассмотрены направления оценки безопасности региона и критерии типологии регионов по уровню бюджетно-налоговой безопасности. По предложенным направлениям и критериям возможно проведение анализа влияния изменения факторных признаков на вариацию результативных показателей бюджетно-налоговой безопасности с учетом пространственной неоднородности регионов. Исследования, проведенные в статье, направлены на проведение статистической оценки уровня бюджетно-налоговой безопасности региона с целью улучшения качества принятия решений в части эффективного управления региональными финансами и соответственно повысить уровень бюджетно-налоговой безопасности регионов России.

**Ключевые слова:** бюджетно-налоговая безопасность, показатели бюджетно-налоговой безопасности, методы оценки бюджетно-налоговой безопасности

**ECONOMIC AND STATISTICAL RESEARCH BUDGET  
AND TAX SECURITY OF REGIONS****Nikulina E.V., Chistnikova I.V., Orlova A.V.***Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education  
«Belgorod Research University», Belgorod, e-mail: nikulina@bsu.edu.ru*

The present article is devoted to the methodological aspects of conducting economic and statistical research budget and tax security of the region, it solves a fundamental scientific problem – the formation of economic and statistical environment for the development of theoretical and applied provisions of the statistical evaluation of the level of fiscal security of regions of Russia. The main task of the scientific article is the development of the provisions of economic and statistical research budget and tax security, develop statistical estimates of the magnitude of the budget and tax security of regions of Russia. The article summarizes the system performance study fiscal security of the region, reflecting the relationship and interdependence of quantitative and qualitative factor evaluation indicators of fiscal security of the region. Defined a fundamentally new stages of economic and statistical research budget and tax security of regions represented as a sequence of applications of multivariate statistical methods, by means of modeling causal relationships used in the field of research of socio-economic status of regions, their characteristic is given. The algorithm of carrying out economic studies budget and tax security of the region, based on a comprehensive analysis of the fiscal capacity of the region consisting of a sequence of analytical steps. Directions of estimation of security of the region and criteria of typology of regions in terms of fiscal security. In the proposed areas and criteria, it is possible to conduct analysis of the impact of changes in factor signs on the variation of the effective indicators of fiscal security considering spatial heterogeneity of regions. Research conducted in the article, aimed at carrying out a statistical assessment of the level of fiscal security of the region in order to improve the quality of decision making in terms of effective management of regional finances and thus improve the level of fiscal security of regions of Russia.

**Keywords:** fiscal security, indicators of fiscal security, methods of assessing fiscal security

В сложившихся обстоятельствах существования внешних и внутренних угроз экономической безопасности представляется необходимой оценка финансового состояния регионов России с целью обеспечения и совершенствования механизмов бюджетно-налоговой безопасности.

Исследования отечественных экономистов в сфере бюджетно-налоговой безопасности региона носят эпизодический характер, не сформирован комплекс показателей бюджетно-налоговой безопасности, не разработан алгоритм оценки бюджетно-налоговой безопасности.

При этом повышение эффективности бюджетно-налоговой политики, как с точки зрения пополнения доходов, так и в области осуществления расходов требует особого внимания. Особую важность приобретает исследование рисков и изменений состояния защищенности общества в бюджетно-налоговой среде, которые характеризуются уровнем бюджетно-налоговой безопасности.

Бюджетно-налоговая безопасность представляет собой поддержание устойчивого состояния бюджетно-налоговой сферы, при котором обеспечивается платежеспособность государства при оптимальной налоговой нагрузке.

Бюджетно-налоговая безопасность подразумевает осуществление бюджетной политики, ориентированной, прежде всего, на реализацию национальных экономических интересов и экономического роста страны [1].

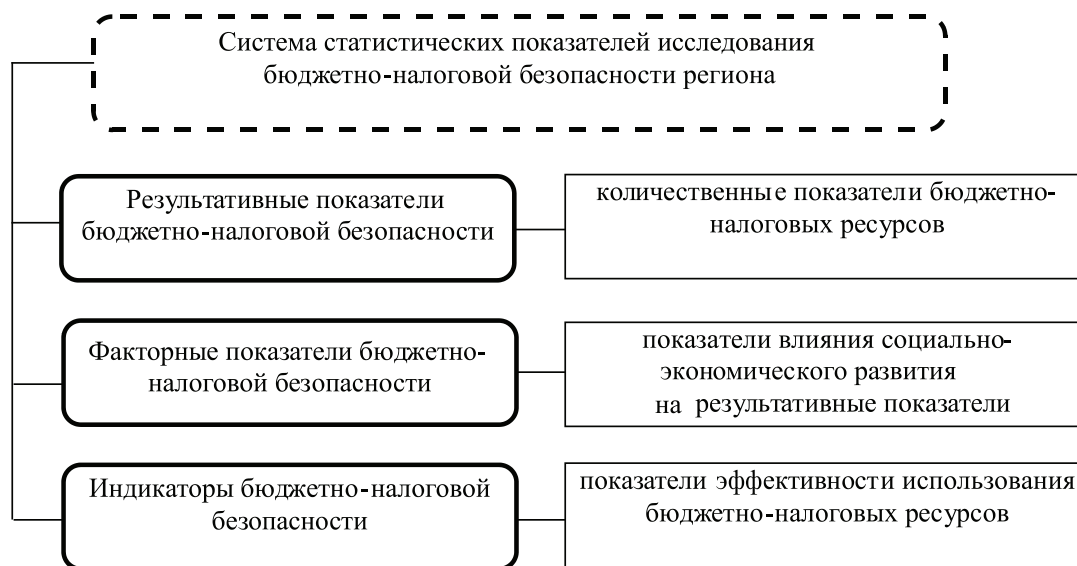
Главная цель обеспечения бюджетно-налоговой безопасности региона – обеспечение защиты социально-экономических интересов граждан. Решение задач социального характера на региональном уровне имеет первостепенное значение, так как они непосредственно направлены на обеспечение жизнедеятельности населения в регионах [2].

Экономико-статистическое исследование бюджетно-налоговой безопасности регионов подразумевает расчет и анализ показателей (рисунок).

логовых ресурсов. В связи с этим к результативным показателям бюджетно-налоговой безопасности регионов относятся показатели бюджетно-налоговых ресурсов (величина совокупных доходов бюджетов регионов, в том числе налоговых и неналоговых доходов). То есть на основе оценки результативных показателей бюджетно-налоговая безопасность региона предопределяется размером бюджета, его дефицита, масштабами бюджетного финансирования, объемом регионального долга и расходов на его обслуживание, объемом дотаций на выравнивание бюджетной обеспеченности субъектов.

Количественно финансовая устойчивость субъекта федерации определяется на основе сравнения фактического уровня результатов их деятельности с максимально возможным значением. Чем больше эта разница, тем сильнее ограничены возможности саморазвития территории и тем ниже уровень ее бюджетно-налоговой безопасности.

В систему факторных показателей входят показатели социально-экономического развития регионов, характеризующие условия генерирования бюджетно-налоговых ресурсов. Здесь целесообразно использование факторных моделей зависимости результативных показателей бюджетно-налоговой безопасности региона от величины показателей социально-экономического развития территории.



*Показатели исследования бюджетно-налоговой безопасности регионов*

Система бюджетно-налоговой безопасности регионов имеет двойственный характер и характеризует, с одной стороны, степень защищенности от внутренних и внешних угроз за счет достаточной величины бюджетно-на-

С другой стороны, угрозы бюджетно-налоговой безопасности регионов возникают при неэффективном внутреннем управленческом воздействии, которое оценивается на основе исследования качественных

характеристик использования бюджетно-налоговых ресурсов – индикаторов бюджетно-налоговой безопасности.

Основными индикаторами бюджетно-налоговой безопасности являются:

– коэффициент бюджетной обеспеченности населения, он определяется соотношением между бюджетными расходами и численностью населения региона. Чем выше этот показатель, тем больше сумма расходов, приходящаяся на одного человека в регионе;

– коэффициент автономии показывает долю собственных доходов в общих доходах региона;

– коэффициент дотационности показывает долю безвозмездных перечислений из бюджетов других уровней в общих доходах бюджета региона. Чем ниже этот коэффициент, тем больше степень устойчивости бюджетно-налогового потенциала и выше самостоятельность региона;

– коэффициент бюджетной результативности определяется соотношением доходов бюджета и численностью региона. Чем выше значение этого показателя, тем больше доходов приходится на одного человека в регионе;

– коэффициент покрытия расходов рассчитывается как отношение собственных бюджетных доходов региона к его общим расходам;

– коэффициент обеспечения расходов по социальным статьям собственными доходами рассчитывается как отношение собственных бюджетных доходов региона к расходам бюджета по социальным статьям;

– коэффициент качества финансовой помощи рассчитывается как отношение субвенций регионального бюджета к общей сумме субвенций и дотаций бюджета.

Кроме того, при исследовании уровня бюджетно-налоговой безопасности региона целесообразно рассмотреть индикаторы формирования бюджетно-налогового потенциала, такие как модели формирования налогового потенциала на основе расчета индекса налогового потенциала региона, на основе эффективной ставки налогообложения, на основе регрессионного анализа и на основе репрезентативной налоговой системы.

Для оценки воздействия налогов на бюджетно-налоговую безопасность региона, экономику в целом и на обособленные экономические субъекты используется показатель налоговой нагрузки. Известно, что увеличение уровня налоговой нагрузки на налогоплательщиков сначала положительно влияет на повышение эффективности налоговой системы, а после достижения максимума она начинает резко снижаться. Такая

же динамика наблюдается по уровню бюджетно-налоговой безопасности. Следовательно, уровень налоговой нагрузки нужно рассматривать как индикатор бюджетно-налоговой безопасности и качества налоговой системы, позволяющий обеспечить оптимальное ее построение, что, в свою очередь, характеризует степень обеспеченности бюджетно-налоговыми ресурсами потребностей территории при сохранении стимулов налогоплательщиков к предпринимательской деятельности и постоянном увеличении возможностей эффективности экономической деятельности.

Также в процессе экономико-статистического исследования бюджетно-налоговой безопасности региона необходимо изучить: характер дефицита бюджета, методы его финансирования, особенности процесса формирования бюджета, своевременность принятия и характер кассового выполнения бюджета, уровень бюджетной дисциплины в регионе.

Для проведения комплексного экономико-статистического исследования бюджетно-налоговой безопасности регионов необходимо использовать весь спектр представленных выше показателей. Именно применение целой системы показателей позволит учесть весь комплекс характерных особенностей бюджетно-налоговой безопасности регионов, процесс ее дифференциации, особенности факторных связей.

Оценку бюджетно-налоговой безопасности регионов России целесообразно проводить статическими методами исследования, такими как многомерные методы статистического анализа; сбор, сводка и анализ социально-экономических показателей [3].

Статистическое исследование бюджетно-налоговой безопасности региона осуществляется в следующей последовательности:

– формирование первичной статистической информационной базы по комплексу показателей. Для этого необходимо проведение статистических наблюдений, могут быть использованы официальные государственные и корпоративные (фирменные) источники, научные статистические исследования;

– первичное обобщение и группировка статистических данных, при этом могут быть сформированы сводки, группировки, гистограммы, графики распределения частот, ряды динамики, рассчитаны статистические и индексные показатели;

– экономическая интерпретация первичного обобщения. При этом осуществляется экономическая оценка безопасности,

формируются тревоги (удовлетворения) экономической ситуации;

- компьютерный анализ первичных и обобщенных расширенных экономико-статистических данных;

- компьютерное прогнозирование по выбранным наиболее важным направлениям, например по методу наименьших квадратов, скользящим средним, техническому анализу;

- обобщенный анализ результатов исследования бюджетно-налоговой безопасности регионов и проверка их достоверности по статистическим критериям;

- выбор управленческих решений в сфере бюджетно-налоговой безопасности.

Проведение экономического исследования бюджетно-налоговой безопасности должно базироваться на комплексном анализе бюджетно-налогового потенциала, который целесообразно производить в следующей последовательности:

- определением уровня бюджетно-налоговой безопасности является ретроспективная и перспективная оценка источников бюджетно-налогового потенциала региона, при этом формируются рекомендуемые значения индикаторов, характеризующих региональное финансовое развитие;

- оценка элементов бюджетно-налогового потенциала и выявление их взаимного влияния;

- проведение комплексного расчета бюджетно-налогового потенциала региона, конкретизирование пороговых значений его индикаторов;

- типология регионов в соответствии с уровнем их бюджетно-налогового потенциала, а также выявление проблемных зон, связанных с бюджетно-налоговой безопасностью региона;

- внесение корректировок в направления бюджетно-налоговой политики региона и разработка мероприятий по устранению проблем в бюджетно-налоговой безопасности региона;

- прогнозирование величин показателей бюджетно-налогового потенциала региона с учетом установленных особенностей и проведенными корректировками региональной финансовой политики.

В экономико-статистическом исследовании бюджетно-налоговой безопасности можно выделить основные направления, по которым предлагается оценивать безопасность региона:

- устойчивость и сбалансированность бюджета региона;

- самостоятельность региона в финансовой сфере;

- обеспеченность региона бюджетно-налоговыми ресурсами;

- динамика экономического роста в регионе;

- качество финансового менеджмента в регионе;

- характер, объем социально-экономических нужд региона [1, 5].

На основе исследования показателей бюджетно-налоговой безопасности регионы по степени безопасности рекомендуется классифицировать на пять групп:

- абсолютно безопасное состояние бюджетно-налоговой сферы региона, когда регион обладает высоким уровнем устойчивости и самостоятельности бюджета, имеет стабильные темпы развития, высокий уровень качества регионального управления;

- стабильно устойчивое (безопасное) состояние бюджетно-налоговой сферы региона, оно характерно для регионов, уровень устойчивости и самостоятельности регионального бюджета которых является достаточным, темпы социально-экономического развития стабильные;

- нестабильное (небезопасное) состояние бюджетно-налоговой сферы региона, когда наблюдается относительная устойчивость и сбалансированность регионального бюджета, низкий уровень самостоятельности регионального бюджета, замедленные темпы социально-экономического развития, недостаточный уровень качества финансового менеджмента;

- депрессивное состояние региона, для него характерны: невысокая устойчивость и сбалансированность регионального бюджета, предельно низкий уровень самостоятельности регионального бюджета, низкие темпы социально-экономического развития, низкий уровень удовлетворения социально-экономических потребностей и качества менеджмента в регионе;

- критическое (опасное) состояние бюджетно-налоговой сферы региона, для него характерны: низкая устойчивость и сбалансированность регионального бюджета, критическая недостаточность собственных доходов и высокая зависимость от финансовой помощи, низкие темпы социально-экономического развития, низкий уровень качества финансового менеджмента, недостаточный уровень удовлетворения социально-экономических потребностей на территории региона.

Результаты экономико-статистического исследования бюджетно-налоговой безопасности региона необходимы как основа для разработки и принятия решений, направленных на повышение уровня бюджетно-налоговой безопасности территории и долгосрочного планирования ее обеспечения.



Таким образом, функционирование региональных бюджетно-налоговых систем требует всестороннего изучения. Экономико-статистическое исследование бюджетно-налоговой безопасности региона, проведенное на основе анализа и обобщения статических данных по нескольким направлениям, позволит регионам проводить политику улучшения ситуации в сфере бюджетно-налоговой безопасности и противостояния экономическим угрозам.

*Статья подготовлена при финансовой поддержке гранта РФФИ 14-06-00313.*

#### Список литературы

1. Власенко Е.О. Оценка финансово-бюджетной безопасности региона // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2012. – № 3 (149). – С. 155–158.
2. Минаков А.В. Системные проблемы управления бюджетно-налоговой системой при обеспечении экономической безопасности страны // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2011. – № 12. – С. 61–65.
3. Никулина Е.В. Использование методов экономического моделирования и экстраполяции для исследования бюджетно-налоговой безопасности региона // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: История. Политология. Экономика. Информатика. – 2014. – Т. 29. – № 1–1 (172). – С. 12–15.
4. Никулина Е.В., Чистникова И.В., Журавлева Т.А., Романенко Е.В., Лисицкая Т.С. Экономика региона: проблемы, стратегия, мониторинг. – М.: АНО Изд. Дом «Науч. обозрение», 2014. – 143 с.
5. Орлова А.В. Подходы к оценке бюджетно-налоговой безопасности региона // Актуальные проблемы экономики в условиях реформирования современного общества: мате-

риалы III международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 160–162.

#### References

1. Vlasenko E.O. Otsenka finansovo-byudzhnetnoi bezopasnosti regiona [Evaluation of fiscal security of the region]. Nauchno-tehnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskije nauki. = Scientific and technical Bulletin of St. Petersburg state Polytechnic University. The economic science, 2012, no. 3 (149), pp. 155–158.
2. Minakov A.V. Sistemnye problemy upravleniya byudzhnetno-nalogovoi sistemoi pri obespechenii ekonomicheskoi bezopasnosti strany [Systemic problems in the management of the budget and tax system, while ensuring the economic security of Russia]. Natsionalnye interesy: priority i bezopasnost = National interests: priorities and safety, 2011, no. 12, pp. 61–65.
3. Nikulina E. V. Ispolzovanie metodov ekonomicheskogo modelirovaniya i ekstrapolyatsii dlya issledovaniya byudzhnetnalogovoi bezopasnosti regiona [The use of economic modelling techniques and extrapolation to study the fiscal security of the region]. Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Istoriya. Politologiya. Ekonomika. Informatika = Scientific Bulletin of the Belgorod state University. Series: History. Political science. Economy. Informatics, 2014, t. 29, no. 1–1 (172), pp. 12–15.
4. Nikulina E.V., Chistnikova I.V., Zhuravleva T.A., Romanenko E.V., Lisickaja T.S. Jekonomika regiona: problemy, strategija, monitoring [The regions economy: problems, strategy, monitoring] Moscow, ANO Izd. Dom «Nauch. obozrenie». 2014. 143 p.
5. Orlova A.V. Podkhody k otsenke byudzhnetno-nalogovoi bezopasnosti regiona [Approaches to assessing fiscal security of the region]. Aktualnye problemy ekonomiki v usloviyakh reformirovaniya sovremennogo obshchestva: materialy III mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii = Actual problems of economy in the conditions of reforming modern society: materials of III international scientific-practical conference, 2015, pp. 160–162.

УДК 338.24

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ СТРУКТУР

**Павлова Е.А., Ржаных О.Е.**

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», Санкт-Петербург, e-mail: ea\_pavlova@mail.ru*

В условиях конкурентной борьбы эффективная деятельность предприятия во многом зависит от навыков внедрения инноваций. В статье обобщены результаты исследования авторов в области оценки инновационной деятельности предпринимательских структур, рассматриваются методологические подходы и основные критерии оценки инновационной деятельности предприятий. Точность в оценке инновационной деятельности достигается при многокритериальной оценке эффективности, отражающей разницу целей функционирования предпринимательских структур. Рассматриваемые методологии сравниваются по возможности применения для оценки ситуации будущего развития, многокритериальности факторов оценки, простоте применения методологии, возможности наблюдений за изменениями процесса. Авторы выделяют метод имитационного моделирования как наиболее эффективный в использовании, который позволит проводить оценку рисков инновационной деятельности, учитывать различные критерии оценки, прогнозировать деятельность организации при влиянии различных факторов, корректировать и проверять будущую модель деятельности до момента ее реализации.

**Ключевые слова:** инновации, методы оценки инновационной деятельности, инновационный потенциал, имитационное моделирование

## METHODOLOGICAL APPROACHES TO ASSESSMENT OF INNOVATIVE ACTIVITY OF ENTERPRISE STRUCTURES

**Pavlova E.A., Rzhanykh O.E.**

*St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, St. Petersburg, e-mail: ea\_pavlova@mail.ru*

The competitive effectiveness of the enterprise depends largely on the skills of implementing innovations. This article summarizes the results of the study authors in the field of assessment of innovation activity of business structures, considers the methodological approaches and main criteria of assessment of innovation activity of enterprises. The accuracy in the estimation of innovative activity is achieved with multi-criteria effectiveness evaluation that reflects the goals of the functioning of business organizations. The methodologies are compared for the possibilities of the application to assess the situation of future development, multicriteria evaluation factors, the ease of application of the methodology, the possibility of observing changes in the process. The authors substantiate a method of simulation modeling as the most effective in use, which will allow to assess the risks of innovation, taking into account different evaluation criteria, to predict the activities of the organization under the influence of various factors, adjust and validate the future business model prior to its implementation.

**Keywords:** innovations, evaluation methods, innovative activity, innovative potential, simulation

В современном экономическом мире в условиях обостряющейся конкуренции эффективная деятельность предпринимательских структур в основном зависит от реакции на изменения внешней среды, навыков внедрения инноваций, формирования стратегических решений развития.

Эффективное использование инноваций повышает уровень конкурентоспособности предприятия. Проблемы оценки инновационной деятельности в своих работах затрагивают С.Ю. Глазьев, С.Д. Ильенкова, Д.В. Котов, А.И. Пригожин, Э.А. Уткин, П. Друкер, Р.А. Фархутдинов, В. Миллер, Ю.В. Бабанова, В.П. Горшенин, В.Н. Гонин, А.Н. Кашурников.

В настоящее время в науке уделяется существенное внимание разработке оптимального подхода к оценке инновационной деятельности предприятия. Проблемой яв-

ляется многокритериальность оценки эффективности, сложность методологий оценки, разная инновационная направленность, риски инновационной деятельности.

Проблема необходимости проводить многокритериальную оценку эффективности возникает в связи с различием целей предприятия, использующего инновации, например:

- снижение себестоимости продукции;
- увеличение производственных темпов;
- экологичность использования внедренной технологии производства;
- увеличение объемов производства;
- повышение качества продукции или услуг;
- повышение безопасности условий труда персонала;
- сокращение численности персонала.

Исходя из этого, рассмотренные далее методологии включают систему комплексной

оценки эффективности инновационной деятельности предпринимательских структур.

Методологические подходы комплексной оценки инновационной деятельности

В.Н. Гонин, А.Н. Кашурников [3] выделяют экономические, научно-технические, социальные, экологические показатели эффективности реализации инновационной деятельности.

Предлагаемая методология подразумевает следующую последовательность действий.

1. Выделение группы показателей, которые направлены на исследование составляющих инновационной деятельности.

2. Рассмотрение группы предприятий заинтересованных сторон, расчет среднего значения для всех показателей в группе.

3. Расчет относительных показателей.

4. Определение максимального эффекта, который может быть достигнут.

5. Расчет коэффициента значимости.

Согласно данному подходу показатели оценки инновационной деятельности предприятия определяют по совокупности интегральных показателей.

Ю.В. Бабанова, В.П. Горшенин в своей работе [2] предлагают использовать метод тестирования функционального поведения объекта – «черный ящик».

Авторы выделяют три ключевых направления оценки. «Вход», который отражает восприимчивость предприятия к инновации, то есть характеризует потенциальную возможность предприятия находить, осваивать и использовать знания, технологии, методы, продукты, услуги, ресурсы, ранее им не используемые. В качестве «выхода» рассматриваются инновации в форме новых продуктов, услуг, знаний, то есть коммерциализированные нововведения. Как отдельное направление выделяется «механизм преобразования «входа» в «выход»», т.е. сам инновационный процесс, осуществляющий преобразование уникального научного знания в нововведение, т.е. инновацию, через последовательную цепь действий и событий. При этом инновационному процессу присущи такие свойства, как высокий уровень рисков, неопределенности. Последовательность, направление, скорость и цель инновационного процесса находятся в зависимости от внешней среды

Для оценки уровня инновационной деятельности авторы используют векторный анализ. Для формирования общей модели оценки инновационной деятельности принимают совокупность факторов, относящихся к отдельному направлению деятельности, за определенный показатель. Сила проявления фактора оценивается экспертным методом. Достоинство данного мето-

дологического подхода заключается в том, что он позволяет не только оценить уровень инновационной деятельности предприятия, но и смоделировать ситуацию его будущего развития.

В работе О.П. Мыльцевой [4] предложены следующие показатели эффективности оценки инновационной деятельности: прирост нематериальных активов, чистой прибыли, выручки от продаж, количества клиентов, рентабельность инноваций, отношение выручки от внедрения инноваций к общему объему прибыли, количество инновационных продуктов, количество инновационных идей, доля реализованных инновационных идей, время, прошедшее с момента выработки новой идеи до начала ее осуществления, доля клиентов, считающих предприятие инновационным.

Для оценки деятельности предприятия предлагается руководствоваться динамикой этих показателей.

В работе А.Н. Алексеева [1] инновационный уровень предприятия характеризуется долей выполнения и внедрения собственных научно-исследовательских разработок в производство. Для оценки инновационной деятельности им предложены два показателя.

1. Для обоснования и оценки собственного научного уровня инновационной деятельности используют коэффициент, отражающий долю внедрения собственных разработок в общем количестве выполненных собственных разработок.

2. Для оценки инновационной активности предприятия используют показатель удельного соотношения собственных разработок в общем числе внедренных разработок.

Данные методы оценки эффективности инновационной деятельности основываются на соизмерении затрат и конечных результатов при всесторонней оценке инновационной деятельности предприятия.

Следует отметить, что применение вышеописанных методик, с одной стороны, требует весьма дорогостоящих экспертных процедур, а с другой стороны, не дает возможности убедиться в адекватности полученных результатов и математически оценить их достоверность.

Метод имитационного моделирования для оценки инновационной деятельности

В современных условиях динамика и сложность окружающей среды предприятия существенно возрастают, что вызывает необходимость кроме традиционных методов экспертной оценки использовать методы имитационного моделирования. На наш взгляд, метод имитационного моделирования является оптимальным для проведения оценки инновационной деятельности.

Имитационное моделирование применяется для исследования и проектирования таких сложных систем и процессов, как предприятия. Модель представляется в виде алгоритма. Элементами алгоритма выступают показатели, характеризующие деятельность предприятия, которые подвергаются изменению с введением инновации. К ним относятся финансовые, человеческие, временные, территориальные, логистические ресурсы.

В ходе имитационного эксперимента компьютер вычисляет характеристики свойств, проявляемых системой. Для оценки инновационной деятельности необходимо выполнить следующую последовательность действий.

1. Построить имитационную модель предпринимательской структуры, участвующей в инновационной деятельности.

2. Ввести необходимые характеристики, адекватно отражающие бизнес-процессы хозяйственной деятельности и факторы окружающей среды.

3. Провести процесс имитационного моделирования всей предпринимательской структуры.

4. Осуществить процесс имитационного моделирования отдельных подразделений/направлений деятельности, показывающих неудовлетворительные результаты.

Данные, полученные в ходе процесса моделирования, могут быть преобразованы от модели «AS-IS» в модель «TO-BE». Преобразованная имитационная модель, может являться основой для изменения структуры инновационной деятельности предприятия.

Преимуществами данного подхода являются:

1. Возможность оценки рисков инновационной деятельности.

2. Многокритериальность факторов оценки.

3. Возможность прогнозировать деятельность организации при влиянии множества различных факторов.

4. Возможность скорректировать и проверить будущую модель деятельности до момента реализации.

5. Простота и наглядность результатов.

Сравнение методологических подходов оценки инновационной деятельности

В таблице представлены результаты проведенного авторами сравнения рассмотренных методологических подходов по основным критериям: многокритериальность факторов оценки, возможность применения для оценки ситуации будущего развития, простота применения методологии, возможность наблюдений за изменениями процесса.

Три из рассматриваемых подходов позволяют учитывать все необходимые факторы для оценки инновационной деятельности, что позволяет применять их на любом предприятии. Для оценки будущего развития предприятия подходит метод «черного ящика» и имитационного моделирования. Метод оценки совокупных затрат и оценки затрат и конечных результатов не дают возможности наблюдений за изменениями процесса, и, соответственно, не учитывают промежуточных результатов деятельности предприятия.

Сравнение методологических подходов оценки инновационной деятельности предприятия

Методологический подход / Авторы	Многокритериальность факторов оценки	Возможность применения для оценки ситуации будущего развития	Простота применения методологии	Возможность наблюдений за изменениями процесса
Оценка по совокупности интегральных показателей / В.Н. Гонин, А.Н. Кашурников	Да	Нет	Нет	Нет
Механизм «черного ящика» / Ю.В. Бабанова, В.П. Горшенин	Да	Да	Нет	Да
Оценка по динамике выделяемых показателей / О.П. Мыльцева	Нет	Нет	Да	Да
Оценка затрат и конечных результатов / А.Н. Алексеев	Нет	Нет	Да	Нет
Метод имитационного моделирования	Да	Да	Да	Да



Наиболее полную оценку инновационной деятельности позволяет сделать метод имитационного моделирования, который является относительно простым для пользователей, но требует построения новой модели для каждого изучаемого предприятия.

### Заключение

Инновационная деятельность предприятий имеет различные цели, средства реализации, исходя из этого невозможно описать оптимальную методологию оценки инновационной деятельности предприятия, стоит определять исходя из существующих критериев.

Использование метода имитационного моделирования позволит провести оценку рисков инновационной деятельности, учитывать различные критерии оценки, прогнозировать деятельность организации при влиянии различных факторов, скорректировать и проверить будущую модель деятельности до момента реализации.

Оценку инновационной деятельности необходимо проводить как по отдельным критериям для выявления слабых сторон с целью корректировки стратегии организации, так и комплексно.

### Список литературы

1. Алексеев А.Н. Инновационная деятельность предприятий промышленности: методология оценки и государственного регулирования // Транспортное дело в России. – 2013. – № 6. – С. 159–161.

2. Бабанова Ю.В., Горшенин В.П. Метод оценки инновационной деятельности организации // Вестник Южно-Уральского государственного университета. – 2012. – № 22. – С. 42–45.

3. Гонин В.Н., Кашурников А.Н. Моделирование процесса принятия оптимальных решений оценки эффективности инновационной деятельности предприятий электроэнергетики региона // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4.

4. Мыльцева О.П. Оценка эффективности инноваций на предприятии // Российское предпринимательство. – 2008. – № 10. – С. 86–91.

5. Смирнова Л.А., Павлова Е.А. Оценка конкурентных преимуществ предприятия на основе анализа его инновационного потенциала [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/121-17988> (дата обращения: 20.03.2015).

6. Фатхутдинов Р.А. Инновационный менеджмент: учебник для вузов. – 6-е изд. – СПб.: Питер, 2008. – 448 с.

### References

1. Alekseev A.N., Transportnoe delo Rossii, 2013, no. 6–2, pp. 159–161.

2. Babanova Yu.V., Gorshenin V.P., Vestnik Yuzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta, 2012, no. 22, pp. 42–45.

3. Gonin V.N., Kashurnikov A.N. Modelirovanie protsessa prinyatiya optimalnykh resheniy otsenki effektivnosti innovatsionnoy deyatelnosti predpriyatii elektroenergetiki regiona // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya, 2013, no. 4.

4. Myltseva O.P. Otsenka effektivnosti innovatsiy na predpriyatii // Rossiyskoe predprinimatelstvo, 2008, no. 10, pp. 86–91.

5. Smirnova L.A., Pavlova E.A. Ocenka konkurentnykh preimuschestv predpriyatija na osnove analiza ego innovatsionnogo potentsiala // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya, 2015, no. 1. available at: <http://www.science-education.ru/121-17988> (accessed 20 March 2015).

6. Fatkhutdinov R.A. Innovatsionnyy menedzhment: Uchebnik dlya vuzov, 6 izd, SPb: Piter, 2008, 448 p.

УДК 338.242

## РЕСУРСНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ СТРАТЕГИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Петрук Г.В., Павлов И.В.

*Владивостокский государственный университет экономики и сервиса,  
Владивосток, e-mail: pigenko\_galina\_8@mail.ru*

В статье обосновывается возможность применения ресурсного подхода к управлению стратегическим развитием предприятий оборонно-промышленного комплекса. Представлена методика формирования оптимальной стратегии диверсификации предприятия, а также модель управления стратегическим развитием предприятий оборонно-промышленного комплекса (структурных подразделений), входящих в холдинги, на основе методического ресурсного подхода. Показаны основные черты диверсификации на основе использования «двойных технологий», которые применимы для выпуска как гражданской продукции, так и для оборонной. Внедрение модели управления стратегическим развитием предприятий ОПК возможно при создании систем саморазвития на данных предприятиях, входящих в холдинг, главная задача которых будет заключаться в обеспечении успешного производства гражданской продукции. Получаемая от реализации «двойных технологий» прибыль позволит компенсировать часть расходов на разработку военной техники.

**Ключевые слова:** ресурсный подход, управление стратегическим развитием, предприятие, оборонно-промышленный комплекс

## RESOURCE APPROACH TO THE MANAGEMENT COMPANY'S STRATEGIC DEVELOPMENT MILITARY-INDUSTRIAL COMPLEX

Petruk G.V., Pavlov I.V.

*Vladivostok State University of Economics and Service, Vladivostok, e-mail: pigenko\_galina\_8@mail.ru*

The article proves the possibility of using the resource approach to the management of the strategic development of enterprises of the military-industrial complex. The technique of forming the optimal strategy of diversifying the company, as well as a model of strategic development of military-industrial complex (structural units) belonging to holdings on the basis of methodological resource approach. The basic features of diversification through the use of «dual-use technologies» that apply to the issue as civil products, and for the defense. Implementation of strategic development management model possible defense companies to create systems of self-development in these enterprises of the holding, the main task will be to ensure the successful production of civilian goods. Obtained from the sale of «dual-use technologies» profits will offset part of the costs for the development of military technology.

**Keywords:** resource-based approach, management of strategic development, enterprise, military-industrial complex

Современные условия развития экономики в России, характеризующиеся мировым экономическим кризисом, stochasticностью и неустойчивостью социально-экономических процессов в стране, определяют необходимость поиска новых решений в области управления стратегическим развитием предприятий промышленности и в первую очередь предприятий оборонно-промышленного комплекса (ОПК).

Основная проблема в исследуемой области знаний заключается в том, что хотя государство и является основным владельцем (как минимум 51% акций) и одновременно заказчиком предприятий ОПК, объединенных в холдинги, но госзаказы не обеспечивают полноценную загрузку всех видов производств на этих предприятиях в силу их особенностей, в то же время сами предприятия в рамках холдингов практически ограничены в возможностях определения траектории и стратегий развития по линии гражданских заказов с целью повышения

результативности использования имеющихся экономических ресурсов. Кроме того, в России сложился дефицит знаний на методическом уровне, позволяющих разрабатывать и реализовывать ресурсный подход на практике к управлению стратегическим развитием предприятий ОПК в рамках холдингов. Поэтому целью данного исследования является разработка ресурсного подхода к управлению стратегическим развитием предприятия ОПК в России, входящего в холдинг.

### Результаты исследования и их обсуждение

*Управление развитием организации* – это часть осуществляемой в ней управленческой деятельности, в которой посредством основных функций управления обеспечивается целенаправленность и организованность деятельности персонала организации по наращиванию ее производственного потенциала, повышению

уровня его использования и, как следствие, получение качественно новых результатов деятельности [5]. Следовательно, управление развитием ориентировано на *будущее* и должно обеспечивать адекватное понимание потребностей и возможностей развития, постановку ясных и реалистичных целей, выбора рациональных способов их достижения, заинтересованность трудового коллектива в достижении целей развития, надежный контроль над ходом преобразовательной деятельности и своевременное принятие решений.

Методический ресурсный подход к управлению стратегическим развитием авторами рассматривается как совокупности организационно методических процедур, инструментария, ориентирующий на непрерывный поиск новых возможностей, позволяющий выявлять проблемы состояния и использования ресурсов, а также оценивать состояние стратегического управления им в целом и выработать соответствующие меры и действия. Такой подход сформирован на основе известных знаний, используемых на западе, и отличается от них тем, что адаптирован к условиям предприятий ОПК в России, где ранее не применялся.

Проведенное исследование показало, что предприятия, входящие в состав холдинга ОПК, представляют собой структурные элементы целостной системы, управление которой сосредоточено в руках управляющей подсистемы. Необходимо отметить, что принятие управленческих решений, связанных со стратегическим управлением развитием на предприятиях ОПК, значительно отличается от аналогичных решений на гражданских предприятиях. К таким причинам относится весьма высокая стоимость мероприятий по обеспечению данного развития и специфичность результатов осуществления указанных мероприятий, состоящая в том, что они характеризуются не только экономическими показателями. Поэтому использование традиционных для экономики гражданских отраслей промышленности методических основ и инструментария стратегического управления применительно к предприятиям ОПК допустимо лишь частично, с большими ограничениями. Управление стратегическим развитием предприятий данного типа должно сочетать рыночные инструменты, которые соответствуют экономической среде функционирования ОПК и государственного регулирования, присущего централизованным системам (к числу которых и принадлежит ОПК).

Основная идея разработанного подхода – повышение результативности функ-

ционирования предприятий ОПК в России, входящих в холдинги, возможно при наличии и применении методического ресурсного подхода к управлению стратегическим развитием такого предприятия. Для его использования целесообразно:

– управление стратегическим развитием предприятий ОПК, входящих в холдинг, разделить, передав все стратегические направления развития по гражданскому продукту в руки предприятий;

– совершенствование системы управления предприятиями;

– ресурсный подход реализовать через использование двойных технологий.

«Ресурсная концепция» позволяет для обеспечения устойчивой позиции на рынке создание продукции, имеющей отличительное преимущество, используя соответствующие компетенции [2]. Предприятия ОПК имеют узко направленную номенклатуру выпускаемых товаров, хорошую материально-техническую базу при поддержке НИОКР, т.к. они обеспечивают национальную безопасность и выполняют оборонный заказ, финансируемый государством. Поэтому можно смело утверждать о сформированности ключевых компетенций предприятий в своей сфере деятельности. Данный факт дает возможность диверсифицировать производство, в сферу гражданской продукции используя имеющиеся компетенции (достижения НИОКР, уникального оборудования, высококвалифицированного персонала), с помощью которых можно добиться устойчивых позиций на новых рынках [4].

Предлагаемый подход к диверсификации производства очень трудно реализовать на практике, и поэтому крупнейшие корпорации мира проводят политику связанной диверсификации [1], механизм которой наиболее полно описывается в «ресурсной концепции». Фирмы растут через диверсификацию путем использования имеющихся у них организационных компетенций. В нашем случае наиболее выгодной является связанная диверсификация, основанная на использовании имеющихся компетенций создания ценности: уровень применяемых технологий, наукоёмкость продукции. Фирмы, уровень наукоёмкости продукции которых высок (а это практически все предприятия ОПК), чувствуют себя более уверенно при диверсификации. У них больше перспектив для развития технологий двойного применения.

В российской практике 80–90-х гг. использовалась политика диверсификации на предприятиях оборонного комплекса, которая успешно провалилась вследствие перехода на производства потребительских

товаров гражданского назначения далеко отличных от основного производства. Отличительная черта предлагаемой диверсификации от советской практики состоит в том, что необходимо осваивать выпуск не любой продукции («кастрюли и лопаты из титана»), а продукции, которая отвечает ключевым компетенциям предприятия. Успех от внедрения новых продуктов определяется способностью предприятия развивать свои компетенции создания ценности путем совершенствования действующих процессов и систем. То есть предприятие должно воспользоваться «двойными технологиями», которые применимы как для гражданской продукции, так и для оборонной. Задача каждой организации, решившей использовать диверсификацию производства, – выбрать и экономически обосновать конкретную оптимальную стратегию диверсификации. Алгоритм формирования оптимальной стратегии диверсификации предприятия на основе ресурсного подхода представлен на рис. 1.

го производственного потенциала невозможно. Даже на предприятиях оборонного комплекса отраслей промышленности приходится приобретать и устанавливать новое оборудование и технологию, реконструировать и даже строить новые основные, вспомогательные и обслуживающие объекты. В связи с этим составная часть методики проведения диверсификации должна решать вопросы организационного, технического, экономического и маркетингового характера. В рамках методики диверсификации производства требуется разработка методики и инструментария подготовки и организации производства в условиях диверсификации предприятий ОПК.

Предприятия оборонно-промышленного комплекса, осуществляющие диверсификацию производства, сейчас в большинстве случаев планируют, что вновь осваиваемые направления должны компенсировать возможный спад производства оборонной продукции и улучшать их экономическое положение. В то же время часто решения



Рис. 1. Принципиальная схема методики выбора диверсифицированного производства на основе ресурсного подхода

Практика показывает, что при диверсификации производства создать товары-инновации высокого качества без воспроизводства необходимого для это-

го диверсификации – о выпуске новой продукции, выходе на новые рынки – принимаются стихийно, без необходимой проработки стратегии развития компании.



На самом же деле это крайне важные для предприятия решения, безусловно носящие стратегический характер. Поэтому реализацию данных решений надо тщательно планировать. Для этого необходимо пересмотреть стратегию управления предприятиями ОПК, передав им функции управления стратегическим развитием сферы гражданской продукции. Поскольку техника указанных предприятий представляет собой сложный наукоёмкий продукт, внедрение которого в производство невозможно без соответствующего развития всех звеньев управленческой и производственной системы. Способность организации оборонного комплекса внедрять новые продукты и технологии, опережая конкурентов, определяется её способностью реконфигурировать компетенции создания ценности, в том числе и в результате партнерства с внешними организациями. Такое стратегическое партнерство государства и бизнеса осуществляется посредством двух основных направлений: государственно-частное партнерство и государственно-частное предпринимательство. В рамках государственно-частного предпринимательства стратегическое партнерство государства и бизнеса может осуществляться посредством аутсорсинга государственных услуг и государственного франчайзинга [3].

Анализ развития управленческой и производственной системы (в частности, российского вертолетостроения) установил, что на предприятиях, входящих в крупные холдинги, сложно наладить выпуск востребованной на рынке гражданской продукции, поскольку многие стратегические решения принимаются на уровне управления высшего руководства корпораций. Поэтому необходимо в составах структурных подразделений (конкретных предприятий) холдингов ОПК создавать подсистему саморазвития, которая бы полностью занималась вопросами изучения рынка гражданской продукции, ценообразования, подготовкой

производства и реализацией производства, организацией проведения испытаний и др. Главная задача подсистемы саморазвития предприятий ОПК, будет заключаться в обеспечении успешного функционирования системы управления предприятием в целом и производства гражданской продукции в частности. Реализовывать эти задачи призвано предлагаемое подразделение в организационной структуре предприятий ОПК – отдел перспективного развития. Модель управления стратегическим развитием предприятий ОПК (структурных подразделений), входящих в холдинги, на основе методического ресурсного подхода представлена на рис. 2.

Полагаем, что реализация этой модели подсистемой саморазвития позволит ориентироваться на непрерывный поиск новых возможностей, выявление проблем состояния и использования ресурсов, а также оценивать состояние стратегического управления развитием и вырабатывать адекватные и своевременные решения.

Для оценки ресурсного потенциала компании при проведении диверсификации предлагается проводить анализ ресурсов предприятия по следующим направлениям:

- анализ состояния трудовых ресурсов, оценивающий структуру (профессионально-квалификационную) кадров, деловые и личностные качества работников, их мотивацию;
- анализ производственного потенциала, оценивающий: состояние производственной базы, эффективность используемых технологий, научно-технический уровень организации производства, уровень освоения новой техники, качество и конкурентоспособность продукции, динамику обновления ассортимента;

- анализ управления, позволяющий оценить: эффективность организационной структуры, эффективность материально-технического обеспечения, эффективность маркетинга и сбыта, качество эффективности стратегического управления;

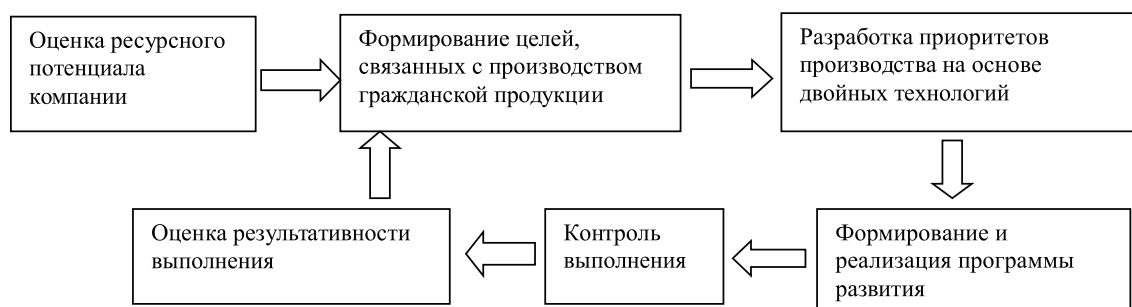


Рис. 2. Принципиальная модель управления стратегическим развитием предприятий ОПК на основе ресурсного подхода

– анализ финансово-экономического положения, оценивающий: уровень динамики производства и реализации продукции, финансовые результаты предприятия;

– анализ развития предприятия, оценивающий планы развития рынков по определенным видам продукции, планы и программы НИОКР, эффективность внедрения новой техники и технологий.

Диагностику реализации стратегии развития предприятия следует проводить в форме комплексного, поэтапного и поэлементного исследования. Анализ показателей результативности действий самих подсистем саморазвития предприятий предлагается проводить по следующим показателям:

– увеличение объема выпуска гражданской продукции;

– повышение производительности труда;

– увеличение доли гражданской продукции в общем объеме выпуска продукции»;

– увеличение объема продаж гражданской продукции;

– увеличение объема прибыли от реализации гражданской продукции;

– заключение новых договоров на производство и поставку гражданской продукции.

Итак, на основании вышеизложенного можно позиционировать следующие направления реализации ресурсного подхода к управлению стратегическим развитием предприятий ОПК:

1) пересмотр стратегии управления предприятиями, входящими в холдинги ОПК, передав им функции стратегического управления развитием сферы гражданской продукции;

2) создание систем саморазвития на предприятиях ОПК, входящих в холдинг, главная задача которых будет заключаться в обеспечении успешного производства гражданской продукции;

3) разработка методов оценки *состояния управления стратегическим развитием предприятия*;

4) в процессе перехода на диверсификацию необходимо использование уникальных ресурсов предприятия.

### Заключение

Эффективность функционирования оборонно-промышленного комплекса можно повысить путем создания внутриорганизационных условий для передачи технологий из военного сектора в гражданский – использование «двойных технологий». Получаемая от реализации «двойных технологий» прибыль позволит компенсировать

часть расходов на разработку военной техники. Этот механизм возмещения затрат по военным НИОКР давно применяется в странах Запада. Также выпускаемая с использованием «двойных технологий» продукция сможет занять часть отечественного рынка высокотехнологичной продукции, что снизит зависимость российской экономики от поставок зарубежных компаний. Следовательно, использование ресурсного подхода к стратегическому управлению развитием предприятия ОПК предполагает развитие диверсификации производства с применением двойных технологий, на основе выявления ключевых компетенций оборонного предприятия и исследования возможного их задействования при освоении новых видов продукции.

### Список литературы

1. Бровка П.М. Оценка технологичности производственной платформы российского вертолетостроения // Вестник ИНЖЭКОНА. Серия Экономика. – 2013. – № 1 (60). – С. 319–322.

2. Кочетков Д.Н., Афанасов А.А. Ключевые компетенции предприятий оборонной отрасли и возможности их использования при диверсификации производства // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. – 2011. – № 1. – С. 167–172

3. Масюк Н.Н., Балдина Ю.В. Стратегическое партнерство государства и бизнеса: глобальный аутсорсинг и государственный франчайзинг // Экономика и предпринимательство. – 2014. – № 12–3 (53–3). – С. 453–456.

4. Новиков А.Е., Батьковский А.М. Специфика и опыт стратегического управления развитием предприятий оборонно-промышленного комплекса Стратегическое планирование и развитие предприятий. Секция 3 / Материалы пятнадцатого всероссийского симпозиума. Москва, 15–16 апреля 2014 г. – М.: ЦЭМИ РАН, – 2014. – 183 с. – С. 121–123.

5. Созинов В.А. Исследование систем управления: учебное пособие. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС. – 2004.

### References

1. Brovko P.M. Ocenka tehnologicnosti proizvodstvennoj platformy rossijskogo vertoletostroenija // Vestnik INZhEkONA. Serija Jekonomika. 2013. no. 1 (60). pp. 319–322.

2. Kochetkov D.N., Afanasov A.A. Kljuचेvye kompetencii predpriyatij oboronnoj otrasli i vozmozhnosti ih ispolzovanija pri diversifikacii proizvodstva // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Povolzhskij region. Obshestvennye nauki. 2011. no. 1. pp. 167–172.

3. Masjuk N.N., Baldina Ju.V. Strategicheskoe partnerstvo gosudarstva i biznesa: globalnyj autsorsing i gosudarstvennyj franchajzing // Jekonomika i predprinimatelstvo. 2014. no. 12–3 (53–3). pp. 453–456.

4. Novikov A.E., Batkovskij A.M. Specifika i opyt strategicheskogo upravlenija razvitiem predpriyatij oboronno-promyshlennogo kompleksa Strategicheskoe planirovanie i razvitie predpriyatij. Sekcija 3 / Materialy pjatnadcatogo vserossijskogo simpoziuma. Moskva, 15–16 aprelja 2014 g. M.: CJEMI RAN, 2014. 183 p. pp. 121–123.

5. Sozinov V.A. Issledovanie sistem upravlenija: Uchebnoe posobie. Vladivostok: Izd-vo VGUES, 2004.

УДК 338.24.01

## МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫМИ РИСКАМИ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Рахманова М.С.

*Владивостокский государственный университет экономики и сервиса,  
Владивосток, e-mail: Marina.Rakhmanova@vvsu.ru*

В работе рассмотрена методика управления финансовыми рисками малых предприятий, основанная на использовании качественных и количественных методов оценки финансовых рисков, позволяющая детально оценить экономическую привлекательность малого предприятия, его результативность, прибыльность, финансовую независимость. В статье представлен разработанный методический инструмент оценки финансовых рисков малых предприятий: модифицированная методика SWOT-анализа финансовых рисков малых предприятий, позволяющая оценить сильные и слабые стороны их финансовой деятельности, а также оценить внешние перспективы и риски; усовершенствованная методика комплексной оценки финансовых рисков малых предприятий, включающая оценку финансовых рисков по трем группам: риск ликвидности баланса, риски потери финансовой устойчивости и независимости и интегральные показатели оценки уровня финансового риска предприятия. Совершенствование существующих инструментов управления финансовыми рисками и их адаптация к особенностям деятельности малых предприятий позволяют повысить эффективность их деятельности и снизить риск финансовых потерь, содержать финансовую отчетность в надлежащем состоянии. Инструменты управления финансовыми рисками малых предприятий позволяют оценить уровень финансового риска конкретного предприятия, выявить его финансовый потенциал и определить перспективные направления развития малого предприятия.

**Ключевые слова:** малые предприятия, финансовые риски малых предприятий, методика оценки финансовых рисков, SWOT-анализ финансовых рисков

## METHODS OF FINANCIAL RISK MANAGEMENT OF SMALL ENTERPRISES

Rakhmanova M.S.

*Vladivostok State University Economics and Service, Vladivostok, e-mail: Marina.Rakhmanova@vvsu.ru*

In this paper considers the management of financial risks of small businesses based on the use of qualitative and quantitative methods of assessment of financial risks, allowing a detailed evaluation of the economic attractiveness of a small business, its performance, profitability, financial independence. The article presents methodical instruments of assessment of financial risks of small enterprises: a modified method of SWOT-analysis of financial risks of small enterprises, allowing to assess the strengths and weaknesses of their financial activities and assess external opportunities and risks; improved methods of integrated assessment of financial risks of small enterprises, including the assessment of financial risks into three groups: liquidity risk balance, the risks of losing financial stability and independence, and integral indicators to assess the level of financial risk of an enterprise. Improving existing financial risk management instruments and their adaptation to the peculiarities of small businesses allow to increase their effectiveness and reduce the risk of financial losses to include financial statements in a proper condition. The financial risk management instruments for small enterprises allow to assess the level of financial risk a particular company, to identify its financial potential and to identify promising directions of development of small enterprises.

**Keywords:** small businesses, the financial risks of small enterprises, technique of an estimation of financial risks, SWOT-analysis of financial risks

Малые предприятия работают в специфических условиях конкретных рынков, имеют свои особенности и, соответственно, нуждаются в гибких инструментах управления рисками, легко адаптируемых к новым нестандартным ситуациям.

Главной целью управления финансовыми рисками является обеспечение успешного функционирования предприятия в условиях риска и неопределенности. Это означает, что даже в случае возникновения экономического ущерба реализация мер по управлению риском должна обеспечить возможность продолжения операций, стабильность и устойчивость соответствующих денежных потоков, поддержание прибыльности и роста предприятия, а также достижение других целей [11, с. 39].

Управление финансовыми рисками предприятия представляет собой систему принципов и методов анализа, оценки рисков ситуации, разработки и реализации рискованных финансовых решений, обеспечивающих предвидение и всестороннюю оценку различных видов финансовых рисков, нейтрализацию их возможных негативных финансовых последствий [4, с. 30].

В научной литературе выделяют различные методы управления финансовыми рисками предприятий, но многие из них носят общий характер и могут быть применены для оценки и управления финансовыми рисками на крупных и средних предприятиях, но реже используются для оценки рисков малых предприятий, так как не учитывают специфических особенностей действительности

и действия рискообразующих факторов малых предприятий [1, 2, 6, 7, 8, 11].

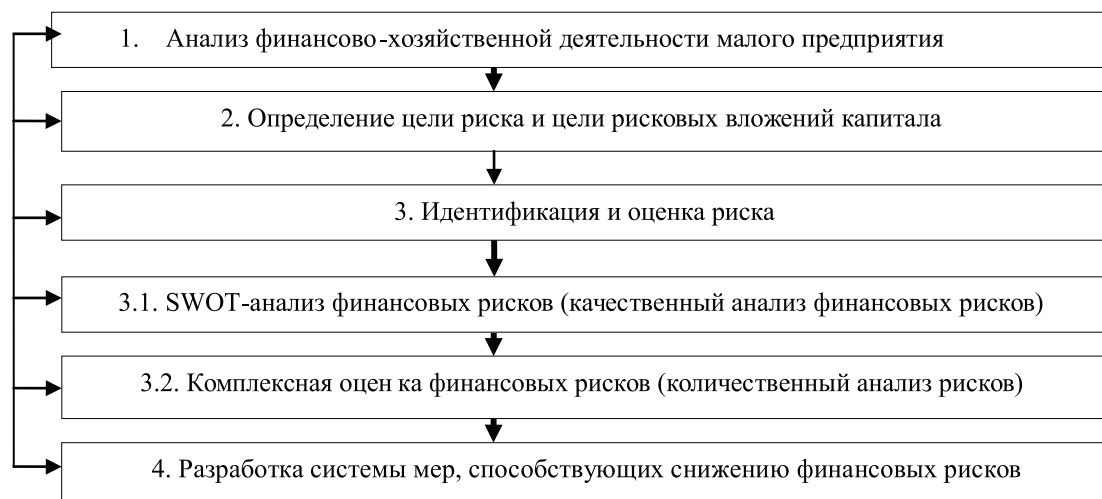
Анализ подходов к управлению финансовыми рисками показал, что каждый из представленных подходов имеет свои преимущества и недостатки. Целесообразным является управление финансовыми рисками предприятия на основе их всесторонней оценки и призвано учитывать весь комплекс факторов риска, чтобы ни один из них не стал неожиданностью и не пришлось поспешно принимать необоснованные управленческие решения.

Исследования, проводимые в крупных международных компаниях, показали, что в основном анализом и оценкой финансовых рисков, а также разработкой системы управления финансовыми ри-

В основу разработанной автором методики управления финансовыми рисками малых предприятий положена концепция активного динамического использования рисков, предложенная К.В. Балдиным [2, с. 159].

Данная концепция базируется на точной оценке перспектив и особенно подходит для использования внезапно возникающих рисков. А малые предприятия в большей степени подвержены влиянию внезапно возникающих рисков, и они не способны быстро приспосабливаться к изменениям внешней среды и поэтому подвержены ликвидации.

Итак, система управления финансовыми рисками малых предприятий представляет собой следующую последовательность этапов (рисунок).



*Технология процесса управления финансовыми рисками малых предприятий*

сками занимаются только крупные компании [2, с. 159].

Несколько иначе обстоит дело с идентификацией и оценкой финансовых рисков малых предприятий. Связано это с тем, что оборот капитала малых предприятий, численность их персонала и иные показатели финансово-хозяйственной деятельности являются незначительными, поэтому руководители таких предприятий, как правило, считают нецелесообразным разрабатывать целую систему по управлению финансовыми рисками, считая, что вполне достаточно отслеживать бухгалтерскую отчетность предприятия. В связи с этим, возникают ситуации, когда серьезные изменения во внешней среде отрицательно сказываются на финансовых результатах деятельности малых предприятий, что в конечном итоге даже может привести и к их банкротству.

Первым этапом процесса управления финансовыми рисками малого предприятия является анализ финансово-хозяйственной деятельности предприятия, а также анализ внешней среды, в которой осуществляет свою деятельность предприятие. Изучение и оценка информации посредством анализа являются основным источником к нахождению проблемных зон в финансово-хозяйственной деятельности предприятия. Вокруг любой организации существует множество различной информации, и анализируемые проблемы часто оказываются комплексными.

Вторым этапом системы управления финансовыми рисками малого предприятия является определение цели риска и цели рискованных вложений капитала. Цель риска состоит в том, чтобы понять, какой результат хочет получить предприятие. Целью риска является прибыль, доход и иной экономический результат. Получение максимальной



прибыли является целью рискованных вложений капитала.

Третий этап системы управления финансовыми рисками малого предприятия заключается в идентификации и оценке риска. На этапе идентификации и оценке финансового риска и используются методы качественного и количественного анализа.

Идентификация и оценка финансовых рисков малых предприятий включает в себя два основных этапа:

- SWOT-анализ финансовых рисков (качественный анализ финансовых рисков);
- комплексная оценка финансовых рисков (количественный анализ финансовых рисков).

Анализ научной литературы показал, что вопрос, связанный с разработкой SWOT-анализа финансовых рисков не только малых предприятий, но и средних и крупных предприятий, является абсолютно неразработанным. Некоторыми авторами делались попытки провести SWOT-анализ финансовой деятельности организаций, но результатом этих попыток являлась оценка внутренней и внешней среды организации с использованием стандартных характеристик и ничем не отличалась от стандартного, классического SWOT-анализа [3, 9, 12].

В статье «Методика SWOT-анализа рисков региона в разрезе основных макроэкономических показателей социально-экономического развития на примере Камчатского края» представлена методика SWOT-анализа рисков региона в целом, основанная на макроэкономических показателях деятельности региона [10].

Одной из задач оценки финансовых рисков является разработка методики SWOT-анализа финансовых рисков малого предприятия, используя наработки различных авторов, касающихся различных аспектов методики проведения SWOT-анализа.

Объектом разработанного SWOT-анализа является финансовая среда малого предприятия, а именно его финансовые риски.

В состав финансовой среды предприятия входит внешняя финансовая среда непрямого влияния (макросреда); внешняя финансовая среда непосредственного влияния (микросреда); внутренняя финансовая среда.

Проведение SWOT-анализа финансовых рисков является наиболее актуальным по следующим причинам. Во-первых, целью деятельности малых предприятий является получение прибыли на протяжении всей своей деятельности, а следовательно, вся деятельность малых предприятий нацелена на достижение максимальных финансовых показателей. Во-вторых, малые предпри-

ятия наиболее подвержены влиянию изменчивой внешней среды и поэтому имеют высокую вероятность наступления отрицательных финансовых рисков. SWOT-анализ финансовых рисков малых предприятий позволяет организации объективно увидеть направления развития организации и выделить возможные варианты достижения более высоких финансовых показателей своей деятельности, с одной стороны, а с другой, определить риски, которые могут ожидать предприятия в перспективе.

Целью SWOT-анализа финансовых рисков малого предприятия является выявление его финансового потенциала через систематизацию имеющейся информации о внутренней среде (сильных и слабых сторонах), а также о внешней среде (потенциальных возможностях и угрозах).

Задачи SWOT-анализа финансовых рисков малого предприятия:

1) выявить сильные и слабые финансовые показатели деятельности малого предприятия;

2) оценить возможные направления развития предприятия и выявить риски, с которыми могут столкнуться предприятия в своей деятельности;

3) сопоставить имеющейся финансовый потенциал малого предприятия для дальнейшего развития с учетом открывшихся перспектив, а также определить, за счет каких средств предприятие может компенсировать возникающие в его деятельности финансовые и прочие риски.

Методика SWOT-анализа финансовых рисков включает в себя три этапа.

Первый этап SWOT-анализа финансовых рисков заключается в исследовании внутренней среды предприятия.

В качестве внутренней среды предприятия рассматривается внутренняя финансовая среда предприятия, а именно анализ основных показателей экономической деятельности малого предприятия, показателей ликвидности и финансовой устойчивости предприятия и выявленных среди них слабых и сильных сторон.

Критерием отнесения показателя к сильной или слабой стороне будут являться следующие критерии:

1) если рост финансового показателя или его снижение не является отрицательным результатом деятельности организации, а также превышение коэффициента ликвидности и финансовой устойчивости его допустимого значения, то данный показатель будет являться сильной стороной организации;

2) снижение финансового показателя, приводящего к получению отрицательного результата деятельности организации,

а также снижение коэффициентов ликвидности и финансовой устойчивости ниже нормативных, допустимых значений будет являться слабой стороной организации.

Второй этап SWOT-анализа финансовых рисков заключается в исследовании внешней среды малого предприятия и выявлении перспектив и рисков его развития.

Оценка факторов внешней среды предприятия осуществляется по следующему алгоритму:

1) производится диагностика развития внешней среды;

2) выявляется вероятность появления перспективы развития предприятия или риска, негативно влияющего на деятельность предприятия;

3) определяется значимость перспективы или риска для деятельности предприятия;

4) устанавливается характер влияния на деятельность предприятия: перспектива рассматривается как благоприятный фактор развития, а риск – как негативный фактор, влияющий на деятельность организации;

5) дается интегральная оценка благоприятности внешней среды.

Третий этап SWOT-анализа финансовых рисков заключается в сопоставлении финансовых показателей предприятия и факторов внешней среды с целью выявления влияния перспектив и рисков на финансовые показатели малого предприятия. А также выявление наиболее существенных рисков, которые могут препятствовать или сдерживать развитие предприятия в дальнейшем.

Второй составляющей этапа идентификации и оценки финансовых рисков малых предприятий является комплексная оценка финансовых рисков, включающая в себя оценку финансовых рисков по следующим группам:

- риски ликвидности баланса;
- риски потери финансовой устойчивости и независимости;
- интегральные показатели оценки уровня финансового риска предприятия.

В первую группу показателей входит модель оценки риска ликвидности, которая включает в себя расчет абсолютных показателей ликвидности баланса.

Вторую группу показателей количественной оценки финансовых рисков составляют коэффициенты потери финансовой устойчивости и независимости.

Оценка рисков ликвидности и финансовой устойчивости осуществляется с помощью относительных показателей ликвидности и финансовой устойчивости путем отклонения полученных значений от рекомендуемых.

В третью группу показателей входит интегральный показатель оценки финансового риска предприятия.

Следует заметить, что расчет отдельных показателей, характеризующих уровень финансового риска предприятия, является не всегда достаточным и отражает общее положение предприятия во внешней среде. Комплексная оценка финансового риска всего предприятия состоит из двух этапов:

– определение класса организации по уровню финансового риска;

– расчет интегрального показателя финансового риска предприятия.

Согласно балльной методике, предлагаемой Л.В. Донцовой и Н.А. Никифоровой, все предприятия можно классифицировать по уровню финансового риска, т.е. отнести к определенному классу рискованности в зависимости от «набранного» количества баллов, исходя из фактических значений его финансовых коэффициентов [5, с. 152].

Интегральный показатель уровня финансового риска оценивается по методике, предложенной Г.А. Тактаровым и Е.М. Григорьевым. По мнению этих авторов, деятельность предприятий в основном подвержена имущественному, рыночному и риску ликвидности. Именно они определяют общий уровень и динамику финансового риска деятельности предприятия. При помощи методики управления финансовыми рисками предприятия, предлагаемой этими авторами, можно рассчитать интегральный оценочный показатель финансового риска [13, с. 90]:

$$S = \sum_{i=1}^n K_i W_i + \sum_{i=1}^m \frac{1}{L_i} W_i,$$

где  $K_i$  – значение показателя, увеличение которого благоприятно для предприятия;  $L_i$  – значение показателя, снижение которого неблагоприятно для предприятия;  $W_i$  – удельный вес показателя.

Интегральный показатель финансового риска позволяет определить уровень финансового риска предприятия. Чем выше значения данного показателя, тем выше уровень финансовых угроз предприятия. Приближение данного показателя к нулевому значению свидетельствует о незначительных финансовых угрозах деятельности предприятия.

Применение комплексной оценки финансовых рисков в практической деятельности малого предприятия позволят собственнику предприятия малого бизнеса получить детальные, комплексные выводы о финансово-хозяйственной деятельности своего предприятия, уровне его прибыльности и финансовой независимости, тем самым своевременно увидеть возникающие проблемы и среагировать на возможные финансовые потери в деятельности предприятия. На основе такой комплексной оценке

возможно принятие эффективных управленческих решений, способствующих снижению возникающих финансовых рисков на предприятии, а также разработка долгосрочных стратегий развития предприятия.

Завершающий этап управления финансовыми рисками заключается в разработке комплекса мероприятий по снижению рисков или по их полной ликвидации.

Разработанная технология комплексной оценки управления финансовыми рисками малых предприятий, основанная на использовании качественных и количественных методов оценки финансовых рисков, позволяет детально оценить экономическую привлекательность малого предприятия, его результативность, прибыльность, финансовую независимость.

### Список литературы

1. Агафонова И.П. Построение эффективной системы риск-менеджмента на предприятии при реализации инновационного проекта // Менеджмент в России и за рубежом. – 2003. – № 4. – С. 103–112.
2. Балдин К.В., Воробьев С.Н. Риск-менеджмент. – М.: Гардарики, 2005.
3. Бланк И.А. Основы финансового менеджмента: монография. – К.: Эльга, Ника-Центр, 2006.
4. Бланк И.А. Управление финансовыми рисками. – К.: Ника-Центр, 2005.
5. Донцова Л.В., Никифора Н.А. Анализ финансовой отчетности: учебное пособие. – М.: Изд-во «Дело и Сервис», 2005.
6. Киселица Е.П. Технология управления финансовыми рисками на малых предприятиях Тюменской области // Проблемы современной экономики. – 2012. – № 2. – С. 202–206.
7. Киселица Е.П., Алиева Д.Р., Растамханова Л.Н. Технология управления рисками на малых предприятиях // Вестник Тюменского государственного университета. – 2011. – № 11. – С. 185–190.
8. Клейнер Г.Б., Тамбовцев В.Л., Качалов Р.М. Предприятия в нестабильной экономической среде. – М.: Экономика, 1997.
9. Кожевникова Е.А. Прогнозирование финансового будущего на основе SWOT-анализа [Электронный ресурс] // Планово-экономический отдел. – 2012. – № 10. / Управление предприятием. URL: [http://www.profiz.ru/peo/10\\_12/inansovoe\\_budushee](http://www.profiz.ru/peo/10_12/inansovoe_budushee).
10. Мазелис Л.С., Морозов В.О. Методика SWOT-анализа рисков региона в разрезе основных макроэкономических показателей социально-экономического развития на примере Камчатского края // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.
11. Неретина Е.А., Можанова И.И. Управление финансовыми рисками промышленных предприятий: теория и практика: монография. – Тольятти: Изд-во ПВГУС, 2012.
12. Стратегический финансовый анализ и методы его осуществления. Этапы проведения стратегического финансового анализа по отдельным видам финансовой среды [Электронный ресурс] // URL: <http://3ys.ru/finansovaya-sreda-predprinimatelstva/strategicheskij-finansovyy-analiz-i-metody-ego-osushchestvleniya-etapy-provedeniya-strategicheskogo-finansovogo-analiza-po-otdelnym-vidam-finansovoj-sredy.html>
13. Тактаров Г.А., Григорьев Е.М. Финансовая среда предпринимательства и предпринимательские риски: учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2006.

### References

1. Agafonova I.P. Postroenie jeffektivnoj sistemy risk-menedzhmenta na predpriyatii pri realizacii innovacionnogo proekta // Menedzhment v Rossii i za rubezhom. 2003. no. 4. pp. 103–112.
2. Baldin K.V, Vorobev S.N. Risk-menedzhment. M.: Gardariki, 2005.
3. Blank I.A. Osnovy finansovogo menedzhmenta: monografija. K.: Jelga, Nika-Centr, 2006.
4. Blank I.A. Upravlenie finansovymi riskami. K: Nika-Centr, 2005.
5. Doncova L.V., Nikifora N.A. Analiz finansovoj otchetnosti: uchebnoe posobie. M.: Izd-vo «Delo i Servis», 2005.
6. Kiselica E.P. Tehnologija upravlenija finansovymi riskami na malyh predpriyatijah Tjumenskoj oblasti // Problemy sovremennoj jekonomiki. 2012. no. 2. pp. 202–206.
7. Kiselica E.P., Alieva D.R., Rastamhanova L.N. Tehnologija upravlenija riskami na malyh predpriyatijah // Vestnik Tjumenskogo gosudarstvennogo universiteta. 2011. no. 11. pp. 185–190.
8. Klejner G.B., Tambovcev V.L., Kachalov R.M. Predprijatija v nestabilnoj jekonomicheskoj srede. M.: Jekonomika, 1997.
9. Kozhevnikova E.A. Prognozirovanie finansovogo budushhego na osnove SWOT-analiza [Jelektronnyj resurs] // Planovo-jekonomicheskij otdel. 2012. no. 10. / Upravlenie predpriyatiem. URL: [http://www.profiz.ru/peo/10\\_12/inansovoe\\_budushee](http://www.profiz.ru/peo/10_12/inansovoe_budushee).
10. Mazelis L.S., Morozov V.O. Metodika SWOT-analiza riskov regiona v razreze osnovnyh makrojekonomicheskikh pokazatelej socialno-jekonomicheskogo razvitija na primere Kamchatskogo kraja // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2014. no. 6.
11. Neretina E.A., Mozhanova I.I. Upravlenie finansovymi riskami promyshlennyh predpriyatij: teorija i praktika: monografija. Toljatti: Izd-vo PVGUS, 2012.
12. Strategicheskij finansovyy analiz i metody ego osushhestvlenija. Jetapy provedeniya strategicheskogo finansovogo analiza po otdelnym vidam finansovoj sredy [Jelektronnyj resurs] // URL: <http://3ys.ru/finansovaya-sreda-predprinimatelstva/strategicheskij-finansovyy-analiz-i-metody-ego-osushchestvleniya-etapy-provedeniya-strategicheskogo-finansovogo-analiza-po-otdelnym-vidam-finansovoj-sredy.html>
13. Taktarov G.A., Grigorev E.M. Finansovaja sreda predprinimatelstva i predprinimatelskie riski: ucheb. posobie. M.: Finansy i statistika, 2006.

УДК 330.322.5

## СОЗДАНИЕ РЕАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПЛАТЕЖНОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ РАСЧЕТНЫХ СРЕДСТВ (НА ПРИМЕРЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА)

**Рябин А.А.**

*ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: ryabin.aa@gmail.com*

В статье приведена концепция инструмента внешнего финансирования деятельности строительных организаций малого бизнеса как основа механизма создания реального обеспечения расчетных средств локальной платежной системы объектами недвижимости. Разработка механизма произведена на базе морфологического анализа проектных требований и существующих условий рынка инструментов внешнего финансирования проектной деятельности. Инструмент позволяет привлекать свободные сбережения домохозяйств и инвестиции компаний в деятельность малых строительных организаций, значительно сокращая идиосинкратический риск субъекта капиталовложений, с одной стороны, и увеличивая возможность создания дополнительного полезного капитала на единицу инвестиций представителем малого бизнеса – с другой. Интеграция финансового инструмента предлагаемой концепции позволит исключить ряд существующих недостатков продуктов внешнего финансирования, предлагаемых малому бизнесу, в частности позволит существенно снизить требования к капитальной базе эмиссии инструмента. Это, в свою очередь, позволит малым строительным организациям пользоваться своим основным преимуществом – экономической мобильностью. Наряду с преимуществами в работе перечислены основные ограничения использования предлагаемого инструмента и предложены возможные организационно-правовые формы реализации рассмотренной концепции.

**Ключевые слова:** дополнительные расчетные средства, механизм создания реального обеспечения, финансовый инструмент, малый бизнес, строительный сектор экономики, внешнее финансирование, морфологический анализ, локальные дополнительные системы взаиморасчетов, децентрализованная финансовая система

## CREATION OF A REAL PROVISION FOR A PAYMENT SYSTEM ON A COMPLEMENTARY CURRENCIES BASIS (ON THE CONSTRUCTION PROJECTS OF A SMALL AND MEDIUM COMPANIES EXAMPLE)

**Ryabin A.A.**

*Ural Federal University n.a. first president of Russia B.N. Yeltsin,  
Yekaterinburg, e-mail: ryabin.aa@gmail.com*

The paper contains the instruments of external financing of small construction business activity conception as a basis for a real provision creation mechanism for local complementary currencies systems by the real estate objects. The mechanism developed on the morphological analysis of the projects requirements and existing instruments of external projects activity financing market basis. The instrument provides small constructive companies with temporary free householders' savings and companies' investments, shrinking idiosyncratic risk of investment subject noticeably on one hand and increasing an ability for small construction company to create additional wealth on investments – on another hand. The financial instrument of suggested conception integration in the economic turnover will exclude series existed external financing products for small business limitations, particularly, it will helps to decrease requirements for instruments issue capital basis. It will provide small companies with their main benefit – economic mobility. Along with benefits, paper contains the main limitations of instrument applying and possible organizational and legal forms of viewed conception realization.

**Keywords:** complementary currencies, real provision creation mechanism, financial instrument, small business, construction economic sector, external financing, morphological analysis, local additional settlement systems, decentralized financial system

Проблемы сегмента малого бизнеса в России описаны во множестве работ: незначительная доля в общем объеме ВВП (около 20% в сравнении с более чем 50% долей в развитых странах) [4], высокая доля теневых операций [1], высокая доля банкротств среди вновь создаваемых организаций в течение первого года функционирования [4].

Одним из хорошо зарекомендовавших себя подходов в укреплении малого бизнеса, продукция которого потребляется мест-

ным сообществом, является использование локальных платежных систем на основе дополнительных расчетных средств (т.н. «дополнительных валют» – complementary currencies) [5], которые обслуживают исключительно взаиморасчеты между хозяйственными субъектами – участниками замкнутых цепей обмена [6]. Финансовые потоки в таких цепях оказываются не видны «внешнему» по отношению к местной экономике наблюдателю [2]. Указанные



дополнительные платежные средства очень разнообразны [7], однако наибольшим доверием всегда пользуются средства с реальным обеспечением. Одним из лучших видов обеспечения является недвижимость, которая генерирует постоянный денежный поток – например, торговый центр, сдающий помещения в аренду. Использование его в качестве обеспечения дополнительных платежных средств локальной платежной системы интересно только местному малому бизнесу, поэтому построен он должен быть своей же, местной строительной компанией.

Вместе с тем малые строительные организации в настоящий момент особо чувствительны к проявлениям системных кризисных явлений, в большинстве своем из-за трудностей, связанных с доступностью инструментов внешнего финансирования их деятельности [8]. Поэтому целью настоящего исследования является разработка механизма создания реального обеспечения расчетных средств локальной платежной системы объектами недвижимости, создаваемыми местными строительными компаниями малого и среднего бизнеса с использованием местных финансовых ресурсов. Для этого предлагается разработать особый финансовый инструмент.

Определим требования, которым он должен отвечать. Для этого воспользуемся результатами работ по анализу морфологической матрицы строительных проектов [8]. Исследования матрицы выявили сегмент, обладающий следующими характеристиками: капиталоемкость проекта от 10 млн руб. до 300 млн руб.; низкая доходность; субъектное обеспечение свыше 100%; площадь объекта от 1 000 до 15 000 кв.м; срок реализации – от 3 месяцев и выше. Ключевая особенность указанного сегмента заключается в том, что коммерческие строительные организации, обладающие надежным капитальным потенциалом, берутся за низкодоходные проекты при существовании рынка проектов с высокой доходностью. Дальнейшие исследования показали, что вероятной причиной такого поведения участников строительного рынка является текущая ситуация на рынке инструментов внешнего финансирования [8]. В частности, анализ морфологической матрицы финансовых инструментов, построенной на основе их классификации, приведенной в МСФО № 32 [3], показал, что выполнение условий особого сегмента матрицы проектов производится инструментами, которые обладают следующими конструктивными признаками:

а) финансовый объект – как объект соглашения между сторонами, целью которого является возврат и преумножение перво-

начально потраченной суммы денежных средств одной из сторон, в противовес «товарному объекту», когда целью соглашения является купля/продажа товара или услуги;

б) высокая капитальная база эмиссии – требование к достаточности имущества в собственности эмитента финансового инструмента. Высокая капитальная база означает, что стоимость имущества должна значительно превышать стоимость объема эмиссии инструмента;

в) сроки обращения покрывают всю вариацию значений конструктивного признака проектов «Срок реализации»;

г) высокая доходность [8] – как мера стоимости привлекаемого внешнего финансирования. При всех остальных равных условиях, чем выше доходность финансового инструмента, тем ниже доходность строительного проекта.

Результаты проведенной работы позволили выявить ряд инструментов, отвечающих заданным параметрам, доступных малому бизнесу и не имеющих инструментов-заместителей для использования малыми строительными организациями. К ним относятся:

а) кредит на пополнение оборотных средств;

б) невозобновляемая кредитная линия;

в) возобновляемая кредитная линия.

Вследствие действий регулятора в части требований к формированию кредитными организациями резервов на возможные потери по ссудам [1] банковские продукты для малого бизнеса в большинстве случаев подразумевают залоговую оценку имущества компании, генерирующего денежный поток, на уровне 50% от его рыночной стоимости. Особенно это касается региональных строительных организаций. При этом распространена практика выдачи кредита только на сумму, равную половине залоговой стоимости, или в размере 25% от рыночной стоимости залогового обеспечения. Таким образом, кредитная организация фактически получает левверидж 1/4 – на 1 рубль кредитных денег необходимо предоставить 4 рубля залога. Подобное положение практически лишает малые строительные организации их основного преимущества по отношению к компаниям крупных размеров – их маневренности, скорости реагирования на изменения окружающей экономической среды. Это формирует дополнительные риски для текущей деятельности малых строительных компаний.

Сложившаяся ситуация требует формирования дополнительного инструмента внешнего финансирования проектной деятельности, отвечающего нуждам малого бизнеса строительной отрасли.

**Таблица 1**

Конструктивные признаки дополнительного финансового инструмента

№ п/п	Признак	Значение
1	Объект инструмента	Финансовый
2	Природа объекта инструмента	Капитальная
3	Доходность	Средняя/Высокая
4	Срок оборота инструмента	Среднесроч.
5	Периодичность выплат	В момент завершения оборота
6	Минимальная стоимость	Низкая/Средняя
7	Капитальная база эмиссии	Средняя

Составим список основных условий, которым должен удовлетворять целевой финансовый инструмент. Исходя из характеристик определенных выше проектов, учитывая основные недостатки существующих инструментов, приведем перечень конструктивных признаков дополнительного финансового инструмента (табл. 1).

Опираясь на приведенный в табл. 1 перечень конструктивных признаков финансового инструмента, предлагается ввести следующие элементы для практической реализации его концепции:

а) проектная организация – организация малого бизнеса, иницирующая проектную деятельность;

б) CF-источник – имущество, генерирующее денежный поток, находящееся в собственности проектной организации;

в) первичный своп денежного потока (Prime Enterprise Cash-Flow Swap, далее – PECF-swap) – соглашение сторон о продаже CF-источника проектной организацией с условием его обратной покупки в срок и по цене, определенными соглашением;

г) оригинатор – организация, заключающая соглашение с проектной организацией о покупке и последующей обратной продаже CF-источника;

д) доля – свободно обращающаяся часть компании-оригинатора в законодательно утвержденной форме, устанавливающей право ее владельца на часть имущества, принадлежащего оригинатору, в объеме и адресности, установленными внешними и внутренними по отношению к оригинатору нормативными актами;

е) вторичный своп денежного потока (Secondary Enterprise Cash-Flow Swap далее – SECF-swap) – соглашение между оригинатором и инвестором о продаже доли компании-оригинатора инвестору с условием обратного выкупа доли оригинатора оригинатором в сроки и по цене, определенными соглашением.

Функциональная схема работы финансового инструмента включает в себя последовательность следующих действий:

а) проектная организация договаривается об условиях PECF-swap с оригинатором и заключает предварительное соглашение о последующем заключении PECF-swap в течение времени  $T_n$ ;

б) оригинатор информирует инвесторов об условиях предстоящей PECF-swap сделки и заключает с ними SECF-swap на условиях, пропорционально дублирующих условия PECF-swap;

в) если в течение срока  $T_n$  оригинатор собирает сумму, необходимую для покупки CF-источника, проектная организация и оригинатор заключают PECF-swap. В ином случае сделка не состоится, оригинатор производит преждевременный обратный выкуп долей инвесторов;

г) в случае заключения PECF-swap оригинатор эксплуатирует CF-источник, агрегирует и распределяет денежные средства полученные от такой эксплуатации между инвесторами в течение срока  $T_r$  ( $T_r$  – объем времени, необходимый для успешной реализации проекта проектной организацией);

д) по истечению срока  $T_r$  приводится в действие вторая часть сделки PECF-swap, и CF-источник продается проектной организации обратно;

е) вырученные от продажи деньги идут на покрытие второй части сделки SECF-swap, и оригинатор выкупает у инвесторов свои доли обратно;

ж) если проектной организации не удастся выполнить свои обязательства по второй части PECF-swap, CF-источник остается в собственности оригинатора и, если иного не предусмотрено условиями SECF-swap, продается по рыночной стоимости. Вырученные от продажи деньги идут в погашение второй части сделки SECF-swap;

з) при условии стандартизации SECF-swap, против которых стоит определенный PECF-swap, для всех инвесторов, SECF-swap приобретают свойство свободного

обращения посредством простой уступки прав требования по соглашению и одновременной продажи доли originатора.

Предлагаемый инструмент обладает рядом ограничений. Так, проектная организация должна иметь в собственности CF-источник с прогнозируемым денежным потоком в течение срока действия RECF-swap. Срок реализации проекта проектной организации не должен превышать разумных, с точки зрения «массового инвестора», размеров с момента начала финансирования до момента получения дохода от реализации проекта. Проект должен нести в себе целевую доходность, достаточную, для обратного выкупа CF-источника. Объем требуемого проектного финансирования не должен превышать стоимости первой части сделки RECF-swap и 70% от рыночной стоимости CF-источника. Организационно-правовая форма originатора должна позволять свободно обращать его доли на открытом рынке. Правовым полем должно быть закреплено долевое право собственности владельца доли originатора в отношении собственности originатора, в определенном объеме и определенной адресности. Ну и наконец, все условия SECF-swap должны быть стандартизированы в целях повышения ликвидности инструмента.

По сравнению с вышеуказанными банковскими продуктами, предлагаемый инструмент обладает рядом преимуществ. Так, в случае вышеприведенного инструмента проектная организация, обладая тем же объемом субъектного обеспечения, может привлечь больший объем внешнего финансирования, так как последний будет зависеть лишь от цены первичной купли/продажи по RECF-swap. Вторичная цена RECF-swap имеет прямую зависимость от конъюнктуры рынка малых инвестиций. Средняя стоимость малых инвестиций определяется ставками по банковским вкладам, которая варьируется в пределах 9,4% годовых [4]. Это говорит о том, что для проектных организаций существует дополнительный потенциал привлечения внешнего финансирования через предлагаемый инструмент. При этом снижается стоимость привлекаемого финансирования, так как в распоряжении проектной компании появляется больше необремененного финансового капитала, на который будет возможно создать дополнительный полезный продукт.

Приведем наглядное сравнение основных параметров предлагаемого финансового инструмента с параметрами классического банковского продукта – невозобновляемой кредитной линией (табл. 2).

Таблица 2

Сравнение основных параметров НКЛ и предлагаемого финансового инструмента

Параметр	НКЛ	Предлагаемый инструмент
Средняя номинальная ставка	16%	12%
Средняя эффективная ставка	13%	12%
Требования к капитальному обеспечению («х руб. суммы займа»/«у руб. стоимости залога»)	1/4	1/2
Средний срок оборота инструмента	3 года	Варьируется в зависимости от требований проекта

Так как общая сумма займа по кредитной линии не выбирается сразу в полном объеме, а заимствуется траншами по мере необходимости, эффективная процентная ставка НКЛ в среднем оказывается ниже номинальной, так как начисление процентов производится только на сумму, выбранную из лимита займа по кредитной линии. Однако процентная ставка по предлагаемому финансовому инструменту зависит от условий, сформированных на рынке депозитов, что позволяет обеспечить более выгодную, по сравнению с НКЛ, ставку, ориентируясь даже на максимальные значения процентных ставок, предлагаемых по депозитам [4]. Кроме этого, требование к капитальному обеспечению 1/2 является достаточно существенным преимуществом инструмента. Так, проектная организация, обладающая капиталом оценочной стоимостью в 80 000 000 рублей, в случае НКЛ может рассчитывать на 20 000 000 рублей кредитного лимита, в то время как параметры инструмента при прочих равных условиях позволяют получить 40 000 000 рублей внешнего финансирования. И, наконец, особенности формирования банковских резервов и конъюнктура рынка банковских услуг определяют средний оборот НКЛ в 3 года. Формирование предлагаемого финансового инструмента лежит за рамками нормативной базы, регулирующей банковские продукты, а потому сроки его оборота имеют более гибкий характер. Таким образом возможно регулирование сроков оборота инструмента под потребности конкретного проекта, что значительно снижает ряд проектных рисков.

Ближайшими по своим конструктивным составляющим и функциональной природе к предлагаемому инструменту являются паевые инвестиционные фонды. Однако для

решения задач малых компаний подобные институты не подходят по причине своей дороговизны в административно-организационной части. Для решения задач внешнего финансирования малого бизнеса требуется выработать решение на базе оригинатора иной организационно-правовой формы. В настоящий момент особо перспективными для этого выглядят такие организационно-правовые формы оригинатора, как акционерное общество и различные вариации института потребительской кооперации.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-06-04863 «Математические модели жизненного цикла локальных платежных систем».*

### Список литературы

1. Антончиков С. Карты сегментов малого и среднего бизнеса РФ. Рейтинги перспективности кредитования сегментов МСБ: аналит. обзор, нояб. 2012/ Аналитический портал banki.ru. – М., 2012. – 70 с.
2. Берг Д.Б., Ульянова Е.А. Влияние позиции наблюдателя на результаты расчета параметров системы управления // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 3. – С. 58–62.
3. Международный стандарт финансовой отчетности (IAS) 32 «Финансовые инструменты: представление информации» (ред. от 07.05.2013) [Электронный ресурс] – официальный сайт компании «КонсультантПлюс» – режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_124012/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_124012/), (дата обращения: 21.10.2015).
4. Официальный портал Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс] – сайт. – режим доступа: <http://www.gks.ru>.
5. Попков В.В. Берг Д.Б. Порывкин Е.А. Альтернативные средства расчетов: история и перспективы // Вестник Уральского отделения РАН «Наука, общество, человек». – Екатеринбург: УРО РАН, 2008. – № 2 (24). – С. 65–79.
6. Попков В.В., Берг Д.Б., Селезнева Н.А., Ульянова Е.А. Моделирование как инструмент формирования товарной и финансовой сети в региональной экономике // Экономика региона. – 2015. – № 2. – С. 236–246.
7. Ульянова Е.А., Берг Д.Б. Многообразие денежных систем: классификация и систематизация // Вестник УрФУ. – 2011. – № 1. – С. 115–122.
8. Ryabin A., Berg D. Real Estate Development Projects on Russian Construction Market: Management and Morphological Analysis of Financial Instruments. 15th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2015. Ecology, Economics, Education and Legislation. Conference Proceedings. Volume III. Environmental Economics, Education and Accreditation in Geosciences. 18–24 June, 2015, Albena, Bulgaria. Published by STEF92 Technology Ltd., 2015. – P. 475–482.

### References

1. Antonchikov S. Karty segmentov malogo i srednego biznesa RF. Rejtingi perspektivnosti kreditovaniya segmentov MSB: analit. obzor, nojab. 2012/ Analiticheskij portal banki.ru. M., 2012. 70 p.
2. Berg D.B., Uljanova E.A. Vlijanie pozicii nabljudatelja na rezultaty rascheta parametrov sistemy upravlenija // Uspehi sovremennogo estestvoznaniya. 2013. no. 3. pp. 58–62.
3. Mezhdunarodnyj standart finansovoj otchetnosti (IAS) 32 «Finansovye instrumenty: predstavlenie informacii» (red. ot 07.05.2013) [Jelektronnyj resurs] oficialnyj sajt kompanii «KonsultantPljus» rezhim dostupa: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_124012/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_124012/), (data obrashhenija: 21.10.2015).
4. Oficialnyj portal Federalnoj sluzhby gosudarstvennoj statistiki [Jelektronnyj resurs] sajt. rezhim dostupa: <http://www.gks.ru>.
5. Popkov V.V. Berg D.B. Poryvkin E.A. Alternativnye sredstva raschetov: istorija i perspektivy // Vestnik Uralskogo otdelenija RAN «Nauka, obshhestvo, chelovek». Ekaterinburg: URO RAN, 2008. no. 2 (24). pp. 65–79.
6. Popkov V.V., Berg D.B., Selezneva N.A., Uljanova E.A. Modelirovanie kak instrument formirovaniya tovarnoj i finansovoj seti v regionalnoj jekonomike // Jekonomika regiona. 2015. no. 2. pp. 236–246.
7. Uljanova E.A., Berg D.B. Mnogoobrazie denezhnyh sistem: klassifikacija i sistematizacija // Vestnik UrFU. 2011. no. 1. pp. 115–122.
8. Ryabin A., Berg D. Real Estate Development Projects on Russian Construction Market: Management and Morphological Analysis of Financial Instruments. 15th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2015. Ecology, Economics, Education and Legislation. Conference Proceedings. Volume III. Environmental Economics, Education and Accreditation in Geosciences. 18–24 June, 2015, Albena, Bulgaria. Published by STEF92 Technology Ltd., 2015. pp. 475–482.



УДК 336.02

**НАЛОГОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ МАЛОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА****Тускаева М.Р., Гоконаева Д.А., Ревазова Э.Т.***Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Финуниверситет),  
Владикавказский филиал, Владикавказ, e-mail: madina.tuskaewa@yandex.ru*

Государственная поддержка малого предпринимательства создает правовые и организационные условия для роста деловой активности малых предприятий; реализует научно-техническую, инновационную, инвестиционную и ценовую политику; налоговую и кредитно-финансовую политику для обеспечения эффективного развития малого бизнеса; оказывает содействие во внешнеэкономической деятельности, а также упрощает порядок регистрации и форм отчетности. Специальные налоговые режимы рассматриваются как особый способ налогообложения малого бизнеса. Специальный налоговый режим создается в рамках специальной, не обязательно льготной, системы налогообложения, для ограниченных категорий налогоплательщиков и видов деятельности, обязательно включающей в себя единый налог как центральное звено и сопутствующее ему ограниченное количество других налогов и сборов, заменить которые единым налогом целесообразно или просто невозможно.

**Ключевые слова:** государственное регулирование, малое предпринимательство, специальные налоговые режимы, система налогообложения, участники рынка

**TAX REGULATION OF SMALL BUSINESS****Tuskaeva M.R., Gokonaeva D.A., Revazova E.T.***Federal State-Funded Educational Institution of Higher professional Education «Financial University under the Government of the Russian Federation» (Financial University), Vladikavkaz branch,  
Vladikavkaz, e-mail: madina.tuskaewa@yandex.ru*

State support of small business provides a legal and organizational conditions for the growth of business activity of small enterprises; implements scientific-technical, innovation, investment, price policy; tax and credit-financial policies to ensure effective development of small business; provides assistance in foreign trade; simplifies the registration and reporting forms. Special tax regimes considered as a special method of taxation of small businesses. The special tax regime created under a special, not necessarily preferential system of taxation for limited categories of taxpayers and types of activity, necessarily including the single tax, as a Central link, and the associated limited number of other taxes and fees to replace that single tax is impractical or impossible.

**Keywords:** government regulation, small business, special tax regimes, tax system, market participants

Государственное регулирование и поддержка малого предпринимательства ведется во всех странах с развитой рыночной экономикой. Специально созданные государственные организации защищают интересы малого предпринимательства и следят за выполнением намеченных правительственных программ. Государственная поддержка малого предпринимательства опирается на законодательную правовую и финансовую базу, а также на организационно-методическую систему и систему различных исследований. Государственная поддержка малого предпринимательства создает правовые и организационные условия для роста деловой активности малых предприятий; реализует научно-техническую, инновационную, инвестиционную, ценовую политику; налоговую и кредитно-финансовую политику для обеспечения эффективного развития малого бизнеса; оказывает содействие во внешнеэкономической деятельности; упрощает порядок регистрации и форм отчетности [1].

Целями государственной политики регулирования малого предпринимательства являются:

- 1) снижение безработицы;
- 2) развитие инвестиционных процессов;
- 3) финансирование разработок инновационной продукции.

В странах с развитой рыночной экономикой государственная поддержка предпринимательства опирается на соответствующее законодательство [2].

Наиболее распространены такие формы государственной поддержки, как:

- установление долгосрочных программ развития малого предпринимательства на законодательном уровне;
- включение малого бизнеса составной частью в государственные экономические и социальные программы.

В США малый бизнес институционально организован и интегрирован в государственные структуры через специальные комитеты Конгресса, Администрацию по делам малого бизнеса, систему региональных ассоциаций, инкубаторов малого

бизнеса. В Японии регулирующая роль государства отражена в законах об основах политики по отношению к малым и средним предприятиям, содействию их модернизации, руководстве их деятельностью. В Великобритании законодательно принят ряд программ, в частности программа расширения бизнеса, предусматривающая меры по налоговой поддержке малого предпринимательства, и программа гарантированного проекта, облегчающая малым фирмам доступ к банковским кредитам [3].

Государственное содействие развития малого предпринимательства в России ведется по следующим направлениям:

1) создание государственных и негосударственных источников финансирования малого бизнеса;

2) использование рациональных механизмов контроля за расходованием выделенных средств;

3) обеспечение деятельности контрольных и судебных органов по защите интересов малых предприятий;

4) создание сети специализированных институтов, обеспечивающих реализацию государственной политики содействия малому предпринимательству, включающей: государственные органы власти, неправительственные объединения и организации, специализированные организации инфраструктуры, фонды, кредитные, страховые и гарантийные учреждения, технологические парки, бизнес-инкубаторы, промышленные зоны и полигоны, учебные, консультационные, информационные и обслуживающие структуры;

5) осуществление прямого финансирования деятельности малых предприятий на основе специальных законов путем предоставления субсидий, дотаций, налоговых и инвестиционных льгот, компенсаций, выплат из фондов поддержки предпринимательства, размещения государственных заказов;

6) создание долгосрочных целевых программ государственной поддержки малого бизнеса;

7) оказание консультационной помощи предпринимателям; организация системы подготовки и переподготовки предпринимателей;

8) предоставление малым предприятиям в аренду на льготных условиях помещений, оборудования, земельных участков.

Основным нормативно-правовым актом, регулирующим налогообложение малого бизнеса, является Налоговый кодекс РФ. Однако в НК РФ отсутствуют понятия «малое предприятие» и «субъект малого предпринимательства». Это означает, что никаких специальных условий налогообло-

жения, в том числе налоговых льгот, напрямую для малых предприятий не установлено.

В настоящее время в России действуют две системы налогообложения, применяемые в отношении субъектов малого предпринимательства: общий режим и специальные режимы налогообложения.

Под **общим режимом налогообложения** понимают совокупность налогов и сборов, установленных НК РФ и иными федеральными законами и подлежащих уплате организациями всех форм собственности и физическими лицами.

Специальные налоговые режимы рассматриваются как особый способ налогообложения малого бизнеса.

Под специальным налоговым режимом законодатель признает особый порядок исчисления и уплаты налогов и сборов в течение определенного периода времени, применяемый в случаях и в порядке, установленных НК РФ и принимаемыми в соответствии с ним федеральными законами. Специальный налоговый режим создается в рамках специальной, не обязательно льготной, системы налогообложения, для ограниченных категорий налогоплательщиков и видов деятельности, обязательно включающий в себя единый налог, как центральное звено, и сопутствующее ему ограниченное количество других налогов и сборов, заменить которые единым налогом нецелесообразно или просто невозможно.

Налоговое регулирование в виде применения специального налогового режима может проявляться в двух формах: [4]

– в виде упрощения системы налогообложения, учета, отчетности;

– в виде снижения налогового бремени по сравнению с общеустановленным режимом налогообложения.

На территории Российской Федерации в соответствии с НК РФ установлены следующие специальные режимы налогообложения:

1) система налогообложения для сельскохозяйственных товаропроизводителей;

2) система налогообложения при выполнении соглашений о разделе продукции;

3) упрощенная система налогообложения;

4) система налогообложения в виде единого налога на вмененный доход.

Основная цель этих режимов – упростить порядок исчисления и взимания налогов в зависимости от субъектного состава или вида предпринимательской деятельности. В работе установлены факторы, влияющие на выбор государством специальных режимов налогообложения для субъектов малого предпринимательства:

– специальные налоговые режимы направлены на создание более щадящего

налогового обременения. Это связано с тем, что государственным приоритетом в условиях становления отечественной рыночной экономики является создание конкурентной среды, а она возможна лишь в случае присутствия на рынке большой массы организаций и индивидуальных предпринимателей [5];

– важнейшим принципом налогообложения является принцип экономии. Малые и средние участники рынка не имеют возможности минимизировать удельные расходы по исчислению и уплате налогов, они не могут содержать достаточный штат квалифицированных специалистов для осуществления налогообложения по общеустановленной системе. А налоговые органы несут чрезмерные расходы по организации налогового контроля за массой мелких налогоплательщиков. Все это может привести к тому, что собранные налоги не покроют затрат на их сбор;

– любая система налогообложения эффективна постольку, поскольку в ее рамках можно наладить действенный налоговый контроль. Состояние экономики России в настоящий момент таково, что существуют отдельные виды деятельности, наличный денежный оборот которых сложно проконтролировать. Хозяйствующим субъектам, осуществляющим эти виды деятельности, проще вменить получение определенного дохода, основываясь на данных статистических и налоговых органов по доходности этих видов деятельности [6].

Специальные налоговые режимы могут применяться не всеми категориями налогоплательщиков, существуют ограничения на их применение, такие как осуществляемый вид деятельности, численность работников, состав и размер доходов и др.

С момента введения, т.е. в течение последних 10 лет, специальные налоговые режимы дорабатывались и редактировались с учетом практики их применения с целью стимулирования субъектов предпринимательской деятельности к их применению, выхода из сферы «теневое» бизнеса, а также для исключения возможности ухода от налогообложения и снижения поступлений налогов в бюджетную систему. Совершенствование таких специальных налоговых режимов, как ЕСХН и УСНО, позволило снизить налоговую нагрузку на малый бизнес и сельскохозяйственных товаропроизводителей, повысить темпы развития производства и инвестиционной деятельности, увеличить занятость населения.

Упрощение налогообложения и ведения налоговой и бухгалтерской отчетности, предусмотренное специальными налоговыми режимами, привело к снижению издержек, связанных с необходимостью ведения соответствующего учета, повышению эффективности налогового администрирования. Указанные преимущества специальных налоговых режимов вызвали в последние годы существенное увеличение количества налогоплательщиков, которые их применяют.

В настоящее время перспективы развития и роль малого бизнеса в экономике России находятся под пристальным вниманием общественности.

Согласно представленным в основных направлениях налоговой политики РФ на перспективу направления развития налоговой системы в целом ее структура не будет меняться кардинально. В 2016 г. приоритеты Правительства РФ в области налоговой политики остаются прежними т.е. создание эффективной и стабильной налоговой системы, обеспечивающей бюджетную устойчивость в среднесрочной и долгосрочной перспективе.

Чтобы иметь перспективы развития малого бизнеса в стране, для начала требуется создать специальные условия налогообложения и налоговые льготы для малых предприятий, так как в НК РФ это не предусмотрено.

Малое предпринимательство, как показывает мировой и отечественный опыт, способствует быстрому развитию сбалансированной экономики, повышению эффективности производства, гибкости хозяйственной стратегии и тактики, скорости и качеству принятия и реализации управленческих решений, повышению уровня компетентности и ответственности предпринимателя за конечные результаты производства [7].

Однако для того, чтобы малое предпринимательство активно развивалось в нашей стране, необходима соответствующая законодательная база, разумные налоговые и экономические льготы, а также прямая поддержка государства в виде подготовки кадров, прямых инвестиций и создания условий для действия международных организаций, скорейшее формирование механизма венчурного капитала. Для превращения малого предпринимательства в основу экономического роста России согласно правительственной программе оно должно стать качественно иным. По направлениям деятельности оно должно ориентироваться в основном на производство наукоемкой высокотехнологичной продукции, меняться

по технической и технологической оснащенности, снижать издержки, повышать качество продукции, успешно совершенствовать процесс управления модернизацией на всех этапах производства и т.п. [8].

Будущая основа российского экономического роста должна иметь гораздо большие, чем сегодня, финансовые резервы и совершенно иные кредитные возможности.

### Список литературы

1. Дзагоева М.Р., Тускаева М.Р. Проблемы реализации программ по поддержке малого бизнеса в муниципальных образованиях // Молодежь и наука: актуальные вопросы социально-экономического развития региона. – 2012. – С. 176–180.
2. Тускаева М.Р. Механизм регулирования процессов модернизации малых предприятий республики Личность и общество: социокультурные, экономические и политико-правовые аспекты взаимодействия в условиях глобализации: материалы региональной научно-практической конференции. – 2013. – С. 185–189.
3. Тускаева М.Р. Частно-государственное партнерство в ходе реализации программ по поддержке малого бизнеса в муниципальных образованиях: труды молодых ученых Владикавказского научного центра РАН. – 2011. – № 3–4. – С. 161–166.
4. Тускаева М.Р., Кудяева А.М. Сравнительный анализ налоговой нагрузки на экономику в Российской Федерации и в зарубежных странах // Социально-экономическое развитие региона в условиях модернизации: материалы Всероссийской межвузовской научно-практической конференции преподавателей и студентов. – 2015. – С. 453–461.
5. Тускаева М.Р., Кцоева И.К. Налоговое стимулирование инноваций // Социально-экономическое развитие региона в условиях модернизации: материалы Всероссийской межвузовской научно-практической конференции преподавателей и студентов. – 2015. – С. 462–467.
6. Тускаева М.Р., Гоконяева Д.А. Формирование инновационной системы в условиях модернизации экономики РФ // Стратегия устойчивого развития регионов России. – 2014. – № 23. – С. 60–64.
7. Тускаева М.Р. Развитие форм информационно-аналитического обеспечения модернизации производственного

комплекса Северо-кавказского региона // Устойчивое развитие горных территорий. – 2013. – № 2. – С. 100–104.

8. Тускаева М.Р. Совершенствование управления модернизацией предприятий промышленности (на примере республики Северная Осетия-Алания): дис. ... канд. эконом. наук / Северо-кавказский горно-металлургический институт. – Владикавказ, 2006.

### References

1. Dzagoeva M.R., Tuskaeva M.R. Problemy realizacii programm po podderzhke malogo biznesa v municipalnyh obrazovanijah. V sbornike: Molodezh i nauka: aktualnye voprosy socialno-jekonomicheskogo razvitija regiona 2012. pp. 176–180.
2. Tuskaeva M.R. Mehanizm regulirovanija processov modernizacii malyh predpriyatij respubliki V sbornike: Lichnost i obshhestvo: sociokulturnye, jekonomicheskie i politiko-pravovye aspekty vzaimodejstvija v uslovijah globalizacii Materialy regionalnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. 2013. pp. 185–189.
3. Tuskaeva M.R. Chastno-gosudarstvennoe partnerstvo v hode realizacii programm po podderzhke malogo biznesa v municipalnyh obrazovanijah. Trudy molodyh uchenyh Vladikavkazskogo nauchnogo centra RAN. 2011. no. 3–4. pp. 161–166.
4. Tuskaeva M.R., Kudaeva A.M. Sravnitelnyj analiz nalogovoj nagruzki na jekonomiku v Rossijskoj Federacii i v zarubezhnyh stranah V sbornike: Socialno-jekonomicheskoe razvitie regiona v uslovijah modernizacii Materialy Vserossijskoj mezhvuzovskoj nauchno-prakticheskoj konferencii prepodavatelej i studentov. 2015. pp. 453–461.
5. Tuskaeva M.R., Kcoeva I.K. Nalоговое stimulirovanie innovacij V sbornike: Socialno-jekonomicheskoe razvitie regiona v uslovijah modernizacii Materialy Vserossijskoj mezhvuzovskoj nauchno-prakticheskoj konferencii prepodavatelej i studentov. 2015. pp. 462–467.
6. Tuskaeva M.R., Gokonaeva D.A. Formirovanie innovacionnoj sistemy v uslovijah modernizacii jekonomiki RF. Strategija ustojchivogo razvitija regionov Rossii. 2014. no. 23. pp. 60–64.
7. Tuskaeva M.R. Razvitie form informacionno-analiticheskogo obespechenija modernizacii proizvodstvennogo kompleksa Severo-kavkazskogo regiona. Ustojchivoe razvitie gornyh territorij. 2013. no. 2. pp. 100–104.
8. Tuskaeva M.R. Sovershenstvovanie upravlenija modernizaciej predpriyatij promyshlennosti (na primere respubliki Severnaja Osetija-Alanija). Dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata jekonomicheskij nauk / Severo-kavkazskij gorno-metallurgicheskij institut. Vladikavkaz, 2006.